



K.-M. Haus



# Neurophysiologische Behandlung bei Erwachsenen

- Grundlagen der Neurologie
- Behandlungs-konzepte
- Alltagsorientierte Therapieansätze



Springer



Karl-Michael Haus

**Neurophysiologische Behandlungen bei Erwachsenen**



Karl-Michael Haus

# **Neurophysiologische Behandlungen bei Erwachsenen**

- Grundlagen der Neurologie
- Behandlungskonzepte
- Alltagsorientierte Therapieansätze

Mit 158 Abbildungen und 292 Teilabbildungen

Mit Beiträgen von  
Christa Berling-Hüneke, Sabine George,  
Ursula Kleinschmidt, Angela Harth, Hans Hary,  
Reinhard Ott-Schindeler, Dr. Irving Speight



Springer

**Karl-Michael Haus**

Ergotherapeut,  
staatl. anerkannter Lehrer für Gesundheitsfachberufe,  
zertifizierter Bobath-Therapeut, SI-Therapeut DVE,  
Praxis für Ergotherapie, Medizinisches Zentrum,  
Max-Planck-Str. 1, 76829 Landau,  
<http://www.ergotherapie-haus.de>

**ISBN 3-540-21215-9**

**Springer Medizin Verlag Heidelberg**

Bibliografische Information der Deutschen Bibliothek

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie;  
detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zu widerhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

**Springer Medizin Verlag.**

Ein Unternehmen von Springer Science+Business Media

[springer.de](http://springer.de)

© Springer Medizin Verlag Heidelberg 2005

Printed in Germany

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, daß solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutzgesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Produkthaftung: Für Angaben über Dosierungsanweisungen und Applikationsformen kann vom Verlag keine Gewähr übernommen werden. Derartige Angaben müssen vom jeweiligen Anwender im Einzelfall anhand anderer Literaturstellen auf ihre Richtigkeit überprüft werden.

Planung: Marga Botsch, Heidelberg

Projektmanagement: Claudia Bauer, Heidelberg

Copyediting: Heidrun Becker, Berlin

Druckerei: Stürtz, Würzburg

Layout: deblik Berlin

Umschlaggestaltung: deblik Berlin

Design: deblik Berlin

SPIN 10784371

Satz: medionet AG

# Geleitwort

---

Der entscheidende Wandel ergotherapeutischer Behandlungsverfahren vollzieht sich ohne großes Aufsehen. Kennzeichen dieses Wandels ist die Verflechtung der Erkenntnisse der modernen Neurophysiologie mit motorischen Behandlungstechniken, deren Wirksamkeitsnachweise hohe Evidenzstufen erreichen. Mit diesem Buch soll dem Leser daher ein neurophysiologisches Grundlagenwissen und Verständnis der »normalen Bewegungsabläufe« einschließlich deren biomechanischer Verflechtung vermittelt werden. Mit diesem Rüstzeug wird der Therapeut in die Lage versetzt, krankhafte motorische Störungen zu analysieren und daraus Behandlungskonsequenzen abzuleiten. Die klassischen reflexphysiologischen Konzepte wie Bahnung und Hemmung, die den gängigen Behandlungsverfahren nach Bobath, Affolter oder Perfetti zugrunde liegen, werden von Fachautoren wie Ursula Kleinschmidt, Reinhard Ott-Schindele und Hans Hary dargestellt. Das methodisch-didaktische Ziel, das der Autor verfolgt, ist, die Umsetzung dieser etablierten Therapieverfahren behutsam und schrittweise zu ergänzen. Eine an Konzepten des motorischen Lernens orientierte motorische Rehabilitation soll die Mitarbeit des Patienten auf aktive Ziele und Aufgabenstellungen hin orientieren.

Das Buch hat sich aus der täglichen Praxis und den Erfahrungen im Unterricht an einer Lehranstalt für Ergotherapie entwickelt. Es stellt anhand ausführlich und detailliert ausgewählter und sorgfältig illustrierter Fallbeispiele den Transfer von neurobiologischem Grundlagenwissen in unmittelbar für den Patienten relevante Praxis dar. Theorie und Praxis werden in Verlaufsdarstellungen, Gruppenarbeiten und Exkursen aus Neurologie und Pädiatrie untermauert. Geschildert werden motorische Therapieverfahren, die pragmatisch und zielorientiert konzipiert sind, um jede Chance zu nutzen, das zentrale Nervensystem zur Reorganisation anzuregen. Damit trifft die Synopse einer **fallorientierten Lernmethode** mit neurophysiologischen Grundlagen den Kern einer zeitgemäßen Entwicklung der modernen Neurorehabilitation. Ihre kompetenten Beiträge haben hierzu renommierte Fachkollegen wie Susanne George und C.-H. Berting-Hüneke zur Verfügung gestellt.

Mit dem Erarbeiten neurophysiologischen Grundlagenwissens gelingt es dem Leser, motorische Abläufe zu verstehen und sich in die Lage zu versetzen, Bewegungsstörungen durch Vermeidung compensatorischer Bewegungsstrategien oder pathologischer Bewegungsmuster erfolgreich zu überwinden. Basis ist die sorgfältige Analyse der gestörten Funktion. Relevante Normabweichungen sind im Verlauf und am Ende einer Behandlung zu definieren. Schädigungen, Fähigkeitsstörungen und Beeinträchtigungen sowie relevante Kontextfaktoren sind zu ermitteln. Dem Ziel einer geordneten Klassifikation funktioneller Beeinträchtigungen gilt das moderne ICF-System, welches von Angela Harth dargestellt werden soll.

Prof.-Dr. med. H.-J. König

(Direktor der Neurochirurgischen Klinik der Westpfalz-Klinikum GmbH, Ärztlicher Leiter der Schule für Ergotherapie, Kaiserslautern)

## Anmerkung zu diesem Buch

---

Das Buch erhebt nicht den Anspruch eines medizinisch-neurologischen Fachbuches, und es enthält auch keine vorgefertigten Behandlungsrezepte. Es trägt aber dazu bei, neurologische Krankheitsbilder zu verstehen, die damit verbundenen Symptomatiken zu beurteilen und die jeweils geeigneten Maßnahmen auszuwählen. Damit soll es die therapeutische Vorgehensweise effektiver gestalten, die so zu mehr Selbstständigkeit und der damit verbundenen Verbesserung der Lebensqualität der Patienten beitragen kann.

Eine Therapie die sich allein auf die Theorie bezieht, wird wenig Erfolg haben. Ebenso wenig wird eine rein »aus dem Bauch heraus« durchgeführte Therapie wirkliche Fortschritte bewirken. Das Buch soll das Verständnis für das System »Zentrales Nervensystem« wecken und es mit den Praxisbezügen verknüpfen, d. h. möglichst viele »Aha-Erlebnisse« schaffen. Auf diesen Erlebnissen aufbauend, sollten Sie, ohne bewusst an die theoretischen Inhalte zu denken, Ihre Erfahrungen sammeln und neue Erkenntnisse mit bereits gemachten Erfahrungen verbinden, um die Therapie intuitiv auf den Patienten bezogen und reflektiert durchzuführen.

Karl-Michael Haus,  
Landau, Kaiserslautern, im Dezember 2004

# Dankesworte

---

An dieser Stelle möchte ich mich bei allen Menschen bedanken, die zum Gelingen dieses Werkes beigetragen haben:

Bei Frau Leiser und Professor König, die mir die strukturellen Voraussetzungen zur Umsetzung der theoretischen Inhalte in die Praxis ermöglichten und mich auch während der Erstellung des Buches stets unterstützten. Den Schülern der Prof. König und Leiser Schulen, die mir den Anstoß zum Schreiben des Buches gaben und sich an der Ausarbeitung, vor allem der praktischen Anteile, mit innovativen Anregungen beteiligten. Den Menschen, die sich für die Fallbeispiele zur Verfügung stellten und dabei viel Geduld in Bezug auf meine fotografischen Fertigkeiten mitbrachten. Bei allen Kollegen, die mich auf meinem Weg konstruktiv unterstützen, und dabei vor allem bei zwei Bobath-Instruktoren (einem Instruktor und einem Senior-Instruktor), die mir schon zu Beginn meiner neurologischen Tätigkeit diesen Weg zeigten und von deren Wissen ich auf meinem Weg sehr profitierte.

Last but not least bei meiner Frau Simone, die mir den privaten Freiraum zur Erstellung des Buchs ermöglichte.

# Mitautoren

---

**Christa Berting-Hüneke**

Ergotherapeutin, zertifizierte Bobath-Therapeutin,  
Klinikum Hannover,  
Geriatrisches Zentrum Hagenhof – Tagesklinik,  
Rohdehof 3, 30853 Langenhagen,  
E-Mail: huene@gmx.net

**Sabine George**

Ergotherapeutin,  
Neurologisches Krankenhaus,  
Tristanstr. 20, München, 80804 München

**Ursula Kleinschmidt**

Ergotherapeutin,  
Pädagogische Qualifizierung zur Lehrtherapeutin in der Ergotherapie,  
Bobath-Instruktorin IBITA anerkannt,  
Praxis Ergotherapie, Bern, Schweiz

**MSc. Dip COT Angela Harth**

Ergotherapeutin/Rehabilitation Manager,  
Rehabilitationswissenschaftliche Programme der Klinik für Plastische und Handchirurgie der Universität Heidelberg,  
Klinik für Hand-, Plastische und Rekonstruktive Chirurgie,  
BG Unfallklinik Ludwigshafen

**Hans Hary**

Lehr-Ergotherapeut, Prof. König & Leiser Schulen,  
Europaallee 1, 67657 Kaiserslautern

**Reinhard Ott-Schindele**

Ergotherapeut, Stv. Therapieleitung im Therapiezentrum Burgau,  
APW-anerkannter Kursleiter des Affoltermodells,  
Dr. Friedl Str. 1, 89331 Burgau

**Dr. Irving Speight**

Edith Stein Klinik für Neurologie,  
Am Wonneberg, 76887 Bad Bergzabern

# Inhaltsverzeichnis

---

<b>A Neurophysiologische und neuropsychologische Grundlagen</b>			
<b>1 Neurophysiologische Grundlagen – Zentrales Nervensystem</b>	<b>1</b>	Projektions- und Assoziationsareale .....	18
1.1 Funktionelle Einteilung.....	4	Somatotope Gliederung.....	19
1.2 Anatomische Einteilung.....	4	Entwicklung und Störungen der Areale .....	20
1.3 Aufbau der Nervenzelle »Neuron« .....	4	Praxis.....	20
1.3.1 Synapsen.....	5	Hemisphärendominanz .....	21
Übertragung der Erregung .....	5	Projektionsbahnen, Reizweiterleitung .....	21
1.3.2 Weiterleitung der Erregung .....	5	Im Überblick: Projektion der Wahrnehmung .....	21
1.3.3 Periphere Neurone.....	5	Somatosensibilität (propriozeptiv, epikritisch, protopathisch).....	22
1.4 Vereinfachte Darstellung der Reizverarbeitung im Neuronenverband .....	6	Unterteilung der Somatosensibilität.....	22
1.4.1 Erregende Reizverarbeitung.....	6	Funktion des Hinterstrangsystems .....	24
Direkte Erregung.....	6	Funktion des Vorderstrangsystems .....	24
Divergenz (Auseinandergehen) .....	6	Vestibulariskerne .....	24
Konvergenz (Fusion) .....	6		
1.4.2 Hemmende Reizverarbeitung (vereinfachte Darstellung nach Speckmann 1992) .....	6	<b>3 Motorische Systeme</b> .....	<b>27</b>
Rückwärts Hemmung .....	6	Faktoren normaler Bewegungsvorgänge .....	28
Vorwärts hemmung .....	7	Motorik.....	28
Bahnung/Entbahnung und Hemmung/Enthemmung .....	7	Haltungsmotorik.....	28
1.4.3 Bewegungsausführung .....	8	Zielmotorik .....	28
1.5 Nicht erregbare Gliazellen.....	8	Greifmotorik .....	28
Astroglia/-zyten .....	8	Automatisierte und bewusst automatisierte Bewegungen .....	29
Oligodendroglia/-zyten .....	8	Bedeutung sensorischer Afferenzen und Reafferenzen für die Bewegung .....	30
Mikrogliazellen .....	8	Entwicklung neuronaler Bewegungsprogramme .....	30
1.6 Graue und weiße Substanz .....	10	Erzeugungsfeedback (internes Feedback) .....	31
<b>2 Sensorische Systeme</b> .....	<b>11</b>	Ergebnisfeedback (externes Feedback) .....	31
2.1 Sinnessysteme des Menschen .....	12	Feedforward (engl. »forward planing«: Vorausplanung) .....	31
2.1.1 Sinneseindruck, Sinnesempfindung und Wahrnehmung .....	12	Alltagsbeispiele für Feedforward-Programme .....	31
Sinneseindruck .....	12	Praxis .....	31
Sinnesempfindung .....	12	Neue Bewegungsprogramme .....	32
Wahrnehmung (mehrere Sinnessysteme – multimodale Wahrnehmung) .....	12	Motorische Steuerungssysteme .....	32
2.1.2 Reizaufnahme .....	13	Phylogenetische Entwicklung .....	32
2.2 Formatio reticularis (FR) .....	13	Großhirnrinde (Neokortex) .....	32
Beispiele für die Verschaltungen der Formatio reticularis (FR) .....	14	Kortikale Verschaltungen .....	32
2.3 Thalamus und Hypothalamus (Diencephalon) .....	15	Präfrontaler Kortex .....	33
Thalamus .....	15	Verschaltungen des präfrontalen Kortex .....	33
Hypothalamus .....	15	Sekundär motorischer Kortex .....	34
2.4 Limbisches System .....	16	Primär motorischer Kortex (motorischer Kortex, Gyrus praecentralis, Area 4) .....	35
2.5 Sensorische Areale der Großhirnrinde, Reizverarbeitung .....	18	Zusammenfassung: Die motorische Steuerung in der Großhirnrinde .....	35
		Basalganglien .....	36
		Kerne der Basalganglien .....	36
		Kleinhirn (Cerebellum) .....	37
		Zusammenwirken zwischen Basalganglien und Kleinhirn .....	37
		Hirnstamm .....	38

	Kerne des Hirnstamms .....	38	4.2.5	Thermorezeptoren .....	65
	Halte- und Stellreaktionen .....	38		Praxis: Befundung der Thermorezeptoren .....	65
	Haltereaktionen (Synonyme: Haltereflexe, statische Reflexe, Stellungsreflexe) .....	39	4.2.6	Praxis: Kälte- und Wärmeverfahren .....	65
	Stellreaktionen (Synonyme: Stellreflexe oder statokinetische Reaktionen) .....	40	4.2.7	Schmerzrezeptoren .....	67
	Gleichgewichtsreaktionen .....	41	4.3	Praxis: Befundung der Schmerzrezeptoren .....	68
	Neuronale Verschaltung .....	42	4.3.1	Zusammenfassung: Oberflächensensibilität .....	69
3.5.6	Rückenmark .....	42	4.3.2	Dritter sensomotorischer Regelkreis (vestibular) .....	69
	Funktionen des Rückenmarks .....	42		Funktionsweise .....	70
	Reflex (Reaktionen) .....	43		Rezeptoren des 3. SMRK .....	70
	Positive Stützreaktion beim Gehen .....	44		Vestibularapparat (Gleichgewichtsorgan) .....	70
	Gekreuzter Streckreflex beim Gehen .....	44	4.3.3	Praxis: Befunderhebung des Vestibularapparates .....	71
	Bewegungsprogramme des Rückenmarks .....	44		Praxis: Behandlungsmöglichkeiten .....	72
	Neuronale Initierung der Bewegungsprogramme .....	44		Kleinhirn .....	73
	Lokomotorik .....	45		Vestibulocerebellum (Urkleinhirn) .....	73
	Rhythmen .....	45		Spinocerebellum (Paleocerebellum oder Altkleinhirn) .....	74
	Steuerung des Lokomotionsgenerators .....	45	4.3.4	Neocerebellum (Cerebrocerebellum, Neukleinhirn oder Pontocerebellum) .....	75
3.5.7	Efferenzen .....	45	4.4	Zusammenfassung: die Kleinhirnfunktionen .....	75
	Die Pyramidenbahn .....	46	4.4.1	Vierter sensomotorischer Regelkreis .....	75
	Extrapyramidale Bahnen .....	47	4.5	Funktionsweise .....	76
	Praxis .....	47		Fünfter sensomotorischer Regelkreis (pyramidales System) .....	76
3.5.8	Zusammenfassung: Die motorischen Systeme .....	48	4.5.1	Funktionsweise .....	76
3.6	Tonus .....	49	4.5.2	Verortung der Modalitäten (Module) innerhalb des neuronalen Netzwerkes .....	77
3.6.1	Normaler Tonus (Muskelspannung) .....	49		Neuronale Plastizität .....	78
	Normale Tonusverhältnisse .....	49	4.5.3	Reorganisationsprozesse .....	78
	Praxis .....	49	4.5.4	Sensomotorische Funktion .....	79
	Allgemeine Tonusdifferenz der Extremitäten .....	50	4.5.5	Zusammenfassung: die sensomotorischen Regelkreise .....	79
3.6.2	Assoziierte Bewegungen .....	50	4.6	Regelkreise .....	79
3.6.3	Assoziierte Reaktionen .....	51		Zusammenarbeit der sensomotorischen Regelkreise .....	79
3.6.4	Spastizität .....	52		Praxis .....	82
<b>4</b>	<b>Sensomotorik .....</b>	<b>53</b>	<b>5</b>	<b>Neuromuskuläre Grundlagen normaler Bewegungen .....</b>	<b>83</b>
4.1	Fünfsensomotorische Regelkreise (SMRK) .....	54		Wirkungsprinzipien der Muskulatur .....	84
4.1.1	Erster sensomotorischer Regelkreis (propriozeptiv) .....	55	5.1	Schwerkraft .....	84
4.1.2	Rezeptoren des 1. SMRK .....	56	5.1.2	Bewegungsausführung .....	85
	Muskelspindeln .....	56	5.1.3	Konzentrische und exzentrische Muskelkontraktion .....	86
	Praxis .....	57		Praxis .....	87
	Sehenspindeln .....	58	5.1.4	Wirkungsweisen von Muskelketten .....	88
4.1.3	Zusammenfassung: Tiefensensibilität (Propriozeption) .....	59	5.2	Bewegungsebenen .....	89
	Praxis .....	59	5.2.1	Sagittalebene .....	89
			5.2.2	Frontalebene .....	89
4.2	Zweiter sensomotorischer Regelkreis (taktile) .....	60	5.2.3	Transversalebene .....	89
4.2.1	Funktionsweise .....	60	5.3	Unterstützungsfläche (USF) .....	91
4.2.2	Rezeptoren des 2. SMRK .....	61	5.3.1	Grundstellungen .....	91
	Grundtypen der Mechanorezeptoren .....	61	5.3.2	Liegen, große USF .....	92
4.2.3	Tastsinn .....	62		Vorteile des Liegens .....	92
	Praxis: Befundung der Mechanorezeptoren .....	63		Nachteile des Liegens .....	92
4.2.4	Stereognostische Leistungen (Ertasten von bekannten Gegenständen) .....	64	5.3.3	Sitzen, mittlere USF .....	93
	Praxis: Befundung der stereognostischen Leistungen .....	64		Vorteile des Sitzens .....	93
				Nachteile des Sitzens .....	93

## Inhaltsverzeichnis

5.3.4	Stand, kleine USF .....	94	6.3.1	<b>Aufsteigendes retikuläres aktivierendes System (ARAS).....</b>	125
	<i>Vorteile des Stehens.....</i>	94		<i>Kortikale Erregung.....</i>	125
	<i>Nachteile des Stehens.....</i>	94		<i>Bewusste und unbewusst automatisierte Erregung.....</i>	126
5.3.5	Nutzung der Unterstützungsfläche .....	95	6.3.2	<i>Bottum-up-Prozesse.....</i>	126
5.3.6	Transfer zwischen den Unterstützungsflächen .....	95		<i>Top-down-Prozesse.....</i>	126
5.4	Schlüsselpunkte (SP) .....	95	6.3.3	<i>Zusammenfassung: Vigilanz/Alertness/Arousal .....</i>	126
	<i>Ausrichtung der Kontrollpunkte.....</i>	95	6.3.4	<i>Thalamus: the Gate, "Tor zum Bewusstsein.....</i>	127
5.5	Gleichgewichtsreaktionen/Balance .....	97		<i>Alertness, Arousal – kortikothalamisches Gating .....</i>	127
5.5.1	Equilibriumsreaktionen .....	98	6.3.5	<i>Zusammenfassung: neuronale Strukturen der</i>	
5.5.2	Stellreaktionen.....	99		<i>Aufmerksamkeitsprozesse.....</i>	127
	<i>Ausgangsstellung, freier Sitz .....</i>	99	6.3.6	<i>Aufmerksamkeit, Ressourcen .....</i>	128
5.5.3	Stützreaktionen.....	99	6.3.7	<i>Formen der Aufmerksamkeit .....</i>	128
	<i>Bildfolge, Gleichgewichtsreaktionen .....</i>	99		<i>Aktiviertheit/Alertness .....</i>	128
5.6	Bewegungsanalysen .....	100		<i>Selektive Aufmerksamkeit (Konzentrationsfähigkeit) .....</i>	128
5.6.1	Vom Liegen zum Sitz.....	101		<i>Geteilte Aufmerksamkeit .....</i>	129
	<i>Häufig auftretende Problemstellungen .....</i>	102		<i>Daueraufmerksamkeit .....</i>	129
5.6.2	Vom Sitz zum Stand.....	103	6.3.8	<i>Praxis: Fragen zur Diagnostik der Aufmerksamkeit .....</i>	129
	<i>Häufig auftretende Problemstellungen .....</i>	104		<i>Aufmerksamkeit und Rehabilitation .....</i>	130
5.6.3	Vom Stehen zum Gehen.....	105		<i>Auswahl der Therapiemedien .....</i>	130
	<i>Bewegungsinitiierung und -ausführung .....</i>	106		<i>Tonische Alertness .....</i>	130
	<i>Kopffreiheit .....</i>	106		<i>Phasische Alertness .....</i>	131
	<i>Rumpfaktivität beim Gehen .....</i>	107		<i>Aufmerksamkeit .....</i>	131
	<i>Praxis .....</i>	109		<i>Aufmerksamkeit und berufliche Wiedereingliederung .....</i>	131
	<i>Vorwärtsbewegung von Becken und Beinen .....</i>	110	6.4	<i>Gedächtnissysteme .....</i>	132
	<i>Praxis .....</i>	110	6.4.1	<i>Gedächtnisfunktionen .....</i>	132
	<i>Schrittzzyklus, Gehtempo und Spurbreite .....</i>	111	6.4.2	<i>Quantitative Gedächtnisfunktion .....</i>	132
	<i>Abrollen des Fußes in der Standbeinphase .....</i>	112		<i>Enkodierung .....</i>	133
	<i>Praxis .....</i>	112		<i>Speicherung .....</i>	133
	<i>Schultergürtel und Armbewegungen beim Gehen .....</i>	113		<i>Abruf .....</i>	133
	<i>Transfer des Gehens in Alltagssituationen .....</i>	113		<i>Ultrakurzzeitgedächtnis (sensorisches Gedächtnis) .....</i>	133
	<i>Bewältigen von Steigungen und Gefälle .....</i>	113		<i>Kurzzeitgedächtnis (KZG) KZG (primäres Gedächtnis/</i>	
5.7	Lernaufgaben und Lösungen.....	115		<i>Arbeitsgedächtnis) .....</i>	134
5.7.1	Aufgaben.....	115		<i>Langzeitgedächtnis (LZG) .....</i>	135
	1. Aufgabe: Gelenkbewegungen .....	115		<i>Enkodierung im LZG .....</i>	136
	2. Aufgabe: Normale Bewegungsabläufe .....	115		<i>Praxis: Strategien zur Verbesserung der Gedächtnis-</i>	
	3. Aufgabe: Rumpfmobilisation .....	116	6.4.3	<i>leistungen .....</i>	137
	4. Aufgabe: Bewegungsanalyse von proximal zu			<i>Qualitative Gedächtnisfunktionen/Speicherung im</i>	
	distal: WS, Skapula, Schultergelenk, Becken und			<i>Langzeitgedächtnis .....</i>	137
	Hüftgelenk .....	116		<i>Prozedurales Gedächtnis .....</i>	138
5.7.2	Lösungen.....	118	6.4.4	<i>Deklaratives Gedächtnis .....</i>	138
	<i>Lösungstabelle zur 1. Aufgabe .....</i>	118		<i>Gedächtnisstörung, Amnesie-Syndrome .....</i>	139
	<i>Lösungstabelle zur 2. Aufgabe .....</i>	118		<i>Patient H.M. .....</i>	139
	<i>Lösungstabelle zur 3. Aufgabe .....</i>	119	6.5	<i>Lernprozesse .....</i>	140
	<i>Lösungstabelle zur 4. Aufgabe .....</i>	119		<i>Neurobiologie, Voraussetzung der Lernprozesse .....</i>	140
6	<b>Neuropsychologie .....</b>	121		<i>Synaptische Verschaltungen bei Lernprozessen .....</i>	141
	<i>In Zusammenarbeit mit Irving Speight</i>			<i>Praxis: Was bedeuten Sensomotorik und</i>	
6.1	Bewusstwerden des Wahrgenommenen.....	122		<i>Psychomotorik? .....</i>	141
6.2	Bewusstsein .....	122			
	<i>Störungen des Bewusstseins .....</i>	124			
6.3	Aufmerksamkeit .....	125			

<b>B Störungsbilder in der Neurologie</b>	
<b>7</b>	<b>Internationale Klassifikation der Funktionsfähigkeit, Behinderung und Gesundheit (ICF) ... 145</b>
7.1	Angela Harth Einleitung ..... 146
7.2	Anwendung der ICF ..... 146
7.3	Terminologie ..... 147 Definitionen zu 1.1 Körperfunktionen und Körperstrukturen ..... 147 Definitionen zu 1.2 Aktivitäten und Teilhabe ..... 147 Definition zu 2.1 Umweltfaktoren ..... 147
7.4	ICF und Ergotherapie ..... 148
7.5	Bedeutung des SGB IX ..... 148
7.6	Zusammenfassung ..... 149
<b>8</b>	<b>Neurologische Krankheitsbilder ..... 151</b>
8.1	Hemiplegie ..... 152 <i>Theorien zur Entstehung von Spastizität</i> ..... 152
8.1.1	Rumpfmobilität: Grundlagen und Therapie ..... 153 Bewegungen der Wirbelsäule ..... 154 Therapie ..... 154 Therapiebeispiele zur Verbesserung der Rumpfaktivität ..... 155
8.1.2	Schulter: Grundlagen und Therapie ..... 157 Bewegungen der Skapula ..... 157 Schultergelenkbewegungen ..... 157 Therapie ..... 160
8.1.3	Sinnesorgan Hand ..... 163 Motorik ..... 163 Sensorik ..... 164 Reflexdystrophie ..... 166
8.1.4	Muskuläre Dyskoordination ..... 168 <i>M. iliopsoas</i> ..... 168 <i>M. quadriceps femoris</i> ..... 169 <i>M. rectus femoris</i> ..... 169
8.2	Kleinhirnataxie ..... 169 Spinale Ataxie ..... 169 Zerebelläre Ataxie ..... 170
8.2.1	Rumpfataxie ..... 171 Therapie ..... 172
8.2.2	Standataxie ..... 173 Befund ..... 173 Therapie ..... 174
8.8.3	Gangataxie ..... 176 Befund ..... 176 Therapie ..... 176
8.2.4	Extremitätenataxie ..... 177 Befund ..... 177 Therapie ..... 178
8.2.5	Feinmotorik ..... 179 Befund ..... 179
8.3	Therapie ..... 179 Selektive Bewegungen der unteren Extremität ..... 180 Parkinson-Krankheit ..... 180 Tremor ( <i>Ruhetremor</i> ) ..... 180 Rigor ..... 181 Akinese ..... 181 Plus- und Minussymptome ..... 181 Vegetative und psychische Symptome ..... 181 Schweregrade der Behinderung ..... 182 Befunderhebung und Therapie ..... 182
<b>9</b>	<b>Störungen der Sprache, des Sprechens, der Gesichtsmuskulatur und des Schluckakts ..... 197</b>
9.1	Aphasie (Sprachstörung) ..... 198
9.2	<i>Praxis</i> ..... 198 Störungen der Sprech- und Schluckmotorik und der Mimik ..... 199 Dysarthrophonie (Sprechstörung) ..... 199 Dysarthrophonieformen ..... 199 9.2.2 Dysphagie (Schluckstörung) ..... 200 Phasen des Schluckakts ..... 200 Beobachtungen während der Therapie ..... 202 Pathologische Reflexe ..... 203 Beginn der Befunderhebung ..... 203 Schluckstörungen: Befunderhebung und Therapie ..... 204 Schluckstörungen: Behandlung ..... 206 Mit der Nahrungsaufnahme beginnen ..... 207 9.2.3 Fazialisparese ..... 209 <i>Praxis</i> ..... 210
<b>10</b>	<b>Neuropsychologische Syndrome ..... 211</b>
10.1	Apraxie ..... 212
10.1.1	Ideomotorische Apraxie ..... 212 Vergleich zur normalen Bewegungsplanung ..... 212 Befunderhebung der ideomotorischen Apraxie ..... 213 <i>Praxis</i> ..... 213
10.1.2	Ideatorische Apraxie ..... 214 Vergleich zur normalen Handlungsplanung ..... 214 Befunderhebung der ideatorischen Apraxie ..... 214 <i>Praxis</i> ..... 215
10.2	Störung der Raumverarbeitung (Raumauffassung) ..... 216
10.2.1	Störung konstruktiver Leistungen (konstruktive Apraxie) ..... 216 Befunderhebung einer konstruktiven Störung (konstruktiven Apraxie) ..... 216
10.2.2	Orientierungsstörung ..... 216 Befunderhebung Orientierungsstörung ..... 216 <i>Praxis</i> ..... 217
10.2.3	Neglect/halbseitige Vernachlässigung ..... 217 Repräsentationshypothese ..... 217 Transformationshypothese ..... 217 Aufmerksamkeitshypothese ..... 218

## Inhaltsverzeichnis

<p><b>Extinktions-/oder Auslöschanomene (doppelt simultane Stimulation, DSS) .....</b></p> <p><b>Pusher-Symptomatik oder posturaler Hemineglect .....</b></p> <p><b>Praxis .....</b></p> <p><b>Erscheinungsbilder der halbseitigen Vernachlässigung (Neglect) .....</b></p> <p><b>Lokalisation der halbseitigen Vernachlässigung .....</b></p> <p><b>Praxis .....</b></p> <p><b>10.3 Agnosie .....</b></p> <p><b>Abgrenzung der Agnosien zu anderen neuro-psychologischen Syndromen .....</b></p> <p><b>Visuelle Agnosie .....</b></p> <p><b>Taktile Agnosie (Stereognosie) .....</b></p> <p><b>Praxis .....</b></p> <p><b>Anosognosie .....</b></p>	<p><b>Hypothesen zur Therapieplanung .....</b> 246</p> <p><b>Vorgehensweise (Funktion oder Kompensation) und Auswahl der Maßnahmen .....</b> 247</p> <p><b>Maßnahmen (Therapiebeispiele) .....</b> 247</p> <p><b>Bauchmuskulatur: Hüftbeuger links .....</b> 247</p> <p><b>Beispiel einer handlungsorientierten Therapieeinheit .....</b> 253</p> <p><b>Ziele des Patienten, Therapiebeispiel Treppe .....</b> 255</p> <p><b>Reflexion der Therapieziele .....</b> 257</p> <p><b>11.8 Fallbeispiel Herr M.: Behandlung von Rumpf, oberer und unterer Extremität .....</b> 258</p> <p><b>Anamnese .....</b> 258</p> <p><b>Ziele des Patienten – Grund für die Therapie .....</b> 258</p> <p><b>Befunderhebung .....</b> 258</p> <p><b>Therapieziele .....</b> 260</p> <p><b>Hypothesen zur Therapieplanung .....</b> 260</p> <p><b>Auswahl der Maßnahmen (Therapiebeispiele) .....</b> 260</p>
<b>C Behandlung auf neurophysiologischer Basis</b>	
<p><b>11 Befunderhebung und Therapiedurchführung .....</b> 229</p> <p><b>11.1 Befunderhebung .....</b> 230</p> <p><b>11.1.1 Quantitative und qualitative Aussagen .....</b> 231</p> <p><b>11.1.2 Bewegungsanalyse .....</b> 231</p> <p><b>11.2 Therapieziele .....</b> 231</p> <p><b>11.3 Therapieplanung .....</b> 232</p> <p><b>11.4 Therapie .....</b> 232</p> <p><b>11.4.1 Reflexion .....</b> 233</p> <p><b>11.5 Manual zum Befunderhebungsbogen .....</b> 233</p> <p><b>11.5.1 Allgemeine Angaben zum Patienten und zur Krankheitsgeschichte .....</b> 233</p> <p><b>11.5.2 Ersteindruck .....</b> 233</p> <p><b>Beobachtungen während der ersten Therapieeinheit(en) .....</b> 233</p> <p><b>11.5.3 Ziele des Patienten .....</b> 234</p> <p><b>11.5.4 Neuropsychologischer Kurzbefund .....</b> 234</p> <p><b>11.5.5 Quantitative Befunderhebung .....</b> 235</p> <p><b>11.5.6 Qualitative, funktionelle Befunderhebung .....</b> 235</p> <p><b>Befunderhebung möglicher Abweichungen .....</b> 235</p> <p><b>11.5.7 Sensibilitätsüberprüfung .....</b> 238</p> <p><b>Stereognosie .....</b> 238</p> <p><b>Tiefensensibilität .....</b> 239</p> <p><b>Bewegungssinn (Placing) .....</b> 239</p> <p><b>Kraftsinn (Holding) .....</b> 239</p> <p><b>Stellungssinn (Mirroring) .....</b> 239</p> <p><b>Oberflächensensibilität .....</b> 240</p> <p><b>11.6 Dokumentation .....</b> 240</p> <p><b>11.7 Fallbeispiel Herr K: Patient mit geringen Defiziten .....</b> 241</p> <p><b>Anamnese .....</b> 241</p> <p><b>Ziele des Patienten – Grund für die Therapie .....</b> 242</p> <p><b>Neuropsychologischer Kurzbefund .....</b> 242</p> <p><b>Quantitative Befunderhebung .....</b> 242</p> <p><b>Qualitative, funktionelle Befunderhebung .....</b> 243</p> <p><b>Zielhierarchie .....</b> 246</p>	<p><b>11.9 Fallbeispiel Frau L.: Behandlung der oberen Extremität .....</b> 281</p> <p><b>Anamnese .....</b> 281</p> <p><b>Befunderhebung .....</b> 282</p> <p><b>Hypothesen zur Therapieplanung, Maßnahmen (Therapiebeispiele) .....</b> 282</p> <p><b>11.10 Fallbeispiel Herr L.: Behandlung der oberen Extremität und der Graphomotorik .....</b> 286</p> <p><b>Anamnese .....</b> 286</p> <p><b>Ziele des Patienten – Grund für die Therapie .....</b> 286</p> <p><b>Befunderhebung .....</b> 286</p> <p><b>Hypothesen zur Therapieplanung, Maßnahmen (Therapiebeispiele) .....</b> 287</p> <p><b>12 Das Kanadische Modell der Betätigungs-Performanz (CMOP) .....</b> 303</p> <p><b>Sabine George</b></p> <p><b>12.1 Einleitung .....</b> 304</p> <p><b>Weshalb wird in diesem Buch ein Ergotherapie-Modell vorgestellt? .....</b> 304</p> <p><b>12.2 Das Kanadische Modell der Betätigungs-Performanz (CMOP) .....</b> 304</p> <p><b>Kernelement Betätigung .....</b> 304</p> <p><b>Kernelement Klientenzentriertheit .....</b> 304</p> <p><b>Person .....</b> 306</p> <p><b>Umwelt .....</b> 306</p> <p><b>Betätigung (Occupation) .....</b> 307</p> <p><b>Betätigungs-Performanz .....</b> 307</p> <p><b>12.3 Möglichkeiten der Integration in die praktische Arbeit .....</b> 308</p> <p><b>12.3.1 Das Canadian Occupational Performance Measure (COPM) .....</b> 308</p> <p><b>12.3.2 Das Occupational Performance Process Model (OPPM) .....</b> 309</p> <p><b>Schritt 1: Betätigungs-Performanz-Belange (OPIs) identifizieren, validieren und priorisieren .....</b> 309</p> <p><b>Schritt 2: Theoretische Ansätze auswählen .....</b> 310</p>

<i>Schritt 3: Performanz-Komponenten und Umweltbedingungen identifizieren .....</i>	310	13.1.9	Überlegungen für die Anbahnung von Armaktivitäten .....	326
<i>Schritt 4: Stärken und Ressourcen identifizieren .....</i>	310	13.1.10	Schlusswort .....	327
<i>Schritt 5: Anzustrebende Ergebnisse aushandeln und Aktionsplan entwickeln .....</i>	311	13.2	Das Affolter-Modell: Gespürte Interaktion zwischen Person und Umwelt .....	327
<i>Schritt 6: Aktionsplan durch Betätigung umsetzen....</i>	311	13.2.1	<i>Reinhard Ott-Schindeler</i> Entwicklung des gesunden Kindes .....	327
<i>Schritt 7: Betätigungs-Performanz-Ergebnisse evaluieren.....</i>	311	13.2.2	Organisation der Suche nach Spürinformation .....	329
12.3.3 Weitere Anwendungsmöglichkeiten.....	311	13.2.3	Verhaltensweisen und -auffälligkeiten bei Patienten .....	329
12.4 Chancen und Grenzen der Arbeit nach dem CMOP .....	312	13.2.4	Was bedeutet »Führen«? .....	329
12.5 Ausblick: CMOP und ICF .....	313	13.2.5	<i>Auswahl des Geschehens</i> .....	330
12.5.1 Gemeinsamkeiten und Unterschiede .....	313	13.2.6	Ich wirke im Alltag .....	332
12.5.2 Möglichkeiten der Integration von CMOP und ICF .....	314	13.3	Wie kommt der Patient zur Ausführung .....	332
12.6 Zusammenfassung und Diskussion .....	314	13.3.1	Kognitiv therapeutische Übungen nach Perfetti .....	334
<b>13 Therapiekonzepte .....</b>	<b>315</b>	13.3.2	<i>Hans Hary</i> Probleme ergotherapeutischer Befundaufnahme .....	334
13.1 Das Bobath-Konzept in der Ergotherapie .....	317	13.3.3	Das Perfetti-Konzept .....	334
<i>Ursula Kleinschmidt</i>		13.3.4	<i>Historie, Entstehung und bisherige Weiterentwicklung</i> .....	334
13.1.1 Einführung .....	317		<i>Theoretischer Hintergrund des Perfetti-Konzepts</i> .....	335
13.1.2 Historischer Rückblick.....	317		Grundlagen des Perfetti-Konzepts .....	335
13.1.3 Das Behandlungskonzept .....	317		<i>Sensibilität und Zielgerichtetheit</i> .....	335
<i>Plastizität .....</i>	317		<i>Aufmerksamkeit</i> .....	336
<i>Normale Bewegung.....</i>	318		<i>Die Komponenten der spezifischen Pathologie</i> .....	336
<i>Alignment.....</i>	318		<i>Abnorme Reaktion auf Dehnung</i> .....	336
<i>Tonus.....</i>	318		<i>Abnorme Irradiation</i> .....	337
13.1.4 Theorien zur Bewegungskontrolle .....	319	13.4	Praktische Übungen .....	338
<i>Reflextheorie (Stimulus-Response-Theory)</i> .....	319		<i>Übungen 1. Grades</i> .....	338
<i>Hierarchisches Modell</i> .....	319		<i>Übungen 2. Grades</i> .....	338
<i>Theorie dynamischer Systeme</i> .....	319		<i>Übungen 3. Grades</i> .....	338
13.1.5 Steuerung und Kontrolle von Bewegung .....	320	13.4.1	Durch ein Eigenprogramm Beweglichkeit erhalten: Sekundärprophylaxe bei Hemiplegie .....	338
<i>Tonus</i> .....	320		<i>Christa Berting-Hüneke</i>	
<i>Reziproke Innervation</i> .....	320		Warum ein Eigenprogramm? .....	338
<i>Bewegungsmuster</i> .....	320		<i>Eigenverantwortung der Betroffenen wecken und stärken</i> .....	339
13.1.6 Die Anwendung des Bobath-Konzepts.....	321		<i>Wer ist zuständig?</i> .....	339
<i>Theoretische Überlegungen</i> .....	321		<i>Beweglich bleiben trotz Behinderung</i> .....	340
13.1.7 Grundlage für Therapieaufbau und Therapiemaßnahmen.....	321	13.4.2	Passive Beweglichkeit erhalten .....	340
<i>Der Befund</i> .....	321		<i>Es ist (fast) nie zu spät</i> .....	340
<i>Therapie auf Ebene des Individuums: funktionelle Therapie</i> .....	322		<i>Worauf es ankommt: Probleme durch Hemiplegie</i> .....	340
<i>Therapie auf der Ebene der Interaktion von Individuum und Umwelt: funktionale Therapie.....</i>	323		<i>Sind Dehnung und Lagerung irgendwann überflüssig?</i> .....	341
<i>Fließender Übergang der Ebenen: ein Beispiel .....</i>	323		<i>Angehörige als Co-Therapeuten?</i> .....	341
<i>Carry over</i> .....	323	13.4.3	<i>Auswahl und Durchführung von Dehnungsübungen</i> .....	341
13.1.8 Therapieaufbau.....	324		Erarbeiten und Zusammenstellen des Eigenprogramms .....	342
<i>Problem analysieren .....</i>	324		<i>Dosiert Eigenverantwortung übergeben</i> .....	342
<i>Ziel setzen.....</i>	324		<i>Gestufte Entwicklung des Eigenprogramms</i> .....	342
<i>Aufgabe selektieren.....</i>	324		<i>Auswahl und Anzahl der Übungen</i> .....	342
<i>Behandlung beginnen .....</i>	324		<i>Fixierung des Eigenprogramms in Bild und Wort</i> .....	342
<i>Behandlung ist Interaktion .....</i>	324		<i>Abfolge der Übungen</i> .....	343
<i>Tonus.....</i>	325		<i>Individuelle Durchführungshinweise</i> .....	343
<i>Tonusbeeinflussende Faktoren.....</i>	325		<i>Praktische Vorgehensweise</i> .....	343

**D Anhang**

<b>14</b>	<b>Arbeitsbögen: Befunderhebung und Therapie-durchführung .....</b>	<b>347</b>
14.1	Neurophysiologischer Befunderhebungsbogen....	348
14.2	Therapieplan .....	352
<b>15</b>	<b>Literatur .....</b>	<b>355</b>

# **Neurophysiologische und neuropsychologische Grundlagen**

- 1      Neurophysiologische Grundlagen – Zentrales Nervensystem – 3**
- 2      Sensorische Systeme – 11**
- 3      Motorische Systeme – 27**
- 4      Sensomotorik – 53**
- 5      Normale Bewegung – 83**
- 6      Neuropsychologie – 121**

# Neurophysiologische Grundlagen – Zentrales Nervensystem

- 1.1 Funktionelle Einteilung – 4**
- 1.2 Anatomische Einteilung – 4**
- 1.3 Aufbau der Nervenzelle (Neuron) – 4**
  - 1.3.1 Synapsen – 5
  - 1.3.2 Weiterleitung der Erregung – 5
  - 1.3.3 Periphere Neurone – 5
- 1.4 Vereinfachte Darstellung der Reizverarbeitung im Neuronenverband – 6**
  - 1.4.1 Erregende Reizverarbeitung – 6
    - Divergenz (Auseinandergehen)* – 6
  - 1.4.2 Hemmende Reizverarbeitung (vereinfachte Darstellung nach Speckmann 1992) – 6
  - 1.4.3 Bewegungsausführung – 8
- 1.5 Nicht erregbare Gliazellen – 8**
- 1.6 Graue und weiße Substanz – 10**

## 1.1 Funktionelle Einteilung

### Beachte

Das elementare Ziel des Individuums ist die Kommunikation und Auseinandersetzung mit der Umwelt und ihre Manipulation.

Um diese Kommunikation und Manipulation zu ermöglichen, muss die Umwelt erfahren werden. Sowohl äußere Reize der Umwelt als auch Informationen über die Position und Aktivität des Körpers (innere Reize) im Raum bilden hierfür die Grundlage. Um diese Informationen aufzunehmen und zu verarbeiten benötigt der Mensch seine Sinne.

- Durch spezielle afferente Nervensysteme – **sensorische Systeme** (Sinnessysteme) – wird die Umwelt für das Lebewesen erfassbar,
- durch die Wahrnehmung (kognitive Funktionen) wird sie bewusst und
- über efferente Nervensysteme (**motorische Systeme**) werden **Handlungen** (exeutive Funktionen), d.h. eine Interaktion möglich.

Funktionell gesehen, spricht man vom

- **sensorischen (sensiblen) Nervensystem und**
- **motorischen Nervensystem.**
- Das **vegetative Nervensystem** reguliert die Tätigkeit der inneren Organe und stimmt sie auf die Belange des Gesamtorganismus ab. Da es vom Bewusstsein weitgehend unabhängig agiert, wird es auch als **autonomes Nervensystem** bezeichnet.

## 1.2 Anatomische Einteilung

Das Nervengewebe wird aus zwei Zelltypen aufgebaut, den **erregbaren Nervenzellen** und den **nicht erregbaren Gliazellen**. Die Verarbeitung der Reize, d.h. **Reizaufnahme, Verarbeitung und Weiterleitung** erfolgt über die **Nervenzellen**. Nach der Art ihrer Funktion und Konzentration untergliedert man das Nervensystem grob in zwei Bereiche.

- Das **Zentrale Nervensystem (ZNS)** besteht aus Gehirn und Rückenmark (Abb. 1.1 gestrichelte Linie).
- Das **Periphere Nervensystem (PNS)** besteht aus neuronalen Strukturen (Nervenstränge=Traktus, Nervengeflechte= Plexus), die sich außerhalb des Rückenmarks befinden.
- **Spinalnerven** verbinden das ZNS mit der Peripherie. Sie sind gemischte Nerven, d.h., sie besitzen motorische und sensorische Anteile.

## 1.3 Aufbau der Nervenzelle (Neuron)

Die Nervenzelle (das Neuron) besteht aus einem **Zellkörper**, genannt **Perikaryon** (Soma oder Körper) mit meist mehreren **Fortsätzen** (Abb. 1.1). Unterschieden werden hier:

- **Dendriten:** zuführende Fortsätze für die Informationsaufnahme und
- **Axon oder Neurit:** ableitender Fortsatz für die Informationsabgabe.

Die Verbindung des Axons zu anderen Neuronen nennt man **Synapse** (gr. synapsis für Verknüpfung). Die meisten Axone teilen sich an ihren Endigungen in mehrere Synapsen auf und geben dadurch die Informationen an andere parallel geschaltete Neurone weiter (**Axonkollaterale**). Die Axone können Längen von über einem Meter erreichen und stellen dadurch Nervenverbindungen über große Distanzen her. Die Weiterleitung der Erregung erfolgt über elektro-chemische Prozesse (**Aktionspotenziale**) (elektronisch über das Axon und chemisch über die Synapse).

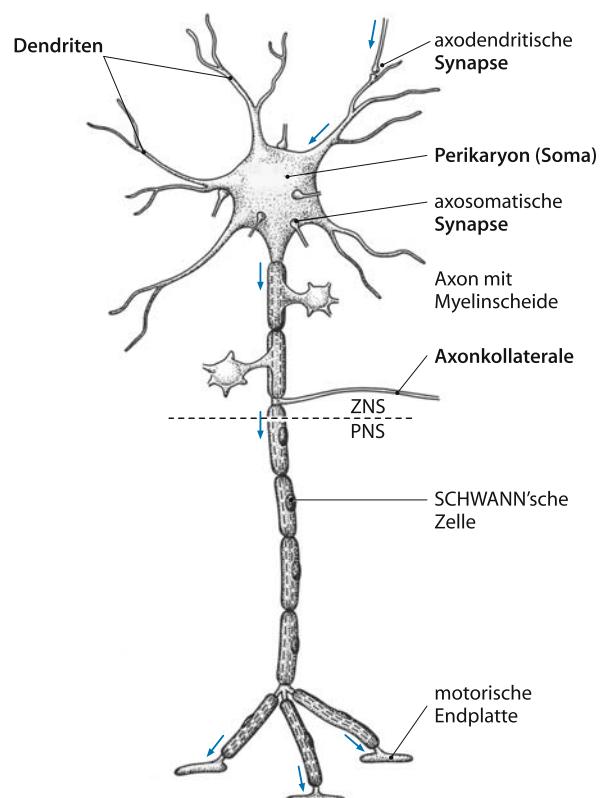


Abb. 1.1. Motorisches Neuron. (Aus: Zilles und Rehkämper 1998)

### 1.3.1 Synapsen

Synapsen bilden die funktionellen Verbindungsstellen zwischen den Neuronen (Abb. 1.2). Übersicht 1.1 zeigt verschiedene Möglichkeiten für diese Verbindung.

#### Übertragung der Erregung

Synapsen übertragen in der Regel das elektrische Erregungspotenzial aus dem präsynaptischen Axon durch **chemische Botenstoffe (Transmitter)**, (Glutamat, GABA etc.) auf das postsynaptische Neuron.

##### Beachte

Durch die Art des Transmitters kann die Wirkung auf das Folgeneuron **erregend** (Glutamat) oder **hemmend** (GABA) ausfallen.

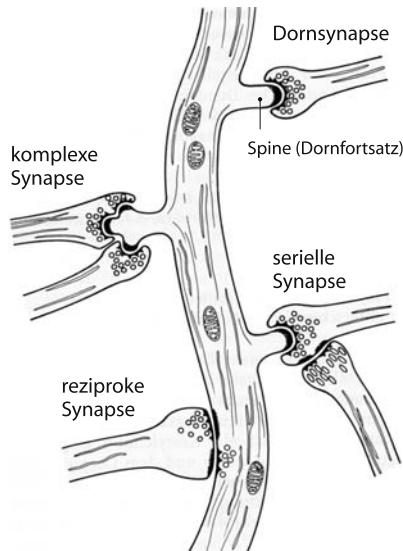


Abb. 1.2. Dendrit mit verschiedenen Synapsen. (Aus: Zilles und Rehkämper 1998)

##### Übersicht 1.1: Synapsen

- **Axodendritische Synapsen:** Synapsen zwischen dem verdickten Ende des Axon (präsynaptischer Anteil) und dem Dendrit (postsynaptischer Anteil)
- **Axosomatische Synapsen:** Synapsen zwischen Axon und Perikaryon
- **Axonaxone Synapsen:** Synapsen zwischen Axon und Axon (an einem Neuron befinden sich 100–1.000 Synapsen)
- **Periphere Synapsen** bildet die **motorische Endplatte**, an der das Axon die Skelettmuskulatur innerviert.

Die Erregung führt zu einer weiteren Erregung und die Hemmung zu einer Aktivitätsverringerung des postsynaptischen Neurons.

### 1.3.2 Weiterleitung der Erregung

##### Beachte

Ob eine Erregung als Aktionspotenzial weitergeleitet wird, hängt davon ab, ob eine bestimmte **Größe, d.h. ein bestimmter Schwellenwert** erreicht wird.

Die Erregungen werden innerhalb des Perikaryon summiert und als Aktionspotenzial über das Axon an andere Zellen weitergeleitet. Man kann sich diesen Vorgang in etwa wie bei einem brechenden Staudamm vorstellen.

##### Beachte

Das Erregungspotenzial folgt dem »**Alles oder Nichts Prinzip**«; d.h., es entsteht entweder gar nicht oder es wird in voller Stärke bis zur synaptischen Verbindung weitergeleitet.

Die erregende Wirkung des Axons kann je nach Erregungspotenzial einen **erregenden oder hemmenden** (inhibierenden) Einfluss auf das postsynaptische Neuron ausüben. Die Erregung an den motorischen Endplatten führt zur Kontraktion der entsprechenden Muskeln und somit zu Bahnung einer Bewegung. So lassen sich die im Bobath-Konzept verwendeten Begrifflichkeiten »**Hemmung und Bahnung**« erklären.

### 1.3.3 Periphere Neurone

Eine Zerstörung zentraler Neurone ist nicht mehr reversibel. Reorganisationsprozesse erfolgen über noch intakte Neurone, die die beeinträchtigten Funktionen übernehmen (**neuronale Plastizität**).

##### Beachte

Periphere Verschaltungen besitzen ein gewisses Genesungspotenzial. Die Axone sprossen ab der Läsionsstelle wieder neu aus und wachsen mit einer Geschwindigkeit von ca. 1 Millimeter pro Tag zu ihrem ursprünglichen Innervationsorgan.

## 1.4 Vereinfachte Darstellung der Reizverarbeitung im Neuronenverband

### 1.4.1 Erregende Reizverarbeitung

In Abb. 1.3 ist die Reizverarbeitung vereinfacht dargestellt.

#### Direkte Erregung

Die **direkte Erregung** wird gradlinig vom Startneuron bis zum Zielneuron weitergeleitet. Die Neuronenketten sind dabei häufig über Axonkollateralen mit parallel verlaufenden Neuronenketten verbunden (s. unten »Divergenz- und Konvergenzprinzip«). Tabelle 1.1 zeigt ein Beispiel für die direkte Erregung.

#### Divergenz (Auseinandergehen)

Über Axonkollaterale findet eine Erregungserweiterung zu parallel liegenden Neuronen statt. Auf diese Weise wird es möglich, dass ein verhältnismäßig kleiner Reiz durch zahlreiche Nervenzellen wahrgenommen wird. Dies ermöglicht u.a. die differenzierte Sensibilität der Finger.

#### Konvergenz (Fusion)

Ist das Erregungspotenzial der vorgeschalteten Zelle zu gering, um den Schwellenwert der direkt nachgeschalteten Zelle zu überwinden, bedarf es mehrerer Startneurone, die

über kollaterale Axone (1. Neuron) das Erregungspotenzial der nachgeschalteten Zelle erhöhen. Durch das Konvergenzprinzip ist es möglich, die Vielzahl eintreffender Reize (Erregung) zu **selektieren**, auf das Wesentliche zu reduzieren, um beispielsweise eine Reizüberflutung zu verhindern.

#### Beachte

Bei der Erregungsverarbeitung im ZNS sind Konvergenz (Erregungserweiterung) und Divergenz (Zusammenfassen von Erregungspotenzialen) eng miteinander vernetzt (Speckmann 1992).

### 1.4.2 Hemmende Reizverarbeitung

In Abb. 1.4 ist die hemmende Reizverarbeitung (vereinfacht) dargestellt.

#### Rückwärtshemmung und Adaption

Durch die Axonkollaterale auf ein hemmendes Neuron erfolgt die nachgeschaltete Hemmung des Startneurons. Dieser Vorgang begrenzt u.a. die Wiederholungsfrequenz des Startneurons. Die **Adaption** der Rezeptoren an einen gleich bleibenden Reiz wird ermöglicht. Die bestehende Energie (Aufmerksamkeit) muss währenddessen nicht permanent auf den bestehenden Reiz gerichtet werden.

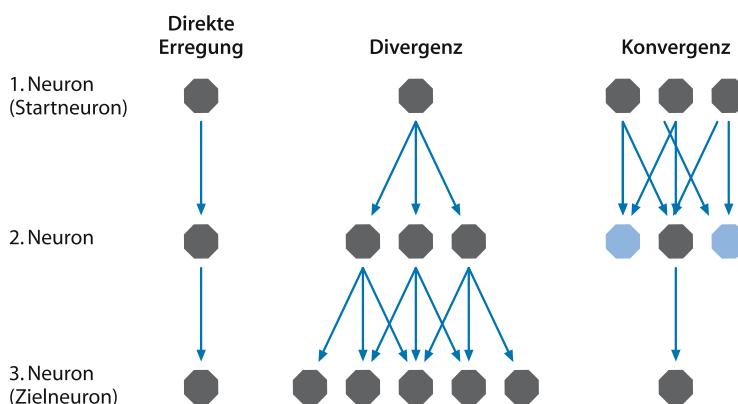


Abb. 1.3. Vereinfachte Darstellung der Erregungsverarbeitung im ZNS. (Nach Deetjen und Speckmann 1992)

Tabelle 1.1. Beispiel für die zentrale Verschaltung der epikritischen Oberflächensensibilität

1. Neuron	2. Neuron	3. Neuron	4. Neuron
Spinalganglion	Nucleus gracilis et Nucleus cutaneus	Thalamus	Gyrus postcentralis (primär somatosensorisches Kortexareal)

## 1.4 · Vereinfachte Darstellung der Reizverarbeitung im Neuronenverband

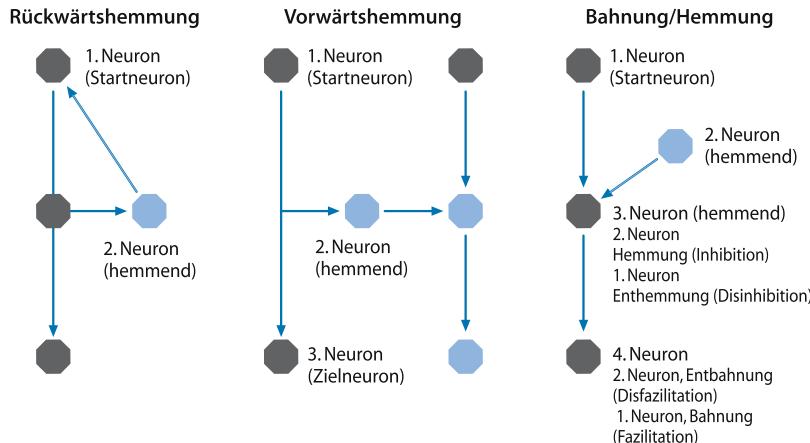


Abb. 1.4. Vereinfachte Darstellung der hemmenden Reizverarbeitung. (Nach Deetjen und Speckmann 1992)

### Beispiel

Bei einem neuen Wecker wird dessen Ticken als laut empfunden, mit zunehmender Gewöhnung erfolgt eine Adaption an den Reiz. Akustischen wahrgenommen wird dann erst wieder sein lautes Klingelgeräusch, wenn die Weckfunktion aktiviert ist. Ähnlich zeigt sich die Adaption an den Reiz beim Anziehen eines Kleidungsstückes (taktile): An den eng anliegenden Stellen wird es kurz zurechtgezogen, und der dezente Druckkreis verschwindet. Dieser Regelkreis zeigt sich vor allem bei Rezeptoren, die äußere Reize aufnehmen, den Exterozeptoren.

### Vorwärtshemmung

Durch kollaterale Axone, die einen hemmenden Einfluss auf Nachbarneurone ausüben, wird die Reizintensität des primären Startneurons verstärkt und die der parallel liegenden Neurone vermindert. Bei sensorischen Prozessen erfolgt hierdurch eine Differenzierung (Kontrastierung) des Reizes, daher bezeichnet man diesen Prozess als **Kontrastphänomen**.

### Beispiel

Auf einer Party mit einer entsprechend hohen Geräuschkulisse wird es schwer, differenzierte Geräusche wahrzunehmen. Hört man jedoch in der Menge seinen Namen, werden die Geräusche des Umfeldes weggehemmt und dadurch das Gespräch, dem man zuhören möchte, intensiviert.

Innerhalb normaler Bewegungsabläufe ist dieser Vorgang unabdinglich. Das agonistisch erregende Neuron wirkt über kollaterale Verschaltungen hemmend auf die Innervation des Antagonisten; und zwar genau in dem Maße, wie es die harmonische Bewegungsausführung erfordert. Somit wirkt die agonistische Erregung/Muskelaktivität (z.B. Armflexoren) hemmend auf die antagonistische Muskulatur (Armeextensoren), dies bezeichnet man als **reziproke Hem-**

**mung**. Da innerhalb normaler Bewegungsabläufe das Agonisten-/Antagonistenverhältnis permanent wechselt und sich stets auf mehrere Muskelgruppen bezieht, bezeichnet man das harmonische Gesamtzusammenspiel der Muskulatur, die auf einem unterschiedlichen Erregungsniveau aktiviert wird, als **reziproke Innervation** (► Kap. 4.1.3 »Reziproke Hemmung«).

### Bahnung/Entbahnung und Hemmung/Enthemmung

**Bahnung (Fazilitation).** Das 1. Neuron wirkt mit einer erregenden Daueraktivität auf das 3. Neuron, welches wiederum die Erregung auf das 4. Neuron weiterprojiziert und dadurch beispielsweise eine Bewegung an der Skelettmuskulatur (motorische Endplatte) anbahnt.

**Hemmung (Inhibition).** Die kurzzeitige Entladung des 2. hemmenden Neurons führt zur Unterbrechung der Dauererregung, also zur Hemmung (Inhibition) des 3. Neurons, was wiederum am 4. Neuron zu einer Entbahnung (Disfazilitation) führt.

**Enthemmung (Disinhibition).** Vermindert das 2. Neuron seine hemmende Entladung, erfolgt eine Enthemmung (Disinhibition) des 3. Neurons, wodurch wiederum das 4. Neuron seine bahnende Wirkung zeigt.

### Beachte

Eregernde und hemmende Einflüsse wirken sich nicht nur auf das postsynaptische Neuron (3. Neuron), sondern auch auf nachgeschaltete Neurone aus (Speckmann 1992; s. Beispiel in ► Abschn. 1.4.3).

### 1.4.3 Bewegungsausführung

#### Beachte

**Hemmung und Bahnung** bedingen sich bei der Bewegungsausführung entsprechend der Bewegungsidee und der äußeren Umwelteinflüsse **reziprok (wechselseitig)** (Abb. 1.5).

Der **Ausfall des 2. hemmenden Neurons** bewirkt eine permanente Erregung des 3. Neurons, was sich beispielsweise bei der Skelettmuskulatur in einer pathologischen Tonuserhöhung zeigen kann. Jede weitere Bahnung würde in diesem Fall zu einer weiteren Tonuserhöhung (bis hin zur Spastik) führen und somit der normalen Bewegungsanbahnung entgegenwirken.

#### Therapierelevanz

Um die Spastik zu reduzieren, bringt man die Extremität in eine Position, in der die Erregung des 1. Neurons seine geringste Wirkung zeigt und das 2. Neuron über seine größtmögliche Hemmung verfügt, diese nennt man **spasmusemmende Stellung** (z.B. bei der oberen Extremität: Schultergelenk, Außenrotation, Abduktion und Elevation mit Extension im Ellenbogen etc.).

Um eine Bewegung zu Bahnen (Fazilitieren; 4. Neuron) muss eine Enthemmung (Disinhibition) des 3. Neurons erfolgen, die eine pathologische Tonuserhöhung verhindert und dennoch eine physiologische Bewegungsanbahnung ermöglicht. Positionen, die eine physiologische Bewegungsanbahnung ermöglichen (die Hemmung reduzieren), werden daher als »**disinhibitorische Stellung**« bezeichnet (s. Fallbeispiele). In der unteren Extremität wäre dies z.B. der Kniestand zur Anbahnung der physiologischen Gewichtsübernahme (Standbein). Durch die Flexion des Knie wird das Extensorenmuster im Bein gehemmt und durch die gleichzeitige Extension im Hüftgelenk die physiologische Gewichtsübernahme gebahnt (vorbereitet).

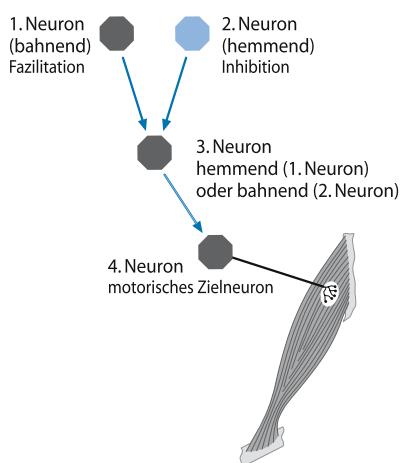


Abb. 1.5. Neuronale Verschaltung zur Bewegungsanbahnung

### 1.5 Nicht erregbare Gliazellen

Gliazellen sind vor allem zahlreicher (10-mal mehr als Neurone) und in ihrer Funktion vielseitiger als die Neurone. Zudem besitzen sie die Möglichkeit der Regeneration. Je nach Erscheinungsbild und Funktion unterteilt man sie in drei Hauptgruppen:

#### Astroglia/-zyten

Sie bilden die häufigste Zellform im ZNS. Mit ihren sternförmig abstrahlenden Fortsätzen dienen sie der Stütz- und Ernährungsfunktion von Neuronen.

#### Oligodendroglia/-zyten

Da die Erregungsleitung der Axone über elektrische Impulse verläuft, bedarf es einer isolierenden Schicht. Diese wird durch die Oligodendroglia bereitgestellt, die die Myelinscheide (Markscheide) bildet. In Abb. 1.6a umwickeln die Fortsätze der Oligodendrogliazelle mehrere Axone. Entsprechend der Anzahl der Umwicklungen verdickt sich die Myelinscheide und bedeckt dabei mit den Fortsätzen jeweils ca. 1 mm des Axons.

Zwischen den Gliafortsätzen entsteht ein schmaler Spalt, in dem die Oberfläche des Axons frei liegt (Abb. 1.6b, c links). Dieser Bereich wird als **Ranvier-Schnürring** bezeichnet. Während die Erregung an unmyelinisierten Axonen kontinuierlich über die ganze Axonellänge weitergeleitet wird (Abb. 1.6c rechts), erfolgt an den myelinisierten Axonen ein Überspringen der Myelinscheide (Isolierschicht). Das Erregungspotenzial springt von Schnürring zu Schnürring (**saltatorische Erregung**) und erreicht dabei eine Geschwindigkeit, welche die der unmyelinisierten Axone um ein Vielfaches übersteigt (100-mal schneller).

#### Beachte

Je größer der Durchmesser der Myelinscheide, desto höher ist die Leitungsgeschwindigkeit des Axons (Tabelle 1.2).

Daher sind vor allem Nervenbahnen, die große Strecken mit hoher Geschwindigkeit überwinden müssen (wie z.B. die Pyramidenbahn, Axone des  $\alpha$ -Motoneurons oder der Somatosensorik) stärker myelinisiert.

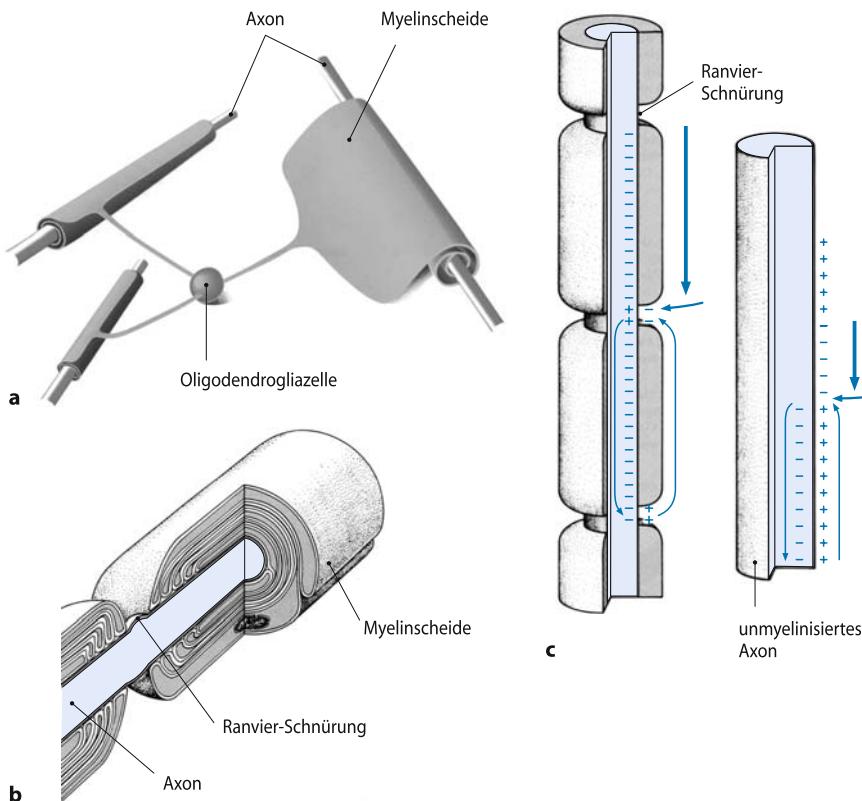
#### Beachte

Mit der Reifung der Myelinscheide entwickelt sich das Absorptionsvermögen des Menschen (u.a. Voraussetzung für Schulreife).

#### Mikrogliazellen

Sie kommen meist nur im geschädigten Nervensystem vor. Es sind sog. Fresszellen, die geschädigte oder abgestorbene Neurone entsorgen. (Im eigentlichen Sinn zählt man

## 1.5 • Nicht erregbare Gliazellen



**Abb. 1.6.** a Myelinscheide.  
(Aus: Schmidt 1998). b Ranvier-Schnürring. c Erregungsleitung.  
(Aus: Zilles und Rehkämper 1998)

**Tabelle 1.2.** Durchmesser und Leitungsgeschwindigkeit verschiedener Nervenfasern

Funktion	Durchmesser in $\mu\text{m}$	Geschwindigkeit in m/s
Afferente Faser der Muskelspindel=Ia-Faser	10–20	70–120
Afferente Faser der Sehnenspindel=Ib-Faser	10–20	70–120
Efferente Faser der Muskulatur=α-Motoneuron=A $\alpha$ -Fasern	12–20	70–120
Efferente Fasern der Muskelspindeln=γ-Motoneuron=A $\gamma$ -Fasern	3–6	15–30
Afferente Fasern der Hautrezeptoren (Schmerz/Temperatur)	2–5	12–30
Fasern der tiefen Drucksensibilität (Muskel)	2–5	10–25
Marklose Schmerzfasern des vegetativen Nervensystems	1 (keine Myelinscheide)	1

das Mikroglia nicht zum neuronalen Gewebe, sondern zu den Makrophagen [Abwehrzellen], die in das ZNS eingewandert sind. Entsprechend ihrer Aufgabe könnte man sie als Müllmänner und Polizisten des ZNS bezeichnen [Trepel 2003].)

### Beachte

Das Glagewebe erfüllt eine Reihe von Hilfsfunktionen, ohne die das neuronale Gewebe nicht funktionsfähig wäre.

### Beispiel

**Selbsterfahrung mit zwei Personen.** Im Versuch mit zwei Personen kann man die Nervenleitgeschwindigkeit »überlisten«. Dies lässt sich am besten am Bein demonstrieren, da es die vom ZNS am weitesten entfernte Extremität (mit der längsten Leitungsstrecke) ist. Die Testperson legt sich möglichst bequem mit dem Rücken auf eine Liege. Die Arme und Beine liegen ebenfalls locker gestreckt auf der Unterlage. Die zweite Person hebt mit ihren Händen ein Bein an. Die Testperson wird aufgefordert, das Bein möglichst locker hängen zu lassen, bis das komplette Gewicht des Beines in den Händen zu spüren ist. Gegebenenfalls kann man durch ein kurzes Auf- und Abbewegen des Beines die Entspanntheit prüfen. Die Versuchsperson wird nun aufgefordert, beim Zurückziehen und Loslassen der Hände das Bein in der Luft zu halten und nicht auf die Unterlage fallen zu lassen. Selbst bei mehrmaliger Versuchswiederholung wird es nur schwer gelingen, das Bein in der Luft zu halten.

kortex (der eine ausgebreitete Fläche von  $2.200 \text{ cm}^2$  besitzt) nahezu unerkannt bleiben, während ein Herd mit gleichem Ausmaß in der Medulla oblongata (bei der die neuronalen Fasern zum und vom Rückenmarkskanal etwa der Stärke des Daumens entsprechen) oder im Rückenmark fatale Auswirkungen besitzen.

### 1.6 Graue und weiße Substanz

Da die Zellmembranen der Myelinscheiden Fette (Lipide) enthalten, erscheinen Gebiete mit einer hohen Anzahl an **myelinisierten Axonen** weißlich. Daher bezeichnet man diese Gebiete als **weiße Substanz**.

Unmyelinisierte Axone, Dendriten und die **Perikaryen** besitzen dagegen ein rötlich braunes Erscheinungsbild und werden als **graue Substanz** bezeichnet. Die weiße Substanz (myelinisierte Axone) stellt die Verbindung über weite Entfernung (z.B. Projektionsbahnen) zu den neuronalen Verarbeitungszentren her, d.h. zur grauen Substanz (z.B. Hirnkerne).

#### Exkurs Neuropathologie.

**Hirntumore** (intrakraniale Geschwülste) entstehen meist durch eine Entartung des Gliagewebes (Gliom, Astrozytom), hingegen sind aufgrund der fehlenden Zellteilung der Neurone neuronale Tumore sehr selten.

Bei der **multiplen Sklerose (MS)** kommt es zur schubweisen, fortschreitenden und herdförmigen Schädigung bzw. Auflösung der Myelinscheide (weiße Substanz) im ZNS. Diese Schädigung kann zu einer deutlichen Reduzierung der Nervenleitgeschwindigkeit [s. oben, »Unterschied myelinisierter und unmyelinisierter (markloser) Nervenfasern«] bzw. zum kompletten Ausfall der Reizweiterleitung führen. Dadurch kann man sich die Tatsache erklären, dass bei MS-Patienten die Symptomatik in der unteren Extremität häufig schwerwiegender und früher entsteht (s. oben »Selbsterfahrung mit zwei Personen«) als in der oberen Extremität. Die Herde können dabei je nach Größe und Lokalisation zu schweren sensorischen und motorischen Ausfallscheinungen führen oder auch in sog. stummen Regionen (kleinere Herde) unerkannt bleiben. Beispielsweise kann ein Entzündungsherden von einem Durchmesser von einem Zentimeter im Bereich des Neo-

# Sensorische Systeme

- 2.1 Sinnessysteme des Menschen – 12**
  - 2.1.1 Sinneseindruck, Sinnesempfindung und Wahrnehmung  
Wahrnehmung) – 12
  - 2.1.2 Reizaufnahme – 13
- 2.2 Formatio reticularis (FR) – 13**
- 2.3 Thalamus und Hypothalamus (Dienzephalon) – 15**
  - 2.3.1 Thalamus – 15
  - 2.3.2 Hypothalamus – 15
- 2.4 Limbisches System –XX**
- 2.5 Sensorische Areale der Großhirnrinde, Reizverarbeitung – 18**
  - 2.5.1 Projektions- und Assoziationsareale – 18
  - 2.5.2 HemisphärenDominanz – 21
  - 2.5.3 Projektionsbahnen, Reizweiterleitung – 21
- 2.6 Somatosensibilität (propriozeptiv, epikritisch, protopathisch) – 22**
- 2.7 Vestibulariskerne – 23**

### ➤ Definition

Unter sensorischen Systemen versteht man alle Nervenstrukturen, die zuständig sind für die

- Reizaufnahme (Sensoren),
- Reizweiterleitung und
- Reizverarbeitung .

Sinnessysteme, die nur bestimmte Informationen verarbeiten, werden als **Sinnesmodalität** oder **modalspezifisches Verarbeitungssystem** zusammengefasst.

Bezieht sich die Verarbeitung auf mehrere Sinnesmodalitäten oder die Integration derer, spricht man von **multimodalen oder integrativen Verarbeitungssystemen**.

## 2.1 Sinnessysteme des Menschen

### 2.1.1 Sinneseindruck, Sinnesempfindung und Wahrnehmung

#### Sinneseindruck

##### ➤ Definition

**Sinneseindrücke** sind die einfachsten Einheiten einer Sinnesmodalität und werden daher auch als Submodalitäten bezeichnet.

#### Beispiel

Sinneseindrücke der Oberflächensensibilität sind unter anderem glatt, rau, geriffelt, spröde etc. Bei dem visuellen System entspricht dies hell, dunkel, Farbe, Form, bewegend, stehend etc.

#### Sinnesempfindung

Da ein Sinneseindruck nahezu nie isoliert entsteht, werden die Sinneseindrücke einer Sinnesmodalität über Assoziationsfasern in **sekundär sensorischen Assoziationsarealen** zusammengetragen.

##### ➤ Definition

Eine Summe von Sinneseindrücken (Submodalitäten) bezeichnet man als **Sinnesempfindung** (auf ein Sinnessystem bezogen: **modalspezifische Wahrnehmung**).

Sinneseindrücke werden aus der Peripherie über Projektionsbahnen auf die primär sensorischen Felder projiziert.

Nach vorheriger Selektion (durch den Thalamus) werden sie in den sekundär sensorischen Assoziationsfeldern zur modalspezifischen **Sinnesempfindung** zusammengetragen und als Erinnerungsbilder (**Engramme**) verankert.

##### ➤ Definition

Engramme sind abgespeicherte Sinneseindrücke und Empfindungen.

Man sieht z.B. einen Eisklotz (optischer Reiz) und weiß anhand seines somatosensiblen Engrammes, dass dieser sich kalt und glatt anfühlt.

#### Beispiel

**Selbsterfahrung (zwei Personen): Sinnestäuschung anhand der Oberflächensensibilität.** Zwei Personen sitzen sich gegenüber. Eine Person legt ihre rechte Hand mit gespreizten Fingern flach auf die linke Hand der anderen Person (flacher Betriff). Nun fährt eine Person mit Daumen und Mittelfinger der freien Hand über die zusammengelegten Mittelfinger beider Personen. Der somatosensorische Kortex benutzt ein Engramm, welches dem Finger der eigenen Hand entspricht. Durch das Fühlen der unterschiedlichen Finger entstehen Empfindungen, die ungefähr dem von Parästhesien entsprechen.

##### ➤ Beachte

Eine Sinnesempfindung entspricht einer modalspezifischen Wahrnehmung.

#### Wahrnehmung (mehrere Sinnessysteme – multimodale Wahrnehmung)

Im realen Leben treten stets mehrere Sinnesempfindungen gleichzeitig zueinander auf, sie werden im ZNS **parallel verarbeitet**.

##### ➤ Definition

Wahrnehmung entsteht durch die Integration der jeweiligen Sinnesmodalitäten (**multimodale Verarbeitung**) und durch ihre Interpretation mittels Gedächtnisinhalten (Engrammen).

#### Beispiel

**Multimodale Wahrnehmung anhand eines Apfels.** Es fühlt sich an wie ein Apfel (taktile Empfindung), es sieht aus wie ein Apfel (optische Empfindung), es schmeckt wie ein Apfel (gustatorische Empfindung), das macht die multimodale Wahrnehmung des Apfels aus. Durch das Zusammenwirken (Assoziationen) der Sinnesempfindungen wird der Apfel wahrgenommen und im Gedächtnis als Apfel abgespeichert. Sieht man später einen Apfel (modalspezifisch optisch) oder hört man das Wort »Apfel« (akustisch), kann man sich allein durch das visuelle Bild oder das Wort in etwa vorstellen wie er schmeckt, wie er riecht und wie er sich anfühlt. Es ist wichtig, einen Gegenstand über mehrere Sinneskanäle (multimodal) zu empfinden. Das visuelle System stellt dabei zwar neuronal die umfangreichste Sinnesmodalität dar; wird jedoch der Apfel nur über das optische System empfunden, wird nie eine Beziehung zu dem Apfel aufgebaut. Es bleibt nur ein Gegenstand, der ggf. noch als Apfel bezeichnet wird. Trotz der hohen neuronalen Leistung des visuellen Systems stellen die Basis sinne die weitaus wichtigeren Sinnessysteme für die Wahrnehmung dar. Nur durch die Interaktion, das Hantieren (Berühren, Bewegen etc.) mit einem Gegenstand wird er begreif- und erfahrbar (Piaget »Begreifen durch Ergreifen«). Wer sich selbst nicht

## 2.2 • Formatio reticularis (FR)

richtig spürt, wird bei der Wahrnehmung fremder Reize ebenso Schwierigkeiten haben. Ein wesentlicher Faktor, vor allem für die Intensität der Wahrnehmung, bildet zudem die emotionale Bewertung (s. »Limbisches System«). Ein gut schmeckender Apfel bleibt länger im Gedächtnis haften als beispielsweise ein weniger gut schmeckender.

### 2.1.2 Reizaufnahme

Die **Reizaufnahme** beginnt damit, dass ein chemischer oder physikalischer Vorgang (Reiz) aus der Umwelt oder dem eigenen Körper spezialisierte Nervenzellen (Sinnesfühler) erregt. Diese spezialisierten Nervenzellen nennt man **Sensoren** oder **Rezeptoren**. (In der neueren Literatur wird häufig der Begriff »Sensor« anstelle von »Rezeptor« verwendet.)

#### ➤ Definition

Sensoren sind Zellen, die physikalische und chemische Reize in eine nervöse Erregung (Aktionspotenzial) umwandeln und dieses Aktionspotenzial über afferente Bahnen dem ZNS zuleiten.

Für jede Sinnesmodalität oder Empfindung bestehen spezialisierte Sensoren, eine Ausnahme bilden dabei die Nozirezeptoren die zum Teil auch auf unterschiedliche Reize (Schmerz, Druck, Temperatur) reagieren können.

Die genaue Anzahl der menschlichen Sinne findet je nach Literatur unterschiedliche Sichtweisen. Zu den klassischen **fünf Sinnen** zählen: Gesichtssinn, Gehörsinn, Geruchssinn, Geschmackssinn und Tastsinn (Oberflächen-sensibilität »taktil«). In dieser Beschreibung werden der Gleichgewichtssinn »vestibular« und der Bewegungs-, Stellungs- und Kraftsinn zusammenfassend als **Tiefensensibilität** »Propriozeption«, hinzugefügt.

#### Reize: Informationen aus der Umwelt und dem Körper

#### ➤ Beachte

Einen Reiz, der dem Sensor entspricht und die Wahrnehmungsschwelle passiert, nennt man **adäquater Reiz**.

Ist ein Reiz nicht für die Sinnesmodalität ausgelegt oder überwindet er nicht die Reizschwelle, spricht man von einem **unadäquaten Reiz**.

Es wird unterschieden zwischen

- **niederschwellige Rezeptoren** die schon auf eine geringe Reizintensität reagieren, wie beispielsweise die Mechanorezeptoren der Haut und
- **hochschwellige Rezeptoren**, die eine hohe Reizintensität benötigen, wie z.B. die Nozizeptoren (Schmerzrezeptoren).

Nach der Art der eintreffenden Reize unterscheidet man zwei Gruppen von Sinnessystemen:

- **Exterozeptoren** nehmen Reize aus der Umwelt auf,
- **Interozeptoren** nehmen Reize aus dem Körperinnern auf.

Die Gruppe der Exterozeptoren beinhaltet die klassischen fünf Sinnessysteme, hinzu gekommen sind die zwei Systeme der Interozeptoren (Propriozeption und vestibuläre Wahrnehmung). Deshalb spricht man heute von sieben Sinnessystemen (☞ **Tabelle 2.1**).

**Exkurs Pädiatrie.** Das Kind bewegt sich bereits im Mutterleib, dabei führt es den Daumen zum Mund, es dreht sich von der einen auf die andere Seite oder mit dem Kopf von oben nach unten. Somit wird deutlich, dass die Aufnahme von Sinnesempfindungen bereits im Mutterleib beginnen muss. Für die Ausführung der oben genannten Bewegungen benötigt das Kind eine Empfindung für:

- die Stellung/Bewegung der Extremitäten (Daumen zum Mund führen): **propriozeptiv**,
- die Berührung (Daumen lutschen): **taktil**,
- das Gleichgewicht (Beim drehen/wenden des Körpers): **vestibular**.

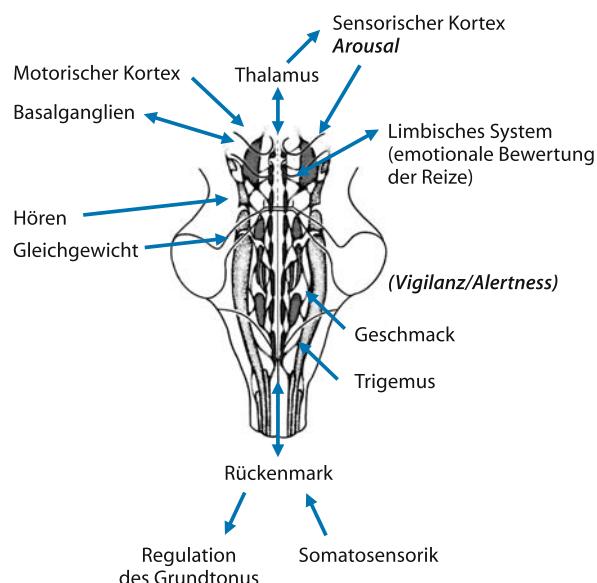
Diese Sinnesmodalitäten bilden das Fundament der menschlichen Bewegungsentwicklung, weshalb sie als **Basissinne** bezeichnet werden. Das Kind benötigt in seiner Entwicklung intakte Sinnesorgane, für eine adäquate Reizaufnahme und gut funktionierende integrative Sinneszentren für die **Verarbeitung** der Sinnesmodalitäten (**sensorische Integration (SI)**). Eine Verarbeitungsbeeinträchtigung der Modalitäten kann sowohl zu sensorisch-motorischen, psychomotorischen als auch zu kognitiven Störungen führen.

## 2.2 Formatio reticularis (FR)

Die Formatio reticularis bildet eine netzartige Formation aus Hirnkernen (graue Substanz), die sich, vom Rückenmark ausgehend, über den gesamten **Hirnstamm** bis hin zum Hypothalamus erstreckt. Sie erhält erregende Zuflüsse aus nahezu allen Sinnessystemen, womit sie ein **multimodales Integrationszentrum** auf Hirnstammebene darstellt. Sie unterhält reziproke Verschaltungen zu zahlreichen anderen Gehirnregionen und reguliert unter anderem lebenswichtige Funktionen, wie z.B. das Atem- und Kreislaufzentrum, Schlaf-Wach-Rhythmus etc. (Trepel 2003). Somit bildet sie einen Knotenpunkt zwischen höheren Gehirnregionen (»**aufsteigendes Retikularissystem**«) und dem tiefer liegenden Rückenmark (»**absteigendes Retikularissystem**«). ☞ **Abbildung 2.1** stellt die retikuläre Informationsverarbeitung dar.

■ Tabelle 2.1. Die Sinnessysteme des Menschen

Organe	Art der Sinnesmodalität	Rezeptoren	Art der Rezeptoren
Auge	Visuell (Gesichtssinn)	Retina (Netzhaut)	
Ohr	Akustisch (Gehörsinn)	Innenohr (in der Schnecke)	
Nase	Olfaktorisch (Geruchssinn)	Riechepithel	Exterozeptoren
Mund (Zunge)	Gustatorisch (Geschmacks-sinn)	Geschmacksknospen	
Haut	Taktil (Tastsinn) Oberflächensensibilität (epikritisch und protopathisch)	Mechanische, Thermo-, Schmerzrezeptoren	
Muskeln	Propriozeptiv, Tiefensensibilität (Stellungssinn)	Muskelspindel	
Sehnen	Kinästhetisch (Kraftsinn und Bewegungssinn)	Sehnenspindel	Interozeptoren
Gelenke		Gelenkrezzeptoren	
Vestibulum (Innenohr)	Vestibular (Gleichgewichtssinn)	Makulaorgane Bogengänge	



■ Abb. 2.1. Modellhafte Darstellung der retikulären Informationsverarbeitung. (Aus: Trepel 1995)

**Exkurs Neuropathologie.** Höher liegende Zentren wie der Thalamus, die Basalganglien und der Kortex besitzen einen höheren metabolischen Bedarf (Stoffwechsel) als die tiefer liegenden Hirnstammzentren. Ein kurzzeitiger Sauerstoffmangel, z.B. infolge eines Herzstillstandes, kann zur Schädigung dieser höheren Zentren führen – bei noch intakten Zentren den Hirnstamms. Dabei bleiben die lebenserhaltenen Funktionen im Atem- und Kreislaufzentrum (s. oben) intakt – bei völligem Verlust des Bewusstseins. Man spricht hierbei u.a. vom apallischen Syndrom.

### Beispiele für die Verschaltungen der Formatio reticularis (FR) Aufsteigendes Retikularissystem

- Die reziproke Verschaltung zum **limbischen System** dient einer emotionalen Bewertung der eintreffenden Reize (angenehm oder unangenehm). Durch erregungssteigernde oder hemmende Einflüsse wird die Reaktion oder das Verhalten auf eintreffende Reize moduliert (► Abschn. 2.4 »Limbisches System«).
- Durch Verbindungen über den Thalamus zum **Neokortex** führen die sensorischen/erregenden Afferenzen (Aktionspotenziale) zu einer Erhöhung der neokortikalen Aktivität (Arousalssystem) und beeinflussen somit die allgemeine Bewusstseinslage. Dieses System wird als **aufsteigendes retikuläres Aktivierungssystem**

## 2.3 · Thalamus und Hypothalamus (Dienzephalon)

»ARAS« bezeichnetet (► Kap. 6 »Neuropsychologie, Aufmerksamkeit«).

### Absteigendes Retikularissystem

- Über den Tractus reticulospinalis reguliert die FR über die  $\gamma$ -Motoneurone die unspezifische Tonussituation.
- Über die Verbindung zu den **Basalganglien** (Substantia nigra) beeinflusst die FR automatisierte Bewegungsvorgänge, vor allem die des Rumpfes und der proximalen Gelenke (► Kap. 3.5.7, EPS). Zudem beinhaltet die FR Zentren für die Koordination und Steuerung der Au genmotorik.
- Durch die reziproke Verschaltung mit dem **Hypothalamus** (Zentrum des vegetativen NS) kontrolliert die FR die vegetativen Funktionen.
- Eine besondere Rolle wird der **Schmerzverarbeitung** zugeschrieben. Absteigende Bahnen, deren Ursprungskerne sich vor allem im Hirnstamm befinden, besitzen eine hemmende Wirkung auf die afferenten Schmerzreize. Auf diese Weise haben sie auch eine modulierende Wirkung auf den Reiz (Schmidt 1998).

### Therapierelevanz

**Selektive Aufmerksamkeit.** Die Formatio reticularis (Hirnstamm) reguliert durch ihr aufsteigendes Aktivierungssystem, das ARAS, die kortikale Erregung (Arousal). Durch eine **Übererregung** oder durch den Verlust hemmender Einflüsse gehen Funktionen wie selektive Aufmerksamkeit verloren. Dabei treffen zu viele Reize auf die kortikalen Strukturen, eine Selektion der wichtigen ist nur noch eingeschränkt möglich. Dies kann bis zu Krampfanfällen, wie z.B. Epilepsie, führen (► Kap. 6 »Neuropsychologie, Aufmerksamkeit«). Eine **mangelnde Erregung** verhindert eine adäquate Reizverarbeitung, da nicht genug Reize (Aktionspotenziale) an den Kortex projiziert werden.

**Grundtonus.** Die absteigenden Systeme sind über die Innervation der  $\gamma$ -Motoneurone (► Kap. 4.1) für die unspezifische Tonus regulation verantwortlich, d.h., sie regulieren den Grundtonus. Durch die enge Verknüpfung mit dem limbischen System kann ein Reiz – je nach emotionaler Bewertung und Motivation – den Grundtonus steigern oder senken. Eine Unterversorgung der absteigenden Systeme zeigt sich durch einen generellen Hypotonus.

**Assoziierte Reaktion** (► Kap. 4.1). Eine Störung absteigender Bahnen kann eine pathologische Aktivitäts erhöhung in der Formatio reticularis auslösen. Dies führt, verstärkt durch das limbische System (Schmerzen, Emotionen wie Angst, Furcht etc.), zu einer erhöhten Innervation der  $\alpha$ -Motoneurone, wodurch eine pathologische Tonuserhöhung bis hin zur permanenten Spas tik entstehen kann. Geringe motorische Anforderungen, zum Teil schon der Gedanke an eine Bewegung, können dabei zur Kontraktion der meistens gegen die Schwerkraft gerichteten Muskulatur führen (assozierte Reaktion) (► Kap. 3 »Motorische Systeme, Tonus«).

## 2.3 · Thalamus und Hypothalamus (Dienzephalon)

### 2.3.1 Thalamus

Der Thalamus spielt eine tragende Rolle bei der Verarbeitung von Sinneseindrücken, da alle Sinneseindrücke (mit Ausnahme des olfaktorischen) über ihn verschaltet werden. Er bildet die vorletzte Verschaltungsstelle, von der aus die Reize nach vorheriger Selektion (► Kap. 6 »Neuropsychologie: kortikothalamisches Gating, phasisches Arousal«) zu den entsprechenden sensorischen Kortexareale projiziert werden.

### Beispiel

Im übertragenen Sinn kann man den Thalamus mit dem Receiver einer Sattelitenanlage vergleichen. Alle Fernsehsender (Reize) projizieren auf die Sattelitenschüssel (Kortex). Durch den Receiver erfolgt dann eine Reizselektion (Hemmung des uninteressanten und Bahnung des gewünschten Programms), die nur das ausgewählte Programm (Interesse/Aufmerksamkeit) auf dem TV-Gerät (Bewusstsein) erscheinen lässt.

Funktionell und anatomisch gliedert sich der Thalamus in **spezifische und unspezifische Anteile** (► Kap. 6 »Neuropsychologie«, □ Abb. 6.3).

- Unter den **spezifischen Thalamuskernen** (lateraler Thalamus) versteht man die Kerne, die spezielle Funktionsabläufe ermöglichen. Zu diesen gehört unter anderem die Projektion der Sinneseindrücke zu den primär sensorischen Rindenfeldern (somatosensorisch, akustisch, visuell). Die spezifischen Thalamuskerne projizieren in einer Eins-zu-Eins-Projektion von der Peripherie, wie z.B. vom rechten Zeigefinger, zum entsprechenden somatosensorischen linken Kortexareal (► Kap. 4 »Afferenzen«).
- Die **unspezifischen Thalamuskerne** (medialer Thalamus) werden wesentlich von dem aufsteigenden retikulären aktivierenden System »ARAS« in der Formatio reticularis gesteuert. Sie projizieren diffus in den gesamten Kortex, was wiederum zu einer unspezifischen Erregung der kortikalen Strukturen führt (»**tonisches Arousal**«). Dieser Vorgang dient vor allem der Wachsamkeits- und Aufmerksamkeitsregulation (► Kap. 6 »Neuropsychologie, Aufmerksamkeit«).

### 2.3.2 Hypothalamus

Der Hypothalamus übernimmt als oberstes Regulationszentrum die **Steuerung der vegetativen Funktionen**. Die hypothalamischen Kerne sind zudem über das limbische System an der Steuerung der Motivation und Emotionen beteiligt.

## 2.4 Limbisches System

Durch zum Teil ausgedehnte Strukturen bildet das limbische System ein integratives Verarbeitungszentrum für die **affektive und emotionale Bewertung** aller Sinneseindrücke (meist im Abgleich mit bestehenden Erfahrungen und Gedächtnisinhalten). Entsprechend dieser Bewertung erfolgt die Reaktion auf die Eindrücke.

■ **Übersicht 2.1** gibt eine vereinfachte Darstellung der funktionellen Zuordnung des Wahrnehmungsprozesses.

Das limbische System bildet sowohl durch seine Lage als auch funktionell eine Verbindung zwischen neokortikalen und Stammhirnfunktionen.

Es vermittelt zwischen den organischen Bedürfnissen, die für das Überleben des Individuums notwendig sind und durch Triebe gesteuert werden (Leistung des Zwischen- und Stammhirn) und der kognitiven Verarbeitung auf neokortikaler Ebene (■ Abb. 2.2).

### Beachte

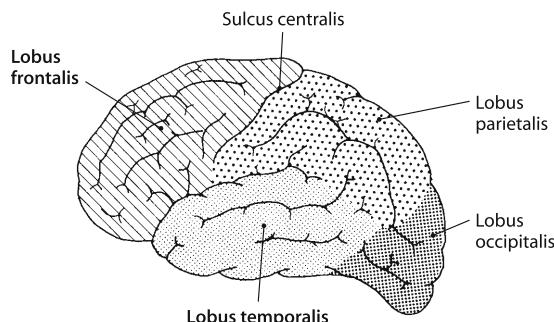
Das **limbische System steuert angeborenes und erworbene Verhalten (Lernen)** und bildet den Ursprungsort von **Trieben, Motivation und Emotionen**.

### ■ Übersicht 2.1: Funktionelle Zuordnung des Wahrnehmungsprozesses

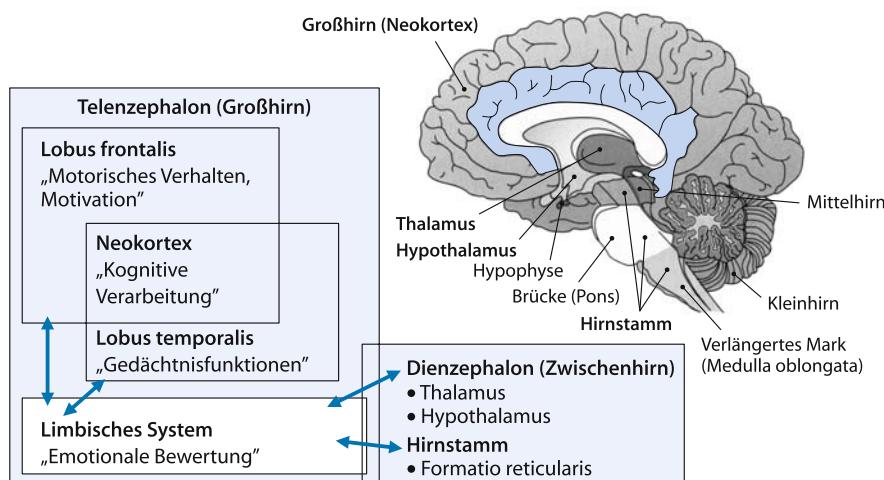
- Die sensorische Verarbeitung geschieht in den thalamokortikalen Strukturen.
- Die motorische Beantwortung findet in den motorischen Systemen statt (► Kap. 3 »Motorische Systeme«) – **Sensomotorik**.
- Die emotionale Bewertung erfolgt durch das limbische System – **Psychomotorik**.

### Beispiel

**Nächtlicher Waldspaziergang.** Eine fremde unbekannte Situation wie ein nächtlicher Waldspaziergang kann die Emotion der »Furcht« auslösen. Als motorische Verhaltensweise zeigt sich eine Steigerung des Gangtempo (Lobus frontalis/motorische Kortizes: Motivation und motorisches Programm zum schnelleren Gehen). Der Grundtonus erhöht sich (Formatio reticularis, absteigend:  $\gamma$ -Motoneurone). Durch die vegetativen Reaktionen kommt es zu einer Erhöhung der Herzschlags sowie zur Gänsehaut, die Haare stehen zu Berge (Hypothalamus: Herzfrequenz steigt, Kör-



■ Abb. 2.2. Funktionen des limbischen Systems



## 2.4 • Limbisches System

pertemperatur sinkt). Die Aufmerksamkeit wird auf Umweltreize, wie z.B. Geräusche oder sich bewegende Objekte, gerichtet (Formatio reticularis aufsteigend: ARAS) und permanent mit Gedächtnisinhalten, d.h. mit dem, was passieren könnte, verglichen (Lobus temporalis/Gedächtnissysteme).

In der **Übersicht 2.2** sind die Funktionen des limbischen Systems zusammengefasst.

**Emotionen** sind Reaktionen, die sich durch motorisches Verhalten (z.B. Gesichtsausdruck), vegetative Reaktionen (z.B. Schwitzen) und endokrine Reaktionen (z.B. Pulsenschlag) äußern. Diese angeborenen Reaktionsmuster sind in nahezu allen Kulturen gleich. Zu den sechs Basisemotionen zählt man Freude, Überraschung, Angst, Furcht, Traurigkeit und Abscheu (Schmidt 1998).

Die Funktionen des limbischen Systems werden durch verschiedene **Strukturen** ermöglicht:

**Hippokampus** (Ammonshorn): Gedächtnis, Verhalten, Orientierung, Bewusstsein und Motivation,

**Gyrus cinguli**: vegetative Modulation, psycho- und loko-motorischer Antrieb,

**Corpus mamillare** (Mamillarkörper): Gedächtnis, Af-fektverhalten, Beeinflussung von Sexualfunktionen,

**Corpus amygdaloideum** (Mandelkern): Affektverhalten, Beeinflussung vegetativer und sexueller Funktio-nen (**Abb. 2.3**).

**Exkurs Neuropathologie.** Bei bewusstseinseingetrübten Patienten, wie z.B. beim **apallischen Syndrom**, versucht man über olfaktorische Reize das Bewusstsein zu wecken, da die olfaktori-schen Reize direkt in das limbische System projizieren und somit nicht über den Thalamus (**Kap. 6 »Neuropsychologie, Thalamus bzw. Gating«**) verschaltet werden.

### Übersicht 2.2: Funktionen des limbischen Systems

Steuerung emotionaler Verhaltensweisen.

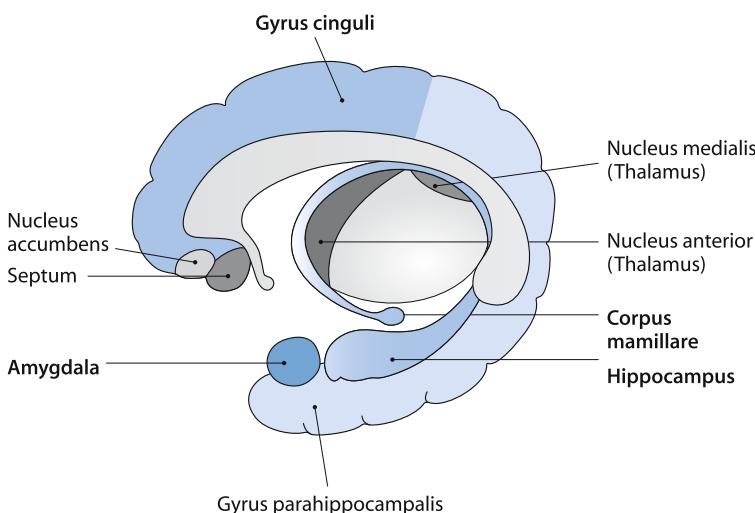
**Motivations-, Lust-, Unlustzentrum** (subkortikales Motivationsareal, inner Drive).

**Informationsübertragung** aus dem Kurzzeitgedächtnis in das Langzeitgedächtnis sowie Abgleich der Eindrücke mit bestehenden Erfahrungen (**Kap. 6 »Neuropsychologie, Gedächtnis«**)

Kontrolle der Steuerung der **vegetativen Reaktionen**.

Bei einer **Schädigung des Gyrus cinguli** (z.B. durch Tumore) zeigt sich entsprechend seiner Funktion ein psycho- und lokomotorischer Antriebsmangel. Zudem kann eine Persönlichkeitsverände-rung eintreten, die sich unter anderem durch aggressives Verhal-ten oder Zwangshandlungen (Weinen oder Lachen) zeigen kann. Eine kortikale Übererregung oder fehlende Hemmung der korti-kalen Erregung kann im Bereich des medialen Temporallappens zur sog. **Temporallappenepilepsie** führen. Das limbische System, vor allem der Hippocampus und das Corpus mamillare, spielen dabei eine wichtige Rolle. Diese Epilepsieform ist gekennzeich-net durch eine »Aura epileptica«, bei der unter anderem olfaktori-sche, gustatorische, visuelle und akustische Empfindungen sowie Fremdheits- und Bekanntheitserlebnisse (Déjà-vu-Erlebnis) auf-treten können.

Ein **chronischer Alkoholabusus** kann zu dem von Korsakow (1887) beschriebenen Syndrom führen: Das Korsakow-Syndrom geht mit einer ausgeprägten Zerstörung des Corpus mamillare einher. Die Patienten zeigen einen schweren Defekt beim Lernen



**Abb. 2.3.** Strukturen des limbischen Systems.  
(Nach Lundy-Ekman 2002)

neuer Informationen. Das Langzeitgedächtnis ist meist intakt, das Kurzzeitgedächtnis jedoch kaum noch vorhanden. Die Patienten sind meist örtlich und zeitlich desorientiert.

### Therapierelevanz

Die Auswahl der Therapieinhalte bzw. der Therapiemedien und deren adäquate Darbietung entscheidet schon früh über Erfolg oder Misserfolg der Therapie. Die Einbeziehung der Motivation des Patienten ist somit ein elementarer Faktor für die sinnvolle Therapieplanung. Je mehr positive Assoziationen der Patient zu dem Dargebotenen aufbauen kann und umso höher sein Interesse an der Ausführung liegt, desto höher wird auch die Motivation zum Erreichen des Ziels ausfallen.

Folgende Faktoren beeinflussen das Ausmaß der Motivation und bieten Ansätze für Therapieinhalte:

- Fähigkeiten des Patienten: physiologische Bewegungen fordern, sensomotorische, kognitive Überforderung vermeiden, Ziel erreichbar? (► Kap. 12, »Performanz«),
- Interessen des Patienten: Ziele des Patienten, Hobbys, Spiele, Medien, Gewohnheiten etc. mit einbeziehen (► Kap. 12),
- Bedürfnisse des Patienten (s. oben).

## 2.5 Sensorische Areale der Großhirnrinde, Reizverarbeitung

Die Reizverarbeitung beginnt auf spinaler Ebene (Rückenmark/Eigen- und Fremdreflexapparat) und wird aufsteigend zu den supraspinalen Zentren stetig umfangreicher und differenzierter, vor allem in den **Assoziationsarealen der Großhirnrinde** (► Kap. 6 »Neuropsychologie, Wahrnehmung«).

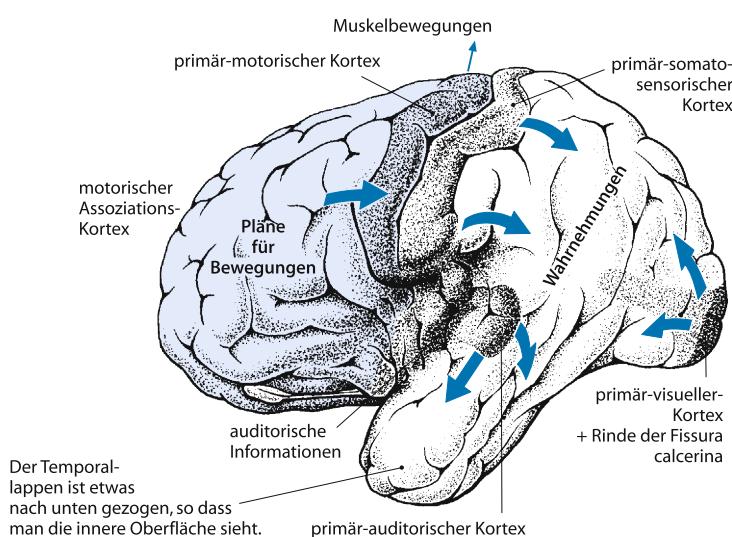
Der Kortex ist durch eine tiefe quer verlaufende Furche (Fissura longitudinalis cerebri) in zwei Hemisphären geteilt, die über den Balken (Corpus callosum) miteinander verbunden sind. Die Gehirnrinde setzt sich vor allem aus **Nervenzellen** (graue Substanz) zusammen.

Die ausgebreitete Fläche der Großhirnrinde entspricht ungefähr  $2.200 \text{ cm}^2$  (ca. 2 DIN-A3-Seiten). Um diese Oberfläche auf kleinem Raum unterzubringen, ist der Kortex mit Furchen (Sulci) und Windungen (Gyri) überzogen. Die wohl bekannteste Furche bildet dabei der **Sulcus centralis**. Dieser zieht ungefähr von einem Ohr zum anderen und bildet die Grenze zwischen dem **Lobus frontalis** (Frontallappen, motorische und handlungsorientierte Areale, ► Kap. 3 »Motorische Systeme«) im vorderen Bereich und dem **Lobus parietalis** (Parietallappen) im dahinter liegenden Bereich.

### 2.5.1 Projektions- und Assoziationsareale

Im hinteren Bereich des Gehirns befinden sich die sensorischen Areale: **Lobus parietalis, occipitalis und temporalis**. In jedem dieser sensorischen Gehirnlappen erfolgt eine modalspezifische Reizverarbeitung.

- Die Areale, in die die Sinneseindrücke direkt projiziert werden, nennt man **primär sensorische Projektionsareale** (► Übersicht 2.3). ► Abbildung 2.4 zeigt die Einteilung der Großhirnrinde in **Areale**.
- Das Zusammenführen der einzelnen Sinneseindrücke bzw. Submodalitäten zu einer Sinnesempfindung vollzieht sich in den **modalspezifischen sekundären Assoziationsarealen**.
- Die Bereiche, in denen die Gehirnlappen ineinander übergehen und somit die Informationen der einzelnen



► Abb. 2.4. Sensorische Großhirnrinde: Die Großhirnrinde wurde 1909 von Brodmann funktionell in 52 spezifische Areale untergliedert. Da man heute eher von einem Gesamtsystem mit Untersystemen spricht, weicht man von der Spezifizierung der Areale ab. Häufig treten jedoch Störungsbilder auf, die in einer signifikanten Weise mit dem Brodmann-Schema übereinstimmen, sodass die Kartierung auch weiterhin Bestandteil in den gängigen Lehrbüchern ist. (Aus: Birbaumer u. Schmidt 1996)

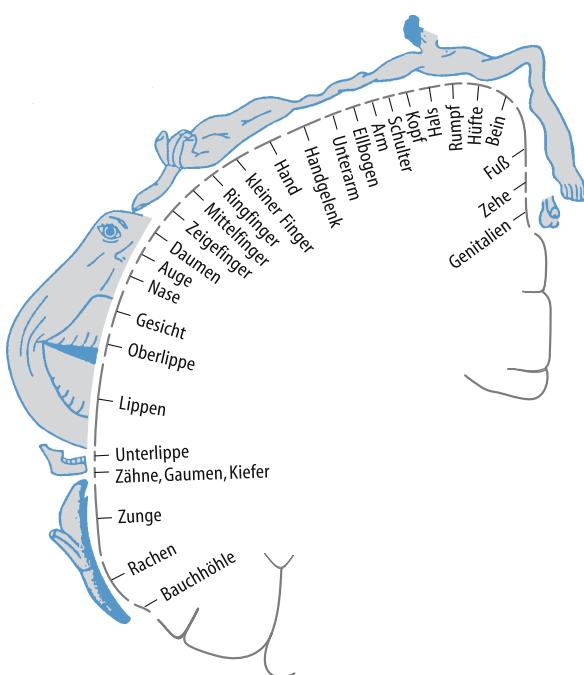
■ **Übersicht 2.3: Primäre Projektionsareale**

- **Lobus parietalis:** primär somatosensorisches Projektionsareal für Tiefensensibilität/Propriozeption und Oberflächensensibilität,
- **Lobus occipitalis:** visueller Kortex für die Verarbeitung visueller Reize,
- **Lobus temporalis:** auditiver Kortex für die Verarbeitung akustischer Reize,
- **Lobus frontalis** (vor dem Sulcus centralis): primär motorisches Projektionsareal für die Steuerung bewusster Bewegungen, vor allem der Ziel- und Greifbewegungen (► Kap. 3 »Motorische Systeme«).

Modalitäten untereinander (multimodal) und mit bestehenden Gedächtnisinhalten abgleichen, nennt man **tertiäre Assoziationsareale**.

### Somatotopie Gliederung

Die primär sensorischen und motorischen Projektionsareale verfügen über eine **somatotopie Gliederung** (► Abb. 2.5), d.h., jede Muskelgruppe oder jedes Hautareal (Dermatom) des Körpers wird entsprechend seiner Lage kortikal repräsentiert.



■ Abb. 2.5. Sensorischer Homunkulus. (Aus: Schmidt u. Thews 1997)

Der Umfang einer kortikalen Repräsentation richtet sich dabei nicht nach dem Umfang des Muskels oder der Größe der Hautfläche, sondern vielmehr nach den **funktionalen Eigenschaften** bzw. der Differenziertheit der Sensorik oder Bewegung. In den primären Arealen herrscht keine Seitendominanz, d.h., die rechten und linken sensorischen und motorischen primären Areale sind gleich stark repräsentiert. Neben den primären Projektionsarealen besitzen auch die anderen spezifischen Strukturen, wie z.B. die spezifischen Thalamuskerne, der Tractus corticospinalis (Pyramidenbahn) etc. eine somatotope Gliederung. Die Abbildung zeigt den sensorischen Homunkulus nach Penfield und Rasmussen (1950) im Gyrus postcentralis (primär somatosensorisches Projektionsareal, Area 1–3); der in etwa seinem motorischen Bruder im Gyrus praecentralis (primär motorisches Projektionsareal, Area 4) vor der Zentralfurche (Sulcus centralis) entspricht.

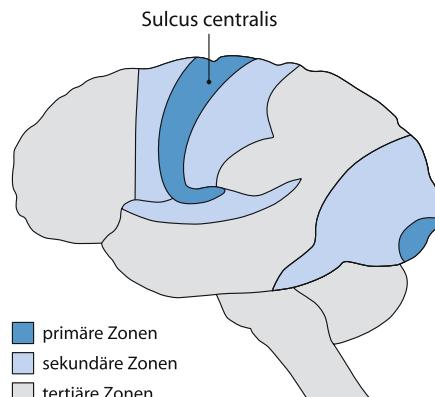
► **Beachte**

Die Assoziationsareale bilden die neuronalen Strukturen der multimodalen Wahrnehmung und damit die Grundlage für den Ablauf einer bewussten Handlung.

Sie bilden die Gehirnbereiche zur Verarbeitung der sog. **höheren kognitiven und exekutiven Leistungen** (► Kap. 6 »Neuropsychologie«). Das motorische Assoziationsareal im Lobus frontalis (präfrontaler Kortex) ist durch reichhaltige Assoziationsfasern in diese kognitiven Prozesse (Bewegungsplanung) integriert.

In ► Abb. 2.6 wird das Modell der hierarchischen sensorischen Verarbeitung von Luria dargestellt.

■ **Übersicht 2.4** zeigt die Funktionen der primären, sekundären und tertiären Areale.



■ Abb. 2.6. Einfaches Modell der hierarchischen sensorischen Verarbeitung im Kortex nach Luria. (Aus: Bader-Johansson 2000)

#### Übersicht 2.4: Funktionen der Areale

##### Primäre Projektionsareale:

- Erfassung von Sinneseindrücken
- Keine Seitendominanz
- Somatotope Gliederung

##### Sekundäre Assoziationsareale (modalspezifisch):

- Verbindung der Eindrücke zu Empfindungen
- Speicherung der Empfindungen (Engramme)

##### Tertiäre Assoziationsareale (multimodal):

- Assoziation der Modalitäten miteinander (parallele Verarbeitung)
- Vergleich mit Gedächtnisinhalten
- Herstellung des Bezuges zur Umwelt
- Grundlage aller bewussten, kognitiven und exekutiven Funktionen (► Kap. 6 »Neuropsychologie«)
- Ausfiltern nicht relevanter Informationen

Tertiäre sensorische Assoziationsareale (multimodal):

- Ideatorische Apraxie (meistens linkshirnige Schädigung), die Unfähigkeit im Gebrauch von Alltagsgegenständen und deren Handlungsabfolgen (► Kap. 10 »Neuropsychologische Syndrome«).

#### i Therapierelevanz

##### Sensorische Areale der Großhirnrinde

Folgende Fragen können einen Eindruck über ein mögliches Störungsbild vermitteln (► Kap. 11 »Befund«):

- Kann der Patient Sinneseindrücke, Submodalitäten adäquat deuten?
- In welcher Sinnesmodalität bestehen Einschränkungen?
- Wie fühlen sich die Bewegungen des Patienten an (steif, locker, Tonus, Sensibilität)? Wie bewegt er sich? Wie ist seine Koordination? Wie geht er mit Gegenständen um (Stereognosie)?
- Wie, wann und wo bestehen Schmerzen, Missemmpfindungen etc.?
- Wie ist die Selbstwahrnehmung des Patienten (Krankheits einsicht, Einschätzung seiner Fähigkeiten, Möglichkeiten etc.)?

(Die neuropsychologischen Störungsbilder werden eingehend in ► Kap. 10 besprochen.)

#### Praxis

Um auf eine Verarbeitungsstörung einzuwirken, muss die Therapie entsprechend der Defizite ausgerichtet werden. Dabei ist es notwendig, auf noch vorhandene Ressourcen in der Sensorik ebenso wie in der Motorik aufzubauen.

Soweit es die Konstitution zulässt, ist es von grundlegender Bedeutung, unmittelbar nach einer Läsion mit der Therapie zu beginnen, um die vernachlässigten Körperregionen (Extremitäten) schnellstmöglich zu bewegen, einzusetzen und so wieder ins Bewusstsein zu rufen.

**ADL-Bereiche** bieten, zeitgerecht eingesetzt, die ideale Grundlage, da der Patient einen Bezug zu seinem Tun aufbauen kann. Der Therapeut hat ein breites Spektrum an alltäglichen Medien, wie z.B. das Erstellen einer Einkaufsliste für einen Obstsalat oder das Anröhren der Schlagsahne mit dem Schneebesen. Es geht im therapeutischen Sinn nicht um die Einkaufsliste, sondern es kommt stets darauf an, dass das gewählte Medium dem Krankheitsbild bzw. der Symptomatik entspricht.

In der Befunderhebung stellt man fest, welches Verarbeitungssystem gestört ist (primäres, sekundäres oder tertiäres Areal bzw. Eindruck, Empfindung oder Wahrnehmung).

#### Beachte

Da bei der »multimodalen« Wahrnehmung immer mehrere Modalitäten beteiligt sind, ist ein Mensch mit einer Wahrnehmungsstörung in der Regel auch immer multimodal betroffen (z.B. Apraxie).

## Entwicklung und Störungen der Areale

Untersuchungen zur Entwicklung und kortikalen Myelinisierung (► Kap. 1) nach Flechsig zeigten, dass die Myelinisierung zuerst in den primären Projektionsarealen (Sinneseindrücke, früh myelinisierend) erfolgt, danach in den sekundären Assoziationsarealen (Sinnesempfindung) und zuletzt (spät myelinisierend) in den tertiären Assoziationsarealen (Wahrnehmung) abschließt. Zudem ist die Ausbildung der Felder von der Disposition und den Erfahrungen des Individuums selbst abhängig. So gibt es beispielweise Menschen, die in bestimmten Sinnesmodalitäten (sehen, hören) über besondere Fähigkeiten verfügen.

### Exkurs

**Pädiatrie.** Eine Störung im Bereich des Sinneseindrucks (primäres Areal) ist bei einem Kind weitaus gravierender als bei einem Erwachsenen. Der Erwachsene konnte im Laufe seines Lebens Erfahrungen abspeichern und setzt diese bei der multimodalen Abgleichung ein. Das Kind hingegen kann auf diese Grundlage nicht zurückgreifen und hat somit auch Einschränkungen in den aufbauenden Bereichen (Wahrnehmung). Ist nur eine Sinnesmodalität betroffen (primäres oder sekundäres Rindenfeld), so kann sich dies als Teilleistungsstörung zeigen.

**Neuropathologie.** Störungsbilder der somatosensorischen Areale (Lobus parietalis)

Primär somatosensorische Projektionsareale (Gyrus postcentralis):

- Anästhesien, Taubheitsgefühl (primäre Sensibilitätsstörung).

Sekundär somatosensorische Assoziationsareale:

- Taktile Agnosie (Astereognosie): Trotz erhaltenener Sensibilität ist der Patient nicht in der Lage, einen Gegenstand durch Er tasten zu erkennen. Bei visueller und/oder akustischer Darbietung wird er sofort erkannt.

Bei einer taktilen Wahrnehmungsstörung hantieren die Patienten oft mit einem zu hohen Tonus. Die Handhabung der Gegenstände kann dabei verkrampt wirken. Der Patient versucht, sein mangelndes Tastempfinden durch einen erhöhten Druck, d.h. über die Propriozeptoren, zu kompensieren, um so den Gegenstand besser wahrzunehmen. Bei diesem hohen Tonus darf jedoch nicht von einer Spastik gesprochen werden, sondern lediglich von einer Tonuserhöhung (► Kap. 3.6.4 »Spastik«).

### 2.5.2 Hemisphärendominanz

Die primären Projektionsfelder besitzen in beiden Hemisphären funktionell eine identische Gliederung. Erst die zunehmende **Spezialisierung** bestimmter Funktionen oder Fähigkeiten führt zu einer Schwerpunktverteilung in der Reizverarbeitung zwischen rechter und linker Hemisphäre (zur »Hemisphärendominanz« s. auch ► Kap. 6, Neuropsychologie). Das wohl alltäglichste Beispiel ist dabei der Einsatz der rechten Hand, der wiederum linkshemisphärisch gesteuert wird. Da die **linke Hemisphäre** für die Sprachproduktion und die analysierende Verarbeitung (Handlungsplanung) verantwortlich ist, wurde sie früher als dominante Hemisphäre bezeichnet; In der jüngeren Literatur wird diese Meinung jedoch revidiert, da auch die **rechte Hemisphäre** für spezifische Kriterien der Reizverarbeitung zuständig ist. Dies gilt vor allem für die räumliche Beziehung, die ganzheitlich integrative Verarbeitung sowie für die Ausführung und Gestaltung emotionaler Vorgänge, wie z.B. bei der nichtsprachlichen Kommunikation (Gestik, Mimik).

Trotz dieser Spezialisierung der Hemisphären ist die einwandfreie Funktionsweise des Gehirns von der parallelen Zusammenarbeit (über die Kommissurenbahnen – Corpus callosum) beider Hemisphären abhängig (s. Exkurs »Neuropsychologie«).

#### Beachte

**Der Mensch besitzt EIN Gehirn mit zwei Hemisphären**  
(► Kap. 6 »Neuropsychologie«).

### 2.5.3 Projektionsbahnen, Reizweiterleitung

Die überwiegende Anzahl (knapp 90%) der kortikalen Zellverbände besteht aus **Pyramidenzellen**. Sie verfügen neben nahen auch über weit verzweigte interkortikale Faserverbindungen (**weiße Substanz**), die teilweise bis zum Rückenmark führen. Die Fasern der Pyramidenzellen besitzen eine eher bahnende Funktion.

Bei den restlichen Zellen spricht man von **Nichypyramidenzellen** oder von **Sternzellen** (Schmidt 1998).

Ihnen werden Nahverbindungen mit hemmender Wirkung zugeschrieben. Sie dürfen dabei der Feinabstimmung und Modulation von Erregungsmustern dienen.

**Exkurs Neuropathologie.** Im präfrontalen Kortex (Assoziationsareal im Lobus frontalis) befinden sich die meisten Sternzellen. Dies könnte seine übergeordnete Rolle bei der Planung und Ausführung von Handlungen sowie das Enthemmungssyndrom bei einer Schädigung erklären.

Die Fasern (weiße Substanz) gliedert man nach ihrem Verlauf in drei Fasersysteme. In □ Übersicht 2.5 sind diese dargestellt.

#### Im Überblick: Projektion der Wahrnehmung

Die Verarbeitung der Sinneserfahrungen geschieht in folgenden Arealen:

- Alle Sinneserfahrungen (mit Ausnahme der olfaktorischen – die direkt ins limbische System projiziert) projizieren aus dem Rückenmark (Somatosensorik) und dem Hirnstamm (Hirnnerven) über den Thalamus zu den **primären Projektionsarealen** in den Kortex.
- Die **sensorischen Reize** werden entsprechend ihrer Sinnesmodalität in den modalspezifischen primären Projektionsarealen aufgenommen, wie beispielsweise die

#### □ Übersicht 2.5: Fasersysteme

- **Projektionsfasern**-bahnen: Sie verbinden den Kortex mit den subkortikalen Zentren, u.a. mit den Basalganglien, dem Thalamus, Kleinhirn und dem Rückenmark. Sie verlaufen absteigend, beispielsweise zur Reizbeantwortung [Tractus corticospinalis (Pyramidenbahn) in der Capsula interna], als auch aufsteigend vom Rückenmark zum Kortex, um die Reize an höher gelegene Verarbeitungszentren zu projizieren.
- **Assoziationsfasern**-bahnen: Sie bilden den weitaus größten Anteil der Nervenfasern und verbinden die Kortexareale interhemisphärisch. Dabei dienen sie den assoziativen und integrativen Leistungen, d.h. den kognitiven Gehirnleistungen (□ Abb. 2.7).
- **Kommissurenfasern**-bahnen: Sie verbinden in einer Punkt-zu-Punkt-Projektion die identischen Areale beider Hemisphären miteinander. Die bekannteste und größte Verbindung bildet dabei das Corpus callosum (Balken). Diese Fasern verbinden mit Ausnahme der Sehrinde alle symmetrischen Areale miteinander. Da in den primären Arealen keine Seiten-dominanz besteht, sind die Fasern in diesen Arealen am deutlichsten präsent.

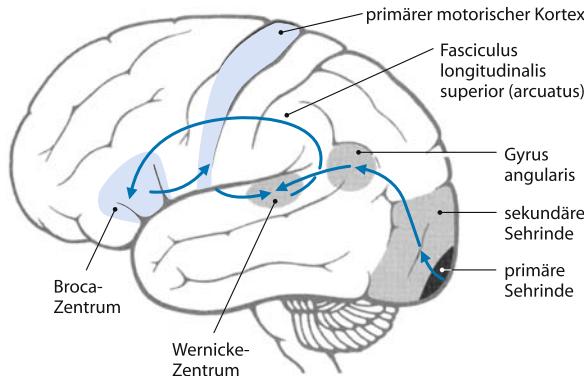


Abb. 2.7. Assoziative Verschaltung von der visuellen Erfassung eines Gegenstandes bis zu seiner verbalen Benennung. (Aus: Schiebler et al. 1995)

- somatosensorischen Reize im Gyrus postcentralis (Lobus parietalis).
- Nach vorheriger Selektion (Gate) werden die Sinneseindrücke über Assoziationsfasern (Fasern, die Areale innerhalb einer Hemisphäre verbinden) in den nächst gelegenen **sekundären Assoziationsarealen** zusammengetragen und mit modalspezifischen Gedächtnisinhalten verglichen (Engrammen); es entsteht eine **Sinnesempfindung**. Dieser Vorgang vollzieht sich meist parallel auf mehreren Modalitäten (Sehen, Tasten, Hören).
- In den **tertiären Assoziationsarealen** werden die Empfindungen multimodal integriert, mit Gedächtnisinhalten interpretiert und damit **wahrgenommen**. In den Assoziationsarealen erfolgt die Weiterverarbeitung der höheren Gehirnleistungen (► Kap. 6 »Neuropsychologie, kognitive und exekutive Funktionen«).
- Die **Reizbeantwortung** erfolgt über die motorischen Systeme.

## 2.6 Somatosensibilität (propriozeptiv, epikritisch, protopathisch)

Die Somatosensibilität (griech. Soma. Körper) umfasst:

- **Oberflächensensibilität** (Rezeptoren der Haut), Reize, die unmittelbar auf die Körperoberfläche einwirken, und
- **Tiefensensibilität** (Muskel-, Sehnen- und Gelenkrezeporen), Reize, die Auskunft über die Bewegung, die Kraft und die Stellung des Körpers aus tiefer liegenden Strukturen liefern.

### Unterteilung der Somatosensibilität

Über die Einteilungen der Somatosensibilität bestehen unterschiedliche Ansichten. In der klinischen Diagnostik und

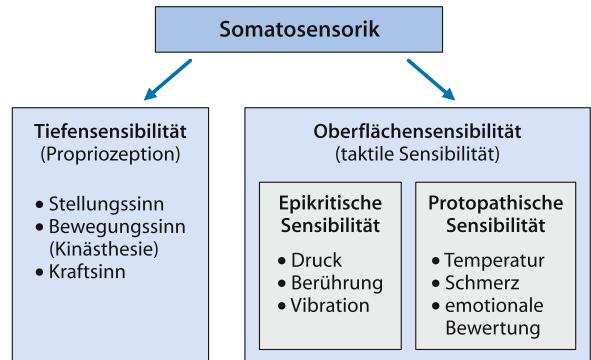


Abb. 2.8. Einteilung der Somatosensibilität nach der Lage der Rezeptoren

in der therapeutisch orientierten Literatur findet man meist eine Unterteilung der Somatosensibilität **nach Lage der Rezeptoren** (► Abb. 2.8). Die Empfindungen der Haut werden dabei als **Oberflächensensibilität** (► Kap. 4 »2. SMRK«) beschrieben. Als Synonym für die Oberflächensensibilität werden häufig, vom Tastsinn her führend, die Begriffe »taktil« oder »taktile Sensibilität« verwendet. Nach der Art der Reize bzw. Rezeptoren und der damit verbundenen Empfindung wird die Oberflächensensibilität in zwei neuronal grundverschiedene Strukturen unterteilt: in die **epikritische Sensibilität** und die **protopathische Sensibilität**.

Die **epikritische Sensibilität** ist dabei vor allem für das mechanische Empfinden von Reizen wie Druck, Berührung und Vibration verantwortlich. Entsprechend der mechanischen Empfindung werden die Rezeptoren der epikritischen Sensibilität als »Mechanorezeptoren« bezeichnet.

Der **protopathischen Sensibilität** schreibt man die Empfindung für Schmerzen und Temperatur zu. Entsprechend

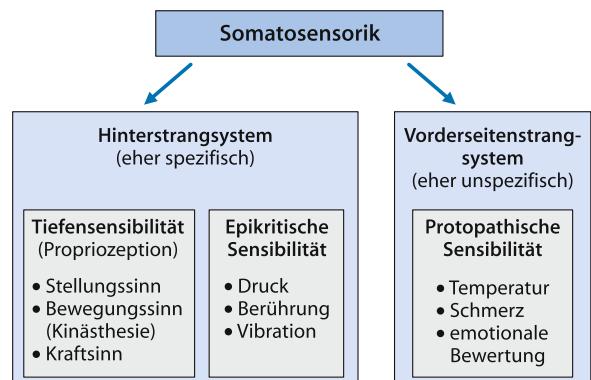


Abb. 2.9. Einteilung der Somatosensibilität nach der Art der verarbeitenden Systeme

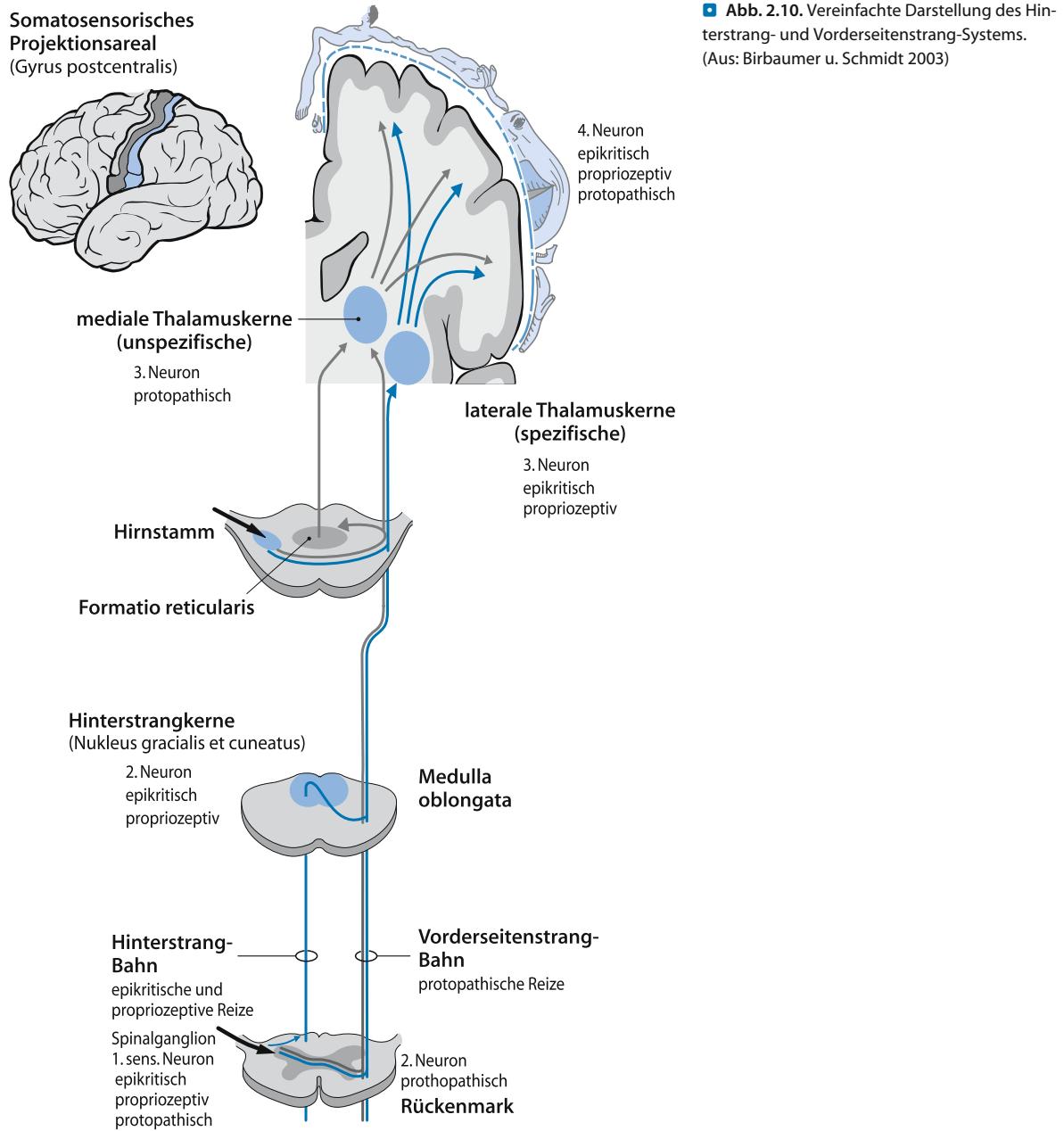
## 2.6 · Somatosensibilität (propriozeptiv, epikritisch, protopathisch)

bezeichnet man die Rezeptoren als »Nozizeptoren und Thermorezeptoren«. Zudem erfolgt die emotionale Bewertung (angenehm oder unangenehm) der taktilen Reize über die protopathische Sensibilität.

Die Empfindung der tiefer liegenden Körperstrukturen wird als Tiefensensibilität (► Kap. 4 »1. SMRK«) bezeichnet. Bei der Tiefensensibilität verwendet man häufig das Synonym »Propriozeption«. Vereinzelt wird auch noch der Begriff Kin-

ästhesie verwendet, jedoch bezieht sich dieser Begriff rein auf die Bewegung und ist daher allenfalls für den Bewegungssinn (nur eine Submodalität der Propriozeption) verwendbar.

Neurophysiologisch beschreibt man die Somatosensibilität nach der Art der Reizverarbeitung (Abb. 2.9). Hierbei bilden die zwei großen aufsteigenden Bahnsysteme die anatomische und funktionelle Grundlage der Einteilung. Man unterscheidet:



- **Hinterstrang-System**, in dem die Informationen der Propriozeption und Epikritik verarbeitet werden, und
- **Vorderseitenstrang-System**, das für die Verarbeitung der protopathischen Reize verantwortlich ist.

### Beispiel

**Selbsterfahrung der Somatosensibilität.** Eine Person (Proband) legt sich mit entkleidetem Arm und/oder Bein in Rückenlage auf den Boden. Der Behandler umgreift mit beiden Händen den Oberarm und fährt mit leichtem Druck nach distal über die Hand bis zu den Fingerspitzen; dies wiederholt er sieben- bis achtmal. Da sich die Sensoren der Haut relativ schnell an den taktilen Reiz adaptieren, verändert der Behandler seine Ausstreichtechnik. Er fährt nun alternierend Hand für Hand von proximal nach distal; dies wird ebenfalls mehrmals wiederholt. Im dritten Durchgang benutzt der Behandler zum Ausstreichen ein Tuch oder einen Igelball o. Ä., um dadurch einen neuen Reiz zu setzen. Der Proband spürt nach dem Ausstreichen seine Extremität intensiver. Bewegungen werden deutlich leichter ausgeführt als beispielsweise mit der gegenüberliegenden nicht stimulierten Extremität.

### Funktion des Hinterstrangs

Das **Hinterstrangsystem** projiziert **differenzierte epikritische und propriozeptive Informationen** an das somatosensorische Projektionsareal. Häufig wird dabei das epikritische System als übergeordnetes System beschrieben, das die propriozeptive Sensibilität beinhaltet. Der Mensch muss erst erfahren haben, wie sich eine Oberfläche anfühlt, bevor er es sicher weiß. Die Empfindungen werden durch dieses spezifische System differenzierter, klarer und bewusster wahrgenommen. Es bildet somit die sensorische Grundlage für das taktile Erkennen (Tastsinn) von und Hantieren mit bestimmten Objekten: stereognostische Leistungen (► Kap. 4 »Sensomotorische Systeme, 2. SMRK«).

### Funktion des Vorderstrangs

Das **Vorderseitenstrangbahn-System** bildet phylogenetisch das ältere System und ist ontogenetisch schon sehr früh (z. T. im Embryonalstadium) entwickelt. Durch seine Verknüpfung über die Formatio reticularis zum limbischen System ist es wesentlich an der **emotionalen Bewertung** von Hautreizen beteiligt. Das **Vorderseitenstrang-System übermittelt vor allem Schmerz, Temperatur und starke Druckreize**. Diese sind eher unbestimmt, wenig abgrenzbar und lokalisierbar. Die Gewichtung der Bahnen liegt dabei vor allem in der unspezifischen Verarbeitung. Hierdurch ist es wesentlich an der Steuerung der kortikalen Erregung (ARAS) beteiligt. Handelt es sich dabei um Reize mit einem hohen Aufforderungscharakter, aktiviert die Formatio reticularis über das **ARAS** die medialen (unspezifischen) Thalamuskerne, die wiederum zu einer unspezifischen kortikalen Erregung (Arousal) beitragen. Diese Kerngebiete bilden dabei eine Funktionseinheit, die über das ARAS und das un-

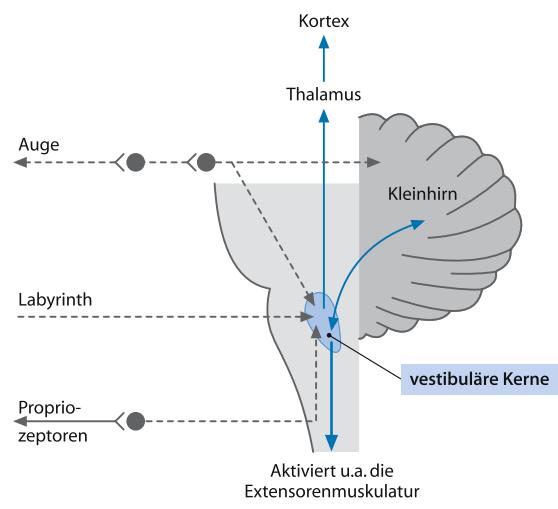
spezifische thalamokortikale System die kortikale Erregbarkeit steuert (► Kap. 6 »Neuropsychologie«). Hierdurch beeinflussen die **Eingänge dieses Systems den Grad der Wachsamkeit und Aufmerksamkeit**. Die Erregung kann gezielt auf bestimmte kortikale Bereiche gelenkt werden (Aufmerksamkeit) und, verbunden mit dem **spezifischen kortikalen Informationstransfer**, zur bewussten **Wahrnehmung** beitragen.

■ **Abbildung 2.10** zeigt die vereinfachte Darstellung des Hinterstrang- und Vorderseitenstrang-Systems. Die Verknüpfungen zwischen der Formatio reticularis und dem limbischen System wurden nicht aufgeführt. Die spezifischen Fasern des Vorderseitenstrang-Systems verlaufen ab den Hinterstrangkernen im Hinterstrang-System zum Kortex.

### 2.7 Vestibulariskerne

In der Medulla oblongata befinden sich auf jeder Seite vier verschiedene Vestibulariskerne. Sie erhalten afferente Informationen aus den **Vestibulärorganen**, den **Muskelspindeln** der Skelettmuskulatur (vor allem aus der Nackenmuskulatur) und aus dem **visuellen System**. Die efferenten Projektionen führen vor allem ins **Kleinhirn**, über den **Thalamus** zum Kortex, zu den **Augenmuskelnerven** und ins **Rückenmark** (Extensorientonus). Durch diese Verbindungen stellen die Vestibulariskerne ein modalspezifisches Integrationszentrum für die Verarbeitung vestibulärer Reize dar (► Kap. 4 »3. SMRK«, ► Kap. 4.3.2 »Rezeptoren«).

■ **Abbildung 2.11** zeigt efferente und afferente Verschaltungen der Vestibulariskerne. Die Vestibulariskerne



■ **Abb. 2.11.** Efferente und afferente Verschaltungen der Vestibulariskerne. (Aus: Schmidt u. Thews 2005)

## 2.7 · Vestibulariskerne

bilden damit ein modalspezifisches Integrationszentrum für die vestibuläre Verarbeitung.

Die wichtigsten Informationen kommen aus dem visuellen System, den **Vestibulärorganen (Labyrinth im Innenohr)** und aus den **Rezeptoren der Nackenmuskulatur (Propriozeption)**. Die Nackenmuskulatur ist dabei durch eine besonders hohe Anzahl an Muskelspindeln gekennzeichnet. Blinde Menschen können sich beispielsweise in ihrer gewohnten Umgebung ohne Probleme bewegen.

# Motorische Systeme

- 3.1 Faktoren normaler Bewegungsvorgänge – 28**
- 3.2 Motorik – 28**
  - 3.2.1 Haltungsmotorik – 28
  - 3.2.2 Zielmotorik – 28
  - 3.2.3 Greifmotorik – 28
  - 3.2.4 Automatisierte und bewusst automatisierte Bewegungen – 29
- 3.3 Bedeutung sensorischer Afferenzen und Reafferenzen für die Bewegung – 30**
- 3.4 Entwicklung neuronaler Bewegungsprogramme – 30**
  - 3.4.1 Erzeugungsfeedback (internes Feedback) – 31
  - 3.4.2 Ergebnisfeedback (externes Feedback) – 31
  - 3.4.3 Feedforward (engl. »forward planning«: Vorausplanung) – 31
- 3.5 Motorische Steuerungssysteme – 32**
  - 3.5.1 Phylogenetische Entwicklung – 32
  - 3.5.2 Großhirnrinde (Neokortex) – 32
  - 3.5.3 Basalganglien – 36
  - 3.5.4 Kleinhirn (Cerebellum) – 37
  - 3.5.5 Hirnstamm – 38
  - 3.5.6 Rückenmark – 42
    - Rhythmen* – 45
  - 3.5.7 Efferenzen – 45
    - Die Pyramidenbahn* – 46
  - 3.5.8 Zusammenfassung: Die motorischen Systeme – 48
- 3.6 Tonus – 49**
  - 3.6.1 Normaler Tonus (Muskelspannung) – 49
  - 3.6.2 Assoziierte Bewegungen – 50
  - 3.6.3 Assoziierte Reaktionen – 51
  - 3.6.4 Spastizität – 52

### 3.1 Faktoren normaler Bewegungsvorgänge

Normale Bewegungsvorgänge werden nur dann verständlich, wenn man sie als »**Funktion**«, d.h. im Sinne einer Handlung, versteht. Die auf die Wahrnehmung (Perzeption) erfolgende **Handlung (Aktion)** wird v.a. von fünf Faktoren bestimmt:

- **von der Sensorik** (Lage der Körperteile zueinander, Position des Körpers im Raum sowie zum Zielobjekt),
- **von kognitiven Funktionen** (komplexe Wahrnehmung, d.h. Identifikation und Interpretation der Umwelt, der Situation, des Objektes etc.),
- **von Emotionen und Motivation** (Gefühle, Bezug oder Interesse, Erfolg),
- **von den exekutiven Funktionen** (Vorbereitung, Planung und Kontrolle von Handlungen),
- **von der Motorik** (Muskeln und Gelenke).

Im Zuge der Rückgewinnung funktioneller Bewegungsabläufe sollten die hier genannten Aspekte in die Therapiegestaltung mit einfließen. Erst hierdurch wird dem Menschen eine alltagsrelevante Umsetzung der Therapieinhalte möglich.

#### ➤ Beachte

**Es gibt keine normale Bewegung ohne Sensorik und keine taktile Wahrnehmung ohne Bewegung.**

Dabei unterliegt die Bewegungsausführung neben der sensomotorischen Steuerung auch den **höheren psychischen, kognitiven und exekutiven Prozessen**. Vernachlässigt man diese, werden unter dem funktionellen, alltagsrelevanten Gesichtspunkt wesentliche Kriterien einer normalen Bewegung missachtet. Die sensorischen Systeme wurden bereits im ➤ Kapitel 2 besprochen, sensomotorische Regelkreise werden in ➤ Kapitel 4 erläutert, die kognitiven, exekutiven und emotionalen Faktoren sind Bestandteil des ➤ Kapitels 6 »Neuropsychologie«. Die Zusammenfassung oben soll das Verständnis untermauern, dass eine normale Bewegung in einen ganzheitlichen Prozess eingebunden ist und ihre Ausführung ein intaktes ZNS voraussetzt. Die folgende z.T. isolierte Beschreibung der motorischen Systeme dient v.a. der didaktischen Vermittlung.

### 3.2 Motorik

#### ➤ Definition

Der Begriff Motorik bezeichnet willkürliche Bewegungsvorgänge.

Die **Motorik** dient dem Menschen dazu,

- sich in seiner Umwelt zu bewegen (Lokomotorik),
- mit ihr zu kommunizieren (Mimik, Gestik) und

- sie zu manipulieren (Ziel- und Greifmotorik).

Um dabei den Körper im Raum aufrecht zu erhalten, bedarf es einer **stabilisierenden Motorik, Haltungsmotorik** (Gleichgewicht, Haltungstonus).

#### 3.2.1 Haltungsmotorik

Für den Begriff Haltungsmotorik werden oft die Synonyme »Postural sets« (Bobath) oder **posturale Motorik** (vom engl. »posture«: Körperhaltung) verwendet; teilweise findet man auch das Synonym Stützmotorik. Da jedoch die Haltungsmotorik aus dynamisch stabilisierenden Anteilen besteht, wird der Begriff Stützmotorik dieser Aktivität nicht gerecht. Selbst im ruhigen Stand sind minimale Bewegungsschwankungen messbar (➤ Kap. 5 »Normale Bewegung, Equilibriumumsreaktionen«). Daher ist auch eine Beschreibung »Fixation des Körpers« inadäquat.

#### ➤ Beachte

Innerhalb physiologischer Bewegungsabläufe kommt es nicht zur Fixierung, sondern vielmehr zur **Stabilisierung des Körpers**, was stets mit **kleinsten dynamischen Prozessen** verbunden ist.

Um die Umwelt zu manipulieren, bedarf es der **Ziel- und Greifmotorik**. Die Zielmotorik ist immer von der Haltungsmotorik abhängig, da ohne eine stabilisierende und korrigierende Basis die gezielte Interaktion mit der Umwelt nicht möglich ist.

#### 3.2.2 Zielmotorik

Die Zielmotorik führt z.B. die Hand zum Bewegungsziel. Im Schultergelenk ist es mit gestrecktem Arm möglich, einen etwa hemisphärischen Bereich im Raum zu erfassen (»Fühlraum« nach Loeb et al. 1996). Innerhalb dieses Raumes ist der Arm ohne Kopfbewegung weitgehend unter visueller Kontrolle. Die Heranführung der Hand an ein Zielobjekt geschieht durch eine Winkelveränderung im Ellenbogen- und Handgelenk, bei der die Umwendbewegungen des Unterarms (Pro- und Supination) eine wichtige Rolle spielen. Die Bewegungsspur der Hand verläuft »gradlinig« (oder mit leicht geschwungenem Bogen) zum Zielobjekt (**ökonomische Bewegungsausführung**).

#### 3.2.3 Greifmotorik

Die Dorsalextension des Handgelenkes bietet die Stabilität für eine Vielzahl unterschiedlicher **Greiformen**, die man wiederum in zwei Grundtypen unterteilt:

## 3.2 · Motorik

- den Kraftgriff und
- den Präzisionsgriff.

Der **Kraftgriff** ist durch einen globalen Faustschluss geprägt und dient dem Hantieren mit schweren Gegenständen. Dagegen führt der **Präzisionsgriff** zu differenzierten, feinmotorischen Greifmöglichkeiten, wie z.B. dem **Spitzgriff** zwischen Daumen und Zeigefinger zum Aufheben einer Nadel, oder dem **Oppositionsgriff** zwischen dem Daumen und den anderen Fingern.

### 3.2.4 Automatisierte und bewusst automatisierte Bewegungen

#### Beachte

Jede Bewegung verändert den Körperschwerpunkt zum Schwerkraftfeld.

Daher muss das ZNS permanent die Position des Körpers neu berechnen, um die Haltung und Bewegung im Raum (Haltungsmotorik) zu gewährleisten. Die Anpassung dieser Haltungsprogramme, wie z.B. Gleichgewichtsreaktionen, werden in subkortikalen Integrationssystemen, wie beispielsweise den Kerngebieten des Hirnstamms (► Kap. 4 »Vestibularissystem«), reguliert. Diese Prozesse werden weitgehend **automatisiert** ausgeführt. In der Koordination und Harmonisierung zwischen den haltungsmotorischen Programmen (Hirnstamm) und den zielmotorischen Programmen (Kortex, Basalganglien) spielt v.a. das Kleinhirn eine dominierende Rolle.

Dem Greifakt der Hand geht in der Regel die visuelle Erfassung des Zielobjektes voraus. Es erfolgt eine Lokalisation und Identifikation des Gegenstandes im Raum und dadurch eine Interpretation seiner Merkmale (Wahrnehmung). Bereits die Lokalisation bestimmt das Ausmaß der Zielbewegung, und die Interpretation (Größe, Gewicht, Form etc.) bestimmt die adäquate Griffadaption.

#### Beachte

**Zielgerichtetes Greifen** ist ein kognitiver, bewusster Prozess (Identifikation und Interpretation des Objektes) auf höherer sensormotorischer Ebene (Großhirnrinde bzw. Neokortex und Basalganglien), wobei das eigentliche Greifen in der Regel ebenfalls automatisiert geschieht, deshalb bezeichnet man den Vorgang auch als **bewusst-automatisiert**.

In □ Abb. 3.1 sind Motorikarten und neuronale Steuerungssysteme dargestellt, die beteiligt sind, wenn eine erwachsene Person eine normale Greifbewegung ausführt.

#### i Therapierelevanz

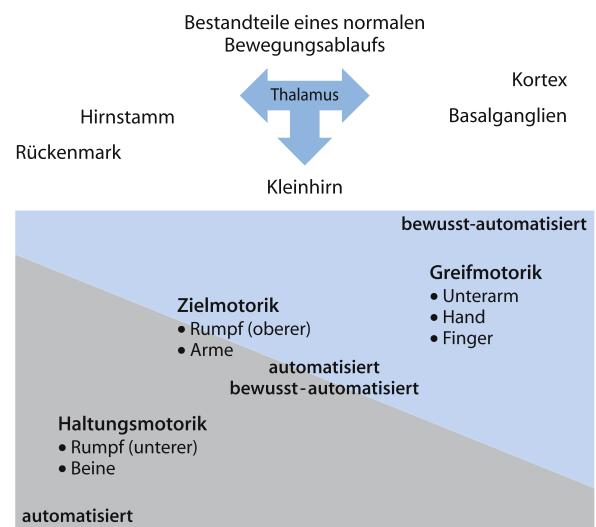
**Rumpf:** Basis der Ziel- und Greifmotorik ist die Haltungsmotorik, d.h., »**Rumpf ist Trumpf**«, denn ohne eine adäquate Haltungsmotorik ist die Ausführung physiologischer Ziel- und Greifmotorik nicht möglich. Der Rumpf bildet dabei den stabilisierenden Mittelpunkt für die Mobilität der Arme und Beine. Man unterteilt den Rumpf in den oberen und unteren Rumpfteil. Dieser zentrale Punkt (Th 12) wird (u.a. im Bobath-Konzept) als »**zentraler Schlüsselpunkt**« (ZSP) bezeichnet. Hierbei gewährleistet der untere Rumpfanteil mit dem Becken die Stabilität für die Mobilität des oberen und umgekehrt (► Kap. 5 »Normale Bewegung«).

**Neuronale Verschaltung:** Man kann sicherlich die rechte Rumpfseite bewusst verkürzen und auch automatisiert mit der Hand eine Fliege vom Bein verjagen, jedoch sind innerhalb normaler Bewegungsabläufe die grobmotorischen Bewegungen der **proximalen Muskelgruppen** (Rumpf, Becken, Schulter) eher **automatisiert** als die distale Feinmotorik der Hand.

Besitzen wir unser Gleichgewicht, denken wir nicht daran (nicht bewusst); verlieren wir es jedoch, denken wir nur noch daran (bewusst).

Vor allem die **differenzierte distale Handmotorik** nimmt im Sinne der **bewussten Verarbeitung** die höchste Stellung ein. Es macht somit funktionell wenig Sinn, eine normalerweise automatisierte Rumpfbewegung kognitiv zu beüben, wie z.B. durch die Anweisung »Verkürzen Sie Ihre rechte Rumpfseite«. Die Rumpfanpassung sollte vielmehr reaktiv auf eine bewusste Ziel- und Greifbewegung erfolgen (s. Fallbeispiele).

**Greifbewegung:** Die Adaption der Griffform ist ein **kognitiver Prozess**, der sich an der Identifikation und Interpretation des zu greifenden Objektes orientiert. Auch hierbei geht es weniger um die bewusste Steuerung der jeweiligen Fingerbewegung, son-



□ Abb. 3.1. Motorikarten und neuronale Steuerungssysteme beim Ausführen einer normalen Greifbewegung (bei Erwachsenen)

dern vielmehr um die bewusste Griffadaption der Finger an das Zielobjekt. In der normalen Bewegung ist der Vorgang der Griffadaption bewusst (Objektbezug) mit automatisierter Fingerspannung: bewusste/automatisierte Bewegung.

Die Anweisung im Sinne eines neuronalen Programms sollte daher nicht lauten: »Strecken oder beugen Sie Ihren Zeigefinger«, sondern vielmehr: »Greifen, stoßen, holen, halten Sie die Flasche, das Buch, den Teller etc.«.

Die stereotype Beübung bestimmter Grifftechniken bringt im alltagsrelevanten Einsatz nur wenig Vorteile, wohingegen Alltagsgegenstände des Patienten den Zugriff auf neuronale Programme (Feedforward) erleichtern. Zudem führt die bewusste Steuerung der Finger zu einer Tonuserhöhung und benötigt ein weitaus höheres Maß an Aufmerksamkeitsressourcen (s. auch ▶ Kap. 6 »Neuropsychologie«) als automatisierte Bewegungsabläufe (▶ Abschn. 3.4 »Bewegungsprogramme«).

#### ➤ Beachte

In der Ausführung einer alltäglichen Bewegung sind wir uns weder der Tätigkeit des einzelnen Muskels bewusst, noch können wir jeden Moment des Bewegungsablaufs genau verfolgen. »Das Gehirn weiß nichts von Muskeln, es kennt nur Bewegung.« (Walshe 1964, Zitat von Hughlings Jackson in Bobath 1976, S. 1)

#### ■ Übersicht 3.1 stellt die Kennzeichen eines normalen Bewegungsablaufs zusammen.

Damit ein Bewegungsablauf koordiniert werden kann, muss ein permanenter Rückfluss sensorischer Informationen (Afferenzen) stattfinden und eine Korrektur ermöglichen. Diese Rückmeldemechanismen nennt man Reafferzenzen.

#### ➤ Definition

Reafferzenzen sind Afferenzen, die durch die eigene Bewegung bzw. Handlung entstehen.

#### ■ Übersicht 3.1: Normale Bewegungsabläufe

Normale Bewegungsabläufe sind

- **automatisiert** (Haltungsmotorik und proximale Anteile der Zielmotorik),
- **bewusst-automatisiert** (distale Anteile der Zielmotorik sowie die Greifmotorik),
- **zweckorientiert** (einer Handlung dienend),
- **zielgerichtet** (ein Ziel anstrebt),
- **Erfolg versprechend** (Motivation),
- **ökonomisch** (geringstmöglicher Aufwand, größtmöglicher Erfolg).

Normale Bewegungsprogramme unterliegen der Steuerung kortikaler und subkortikaler Systeme, die hierarchisch und parallel miteinander verschaltet sind.

### 3.3 Bedeutung sensorischer Afferenzen und Reafferzenzen für die Bewegung

Bei jeder Bewegungsausführung muss das ZNS durch sensorische Afferenzen über

- die Position des Körpers,
- die Umwelt und über
- den Ablauf der Bewegung

informiert werden. Die komplexe Wahrnehmung der Umwelt und die auszuführende Handlungsplanung liegen eng zusammen, z.T. werden sie als eine Einheit beschrieben. Denken wir an ein Fußballspiel. Die Spieler müssen permanent die Situation, d.h. den Ball, ihre Mitspieler und Gegner erfassen und entsprechend dem Spiel handeln.

- Das ZNS wird permanent über die Körperstellung (propriozeptiv), die Lage des Körpers im Raum (vestibular, taktil, visuell) sowie über die Umwelt (Exterozeptoren) informiert. Dieser permanent ablaufende **Wahrnehmungsprozess** bildet die Ausgangsbasis für die Planung, Ausführung und Kontrolle einer Handlung.
- Der Handlungsantrieb erfolgt über subkortikale und kortikale **Motivationsareale**. Hierbei spielen vor allem das limbische System (subkortikal) und der präfrontale Kortex (kortikal) eine wesentliche Rolle. Beispielsweise führt das Bedürfnis »Durst« zu einem Handlungsantrieb, bei dem das Gehirn ein **Bewegungsprogramm (Efferenz)** entwickelt, um das Bedürfnis »Durst« zu befriedigen – ein Glas Wasser greifen. Das Bewegungsprogramm bildet die Grundlage der Bewegungseinleitung.
- Die Reafferzenzen werden dabei **permanent mit dem Bewegungsprogramm** (Efferenzkopie), v.a. im **Kleinhirn, verglichen**. Unterschiede zwischen Reafferenz (**Ist-Zustand**) und Bewegungsprogramm (**Soll-Zustand**) erzeugen ein Korrektursignal, das das Bewegungsprogramm entsprechend korrigiert.

#### ➤ Definition

Ein Bewegungsprogramm ist die neuronale Repräsentation einer Bewegung, d.h. die räumliche und zeitliche Abfolge einer Bewegung (Illert in Deetjen u. Speckmann 1992)

### 3.4 Entwicklung neuronaler Bewegungsprogramme

In der Theorie unterscheidet man bei der Entwicklung **neuronaler Programme** drei Bereiche:

- das Erzeugungsfeedback (Körperbeziehung),
- das Ergebnisfeedback (Objektbeziehung) und
- das daraus resultierende Feedforward (voraussichtliche Handlungsabfolge).

### 3.4 • Entwicklung neuronaler Bewegungsprogramme

Synonyme für den Begriff neuronales Programm sind je nach Literatur: Feedforward, Efferenz-Kopie, neuronales Modell etc.

#### 3.4.1 Erzeugungsfeedback (internes Feedback)

##### ➤ Definition

Unter Erzeugungsfeedback versteht man das Feedback, das durch eine selbst ausgelöste Bewegung vom Körper und/oder seinen Teilen verursacht wird. Die hierdurch ausgelösten Reafferzenzen werden mit dem erwarteten Ergebnis verglichen und bei Bedarf adaptiert.

##### Beispiel

Ein Säugling schlägt zufällig mit seinem Arm gegen die Kante der Wickelkommode. Der taktile Input führt zu einer willkürlichen Wiederholung der Handlung. Nach mehrmaliger Wiederholung wird die Bewegung als neuronales Programm abgespeichert, und der Säugling führt, wissend was passiert (Feedforward), seine Hand an die Wickelkommode. Die sensorische Rückmeldung erfolgt vor allem durch die Basissysteme (propriozeptiv, taktil und vestibulär).

#### 3.4.2 Ergebnisfeedback (externes Feedback)

##### ➤ Definition

Beim Ergebnisfeedback handelt es sich um eine durch die eigene Bewegung bewirkte Veränderung der Umwelt.

##### Beispiel

Der Säugling berührt zufällig einen Gegenstand auf der Wickelkommode, der daraufhin herunterfällt. Die Mutter hebt ihn wieder vom Boden auf. Nach mehrmaliger Wiederholung wird die Bewegung als neuronales Programm abgespeichert. Die Mütter kennen meist nur zu gut die exzessiven »Heb-auf-Spiele« ihrer Säuglinge. Die Reaktion der Mutter verstärkt zudem die Ausführung der Bewegung. Die Sensorik wird hierbei überwiegend von den Exterozeptoren (Reizen aus der Umwelt) wie visuell, akustisch, olfaktorisch etc. übernommen.

#### 3.4.3 Feedforward (engl. »forward planning«: Vorausplanung)

##### ➤ Definition

Feedforward-Programme sind Planungsprozesse, die aus dem Erzeugungs- und Ergebnisfeedback (sensorische Feedbacks) resultieren und die die **Bewegungsvorstellung** einer bestimmten Handlung beinhalten.

Das ZNS wählt anhand der Bewegungsvorstellung das effektivste Bewegungsprogramm zum Erreichen eines Ziels aus (ökonomisches Prinzip). Dabei ist der Körper zu jeder Zeit über den Zustand der Körpermuskulatur und die Stellung der Gelenke zueinander informiert (Schaltregel nach Magnus 1924, in Bobath 1998, S. 21). Bei einer Abweichung vom Soll- zum Ist-Zustand (Reafferzenzen, Kleinhirn) wird korrigierend eingegriffen, um so die Bewegung an die abweichende Situation zu adaptieren. Um dies zu ermöglichen, muss eine Assoziation mit der Umweltsituation stattfinden (z.B. Identifikation und Interpretation von Objekten), die an höhere Gehirnleistungen (Kognition) gekoppelt ist. Beim Erwachsenen werden nahezu alle Bewegungsvorgänge durch Feedforward-Programme eingeleitet.

##### Beispiel

**Koffer am Bahnhof abholen.** Man holt auf dem Bahnsteig den Koffer eines Bekannten ab. Beim Anblick des großen Koffers assoziiert das Gehirn: »großer Koffer, viel Inhalt, also hohes Gewicht«. Der Tonus wird durch das Feedforward-Programm im Voraus an die kommende Situation adaptiert. Mit einer relativ hohen Vorspannung wird der Koffer angehoben. Wäre der Koffer jetzt leer, würde er hoch in die Luft gesleudert, bis das sensorische Feedback rückmeldet: geringes Gewicht, d.h., der Koffer ist leer, worauf der Tonus sich entsprechend der Situation senkt.

**Treppe heruntergehen.** Man geht im Dunkeln eine bekannte Treppe herunter und vermutet noch eine Stufe, hat sich jedoch geirrt. Der letzte Schritt wird mit zu hohem Tonus ausgeführt und als hartes Aufsetzen empfunden. Hat sich das Feedforward um eine Stufe verschätzt, d.h., es kommt noch eine Stufe, so wird der letzte Schritt mit zu niedrigem Tonus ausgeführt. Das Knie knickt ein, bis das sensorische Feedback den Tonus nachspannt.

##### Praxis

Die meisten Bewegungen des Erwachsenen werden über das visuelle System initiiert und über Feedforward-Programme gesteuert. Möchte man beispielsweise aus einem Glas Wasser (Identifikation) trinken, so adaptiert sich der Tonus der Hand und damit die Griffposition entsprechend der Größe und des Gewichtes des Gegenstandes. Bei der Bewegungsanbahnung sollte daher verstärkt auf die bestehenden Feedforward-Programme zurückgegriffen werden. Der Patient kann so die Bewegung leichter wieder erlernen und automatisierter ausführen. Alltagsrelevante Gegenstände, die der Patient kennt, haben dabei eine besondere Bedeutung.

Deshalb sollte auf verbale Anweisungen (Initiierung über das akustische System) wie: »Strecken, greifen oder ergreifen Sie den Gegenstand, packen Sie zu, halten Sie fest« etc., verzichtet werden. Sie initiieren Feedforward-Programme, die mit einer hohen neuromuskulären Aktivität einhergehen.

### Beachte

Anweisungen wie: »**Erfühlen, fühlen, spüren Sie, lassen Sie los, locker etc.**«, führen zu einer dynamischen Flexibilität der Handmotorik bei der Bewegungsanbahnung.

### Beispiel

Die obere Extremität ist bei Hemiplegikern meist von einem erhöhten Beugetonus (Beugemuster) gekennzeichnet, der der Ausführung normaler harmonischer Bewegungsabläufe entgegenwirkt. Die Anweisung »strecken Sie ihren Arm aus«, initiiert ein Feedforward, das eine **Aktivität der Armstrekker** (*M. triceps*) bewirkt. Dabei arbeiten die Armstrekker gegen den erhöhten Tonus der Beuger, woraus nicht unbedingt eine Reduktion von Beugetonus resultieren muss. Eine Anweisung, wie z.B.: »Lassen Sie den Arm **locker nach unten sinken** (mit der Schwerkraft)« spricht hingegen ein Feedforward an, das sich direkt auf die Tonussituation der Beuger bezieht und die Bewegung harmonischer gestalten kann.

### Neue Bewegungsprogramme

Neue Bewegungsprogramme werden nicht als gesamte Bewegung neu erlernt.

Das ZNS greift auf bereits bestehende Feedforward-Programme (**Grundmuster**) zurück und fügt den **neuen Bewegungsbestandteil** hinzu.

### Beachte

Die Vorstellung einer Bewegung bestimmt den Tonus.

- **Bekannte, häufig verwendete Bewegungsabläufe** verlaufen automatisiert, ökonomisch, harmonisch und mit einem relativ geringen Tonusniveau.
- **Neue, schwierige und differenzierte Bewegungsmuster** unterliegen hingegen einer größeren kortikalen Kontrolle (sind bewusster) und besitzen einen höheren Tonus (s. unten »Selbsterfahrung«). Wird diese neu erlerte Bewegung zur Gewohnheit, reduziert sich der Tonus, und die Bewegung wird automatisiert und harmonischer ausgeführt.

### Beispiel

**Selbsterfahrung.** a) Wir nehmen uns ein leeres Blatt, einen Stift und schreiben viermal den Buchstaben A (egal ob groß, klein, gedruckt oder lateinisch). Bitte vor dem Weiterlesen ausführen! b) Nun ziehen wir die Linien der A genau nach. Bitte ausführen! Bei a) ging es um das Ziel »Schreiben der A«. Die Bewegung geschah weitgehend automatisiert.

Bei b) geht es um das bewusste Nachzeichnen der Linien: Wie ziehe ich möglichst genau die Linien nach?

Wir bemerken bei Punkt b) eine höhere Anspannung (Tonus) in den Fingern, eine größere Aufmerksamkeitsleistung und eine geringere Bewegungsgeschwindigkeit beim exakten Nachfahren der A. Bei der automatisierten Ausführung greift das ZNS auf ein

vorhandenes Bewegungsprogramm (Feedforward) zurück. Bei einer neuen bewussten Bewegung hingegen, kontrolliert und korrigiert das ZNS die geplante Bewegungsausführung über die Feedbacksysteme (**Erzeugungsfeedback – Basissinne, Ergebnisfeedback – Fernsinne**). Entsprechend werden die Bewegungen langsamer, mit einem höheren Tonus und einer höheren Aufmerksamkeit ausgeführt.

## 3.5 Motorische Steuerungssysteme

Man unterteilt die motorischen Systeme des ZNS in mehrere Komponenten, beginnend mit dem entwicklungsgeschichtlich ältesten Teil – dem **Rückenmark**, dem **Hirnstamm** und dem **Kleinhirn** –, über die **Basalganglien** zur **Großhirnrinde** als phylogenetisch jüngstem Teil.

### 3.5.1 Phylogenetische Entwicklung

Die Untersuchung der jeweiligen Funktionen ergab, dass sich die Entwicklung der fortschreitenden Differenzierung nicht in einem Umbau der vorhandenen, sondern durch einen Überbau von neuen leistungsfähigeren Systemen vollzog. Aus dieser Entwicklung resultiert der **hierarchische Aufbau des ZNS**. Man darf hierbei jedoch nicht vergessen, dass die jeweiligen Steuerungssysteme sowohl **hierarchisch** als auch **parallel** zueinander arbeiten. Durch die parallele Verarbeitung ist es möglich, unterschiedliche Aspekte einer sensorischen Information zusammenzutragen (sieht aus wie ein Apfel, fühlt sich an wie ein Apfel etc.) und als gemeinsamen Kontext (Apfel) abzuspeichern.

### 3.5.2 Großhirnrinde (Neokortex)

Siehe auch ► Kapitel 4 »5. SMRK«

Die Oberfläche der Großhirnrinde wird in jeder Hemisphere in 4 Lappen unterteilt:

- **Lobus frontalis** (Frontallappen, motorische Kortizes und Assoziationsareale),
- **Lobus parietalis** (Scheitellappen),
- **Lobus occipitalis** (Hinterhauptlappen),
- **Lobus temporalis** (Schläfenlappen).

Scheitel-, Hinterhaupt- und Schläfenlappen dienen der Verarbeitung von Wahrnehmungsprozessen (► Kap. 2 »Sensorische Systeme«, s. auch □ Abb. 2.2).

### Kortikale Verschaltungen

Der Kortex und vor allem seine Assoziationsareale dienen der Verarbeitung der höheren kognitiven und exekutiven Gehirnleistungen (► Kap. 6 »Neuropsychologie«). In den sensorischen Assoziationsarealen werden die Wahrneh-

### 3.5 • Motorische Steuerungssysteme

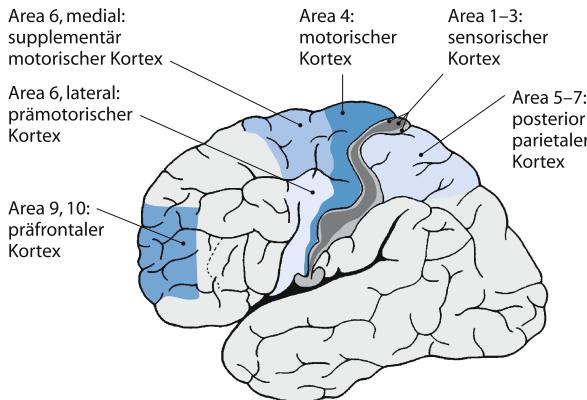


Abb. 3.2. Motorische Kortizes. (Aus Schmidt 1998)

mungsprozesse verarbeitet, die die Grundlage für die Planung, Steuerung und Kontrolle einer Bewegung bilden. Vor allem der **posterior parietale Kortex** (Abb. 3.2, Area 5,7) liefert die sensorischen Informationen, die für das Erreichen eines Gegenstandes notwendig sind (► Kap. 4 »Sensorisch-motorische Regelkreise«). Das limbische System (subkortikal) und das präfrontale Kortexareal sind an der Auslegung der emotionalen Motivationslage beteiligt.

Die Steuerung und Ausführung zielgerichteter Bewegungen unterliegt vor allem vier Kortexarealen:

- dem **posterior parietalen Kortex** im Lobus parietalis für die sensorische Informationsverarbeitung, (► Kap. 2 »Sensorische Systeme, sensorischer Assoziationskortex«),
  - dem **präfrontalen Kortex** (motorischer Assoziationskortex),
  - dem **prä- und supplementär motorischen Kortex** und
  - dem **primär motorischen Kortex**,
- die zusammen den **Lobus frontalis** (Frontallappen) bilden und für die motorische Umsetzung verantwortlich sind.

Der posterior parietale Kortex liefert die somatosensorischen Informationen zu den motorischen Kortexarealen im Lobus frontalis. Die drei motorischen Kortizes steuern unterschiedliche Aspekte einer Bewegung.

#### Präfrontaler Kortex

Der Lobus frontalis reguliert und steuert die Motorik. Er ist mit seinen präfrontalen Assoziationsarealen (**präfrontaler Kortex**), an komplexen Verhaltensweisen wie Antrieb und Motivation beteiligt. Im Vergleich zu den anderen Gehirnlappen finden sich im präfrontalen Kortex die meisten Sternzellen (► Kap. 2.5.3). Diesen wird im Gegensatz zu den exzitatorischen, bahnenden Pyramidenzellen (80–90% aller neurokortikaler Zellen) eine inhibitorische (hemmende) Wirkung zugeschrieben. Mit dieser Funktion wirkt der

präfrontale Kortex selektierend und modulierend auf die reziproken Verschaltungen mit nahezu allen Systemen des ZNS.

#### Verschaltungen des präfrontalen Kortex

- **Thalamus** (Informationen aus den Basalganglien und Kleinhirn)
- **Formatio reticularis** (Aufmerksamkeit)
- **Amygdala, Hippokampus** (Gedächtnis, Lernen)
- **Limbisches System** (Motivation, emotionale Bewertung, Energie)
- **Verschaltungen zu allen Assoziationskortizes** (Zusammenfluss der sensorischen Wahrnehmung zur Umsetzung in eine Handlung)

Alle Verbindungen sind reziprok geschaltet, d.h., es bestehen sowohl Afferenzen als auch Efferenzen zum präfrontalen Kortex. In ► Übersicht 3.2 sind die Funktionen des präfrontalen Kortex zusammengefasst.

#### Beachte

Der präfrontale Kortex dient der Planung, Vorbereitung, Kontrolle und Bewertung von Handlungen und bildet damit das zentrale Steuerungssystem der exekutiven Funktionen, die nötig sind, um zur richtigen Zeit am richtigen Ort die richtige Bewegung auszuführen.

**Exkurs Neuropathologie.** Besonders große beidseitige (selten bei einseitigen) Läsionen der präfrontalen Areale führen zu einer schwerwiegenden Veränderung der Persönlichkeit. Dies zeigt sich oft in einer Antriebsminderung, Aufmerksamkeitsstö-

#### Übersicht 3.2: Funktionen des präfrontalen Kortex

- Entwicklung und Steuerung der Persönlichkeit (Sitz der Persönlichkeit)
- Koordination der Reizaufnahme im Kurzzeitgedächtnis (► Kap. 6 »Neuropsychologie«)
- Emotionale Bewertung (Verbindung zum limbischen System)
- Richtung der Aufmerksamkeit auf bestimmte Reize (Entscheidungsdominanz, Zielpriorität setzen, Fokussierung der Aufmerksamkeit im Sinne der Zielsetzung, d.h. motivationsspezifische Erregung)
- Planung von Handlungen und Verhalten (Zielbestimmung, s. oben)
- Permanenter Abgleich mit dem zeitlichen Ablauf (Reafferenzen)
- Steuerung der Eigenschaften wie Initiative, Antrieb, Affekt, Motivation

rung und Reduzierung der intellektuellen Fähigkeiten. Teilweise kommt es zu einem unkontrollierten Affektausbruch. Auch Scham und Taktgefühl gehen verloren, was als Affektinkontinenz und/oder Enthemmungssyndrom beschrieben wird (Trepel 2003). Teilweise spricht man auch vom **Frontalhirnsyndrom** oder in der neueren Literatur vom »dyssexekutiven Syndrom«.

Der Handlungsantrieb kann durch die Bildung äußerer Sinnesindrücke, Motivation (vorhersehbares Eintreten eines Ereignisses) oder durch einen inneren Antrieb (innerer Drive) zustande kommen (► Kap. 6 »Neuropsychologie«).

### Beispiel

**Handlungsantrieb durch innere Reize: Primärbedürfnis – Trinken.** Die verminderte Speichelsekretion führt zu einem typischen Trockenheitsgefühl im Mund. Das limbische System (Lust-Unlust-System) reagiert auf basaler Ebene (Trieb). Ihm geht es in erster Linie um die Durststillung. Durch die enge Verknüpfung mit dem Geschmacks- und Geruchssinn wählt es das naheliegendste Getränk aus, um das Bedürfnis zu befriedigen. Der Frontalkortex dagegen verknüpft den Durstreiz mit anderen Assoziationsfeldern. Er wählt das Getränk differenzierter aus; z.B. ein kaltes Getränk im Sommer, ein warmes im Winter, (somatosensorische Assoziationsfelder) und entwickelt eine entsprechende Bewegungsstrategie (motorische Kortizes), um das Getränk zu besorgen.

**Handlungsantrieb durch äußere Reize.** Ein Freund meldet sich telefonisch, um gegen 21.00 Uhr mit Ihnen in einem bekannten Lokal etwas trinken zu gehen. Sie müssen sich entsprechend anziehen und mit dem Auto in die Stadt fahren, vorher noch am Geldautomat das nötige Kleingeld besorgen und tanken, damit sie das Lokal erreichen. Würden Sie die obige Reihenfolge nicht einhalten oder eine der Teilhandlungen vergessen, würde das Ziel nicht erreicht. Die Aufgabe des präfrontalen Kortex liegt hierbei vor allem in der »zeitlichen Organisation des Verhaltens«.

### Sekundär motorischer Kortex

Der sekundär motorische Kortex wird aus dem lateralen (äußeren) **prämotorischen** und dem medialen (innen liegenden) **supplementär motorischen Kortex** (► Abb. 3.2, **Area 6**) gebildet. Beide Kortexareale besitzen ebenfalls eine somatotope Gliederung, die sich jedoch weniger differenziert wie der Homunkulus (► Abb. 2.5) des primär motorischen Kortex gestaltet.

- Die Neurone des supplementär motorischen Kortex reagieren vor allem auf propriozeptive (innere) Reize,
- während der prämotorische Kortex auf visuelle oder akustische Reize reagiert.

Beide Areale sind reziprok mit dem primär motorischen Kortex verschaltet und an den Ursprungsgebieten der Pyramidenbahn mit beteiligt.

### Beachte

Der prämotorische Kortex dient der Initiierung einer Bewegung durch einen äußeren Reiz und der Orientierung des Körpers zum Ziel.

**Exkurs Pädiatrie.** Der prämotorische Kortex spielt bei der motorischen Entwicklung eine tragende Rolle. Ein Neugeborenes bewegt sich um der Bewegung willen (Erzeugungsfeedback). Es stößt mit seinen Extremitäten gegen Gegenstände und spürt zuerst sich und später den Gegenstand. In der weiteren Entwicklung kommt es zum Hantieren mit Gegenständen. Durch die visuelle Kontrolle lernt es, mit seinem Hantieren eine Veränderung der Umwelt herbeizuführen (Ergebnisfeedback). Die mehrmaliige Wiederholung führt zu neuronalen Bewegungsmodellen, die später bei Bedarf im supplementär motorischen Kortex abrufbar sind. Es ist wichtig hierbei zu erwähnen, dass das ZNS nicht durch den stets gleichen Vorgang ein Bewegungsmodell erstellt, sondern vielmehr durch multiple Versuche den Einsatz der Extremitäten an die Umwelt adaptiert. Somit muss nicht mehr jede Einzelbewegung neu erlernt werden. Bei neuen Bewegungen wird ein Modell aus dem erfahrenen Repertoire gezogen und dieses lediglich um die neu hinzugekommene Bewegungskomponente ergänzt.

### Beachte

Die supplementär motorischen Kortizes spielen eine besondere Rolle bei der Planung und Ausführung komplexer Bewegungsfolgen sowie bei der Koordination der beiden Extremitäten zueinander (Hand-Hand-Koordination).

### Steuerung der Bewegungsprogramme

Beim Erwachsenen wird der größte Teil der Bewegungsplanung über den supplementär motorischen Kortex gesteuert. Die automatisierte Ausführung (Feedforward) ermöglicht es dem Menschen, während der Bewegungsabläufe seine Aufmerksamkeit nicht auf die Bewegung als solche zu richten, sondern auf die zu bewältigende Aufgabe (Ziel).

### Beispiel

Beim Autofahren richtet sich die Aufmerksamkeit auf den Verkehr und die Verkehrszeichen, evtl. noch auf das Gespräch mit dem Beifahrer oder das Suchen bestimmter Hausnummern etc. Die Bewegungsvorgänge wie Schalten, Blinken, Bremsen, Kopf drehen etc. laufen (mit der entsprechenden Routine) automatisiert ab. Nur auf diese Weise ist die Bewältigung komplexerer Bewegungsabläufe, wie sie im Alltag die Regel sind, möglich.

### Planung komplexerer automatisierter Bewegungsvorgänge

Die Beteiligung des **supplementär motorischen Kortex** an komplizierten Bewegungsvorgängen wurde durch Untersuchungen anhand der Hirndurchblutung belegt. Es zeigte sich, dass bei sehr einfachen Fingerbewegungen vorwie-

### 3.5 • Motorische Steuerungssysteme

gend der primär motorische Kortex (mit den somatosensorischen Kortizes) der kontralateralen Hemisphere aktiviert ist. Wurde die Bewegung komplizierter, war auch ein deutlicher Aktivitätsanstieg im supplementär motorischen Kortex erkennbar. Diese Aktivität zeigte sich auch, wenn sich der Proband die Bewegung nur vorstellte, wohingegen hierbei die Aktivitätserhöhung im primär motorischen Kortex ausblieb (Illert in Deetjen u. Speckmann 1992). Die Effizienz von Therapiekonzepten, deren Bewegungsanbahnung auf rein mentaler Ebene ansetzt, d.h. ohne die eigentliche Bewegungsausführung, sollte man daher kritisch hinterfragen!

**Exkurs Neuropathologie.** Der supplementär motorische Kortex erhält über die motorischen Kerne des Thalamus afferente Zuströme aus den Basalganglien. Bei **Parkinson-Patienten** ist dieser Zufluss deutlich reduziert. Die Patienten zeigen entsprechend eine Bewegungsarmut für selbst initiierte Bewegungen, die von propriozeptiver Führung abhängig ist (Wiesendanger in Prosiegel 1998).

#### Therapierelevanz

##### Parkinson

Entsprechend der neurologischen Defizite gestalten sich die Therapieinhalte bei der Parkinson-Behandlung. Da die Bewegungsinitierung durch innere Reize (Basalganglien – supplementär motorischer Kortex) verloren geht, versucht man durch äußere Reize (prämotorischer Kortex) die Bewegung in Gang zu setzen (► Kap. 4. »SMRK«).

#### Primär motorischer Kortex (motorischer Kortex, Gyrus praecentralis, Area 4)

##### Beachte

Der primär motorische Kortex bildet die Ausgangsstation für die bewusste Durchführung distaler feinmotorischer Bewegungsprogramme.

Der primär motorische Kortex zeigt eine relativ genaue somatotopie Gliederung der kontralateralen Körperseite (d.h. eine Gliederung der Lage der Körperteile entsprechend, s. Homunkulus, □ Abb. 2.5). Er besitzt interkortikale Afferenzen aus dem prä- und v.a. supplementär motorischen Kortex sowie aus dem somatosensorischen Kortex (Lobus parietalis). Zudem erhält er (über den Thalamus) Afferenzen aus dem Kleinhirn und den Basalganglien. Seine Neurone (Pyramidenbahn, Tractus corticospinalis) projizieren mit Ausnahme der Muskeln, die nahe an der Körpermittelinie liegen (wie z.B. Stirn-, Kehlkopf-, Kaumuskulatur etc.), vorwiegend zur Effektor-muskulatur der kontralateralen Körperseite, wobei es sich hauptsächlich um die distalen Muskelgruppen der oberen Extremität handelt (bewusste, feinmotorische Bewegungen der Finger).

#### Zusammenfassung: Die motorische Steuerung in der Großhirnrinde (► Kap. 4, »5. SMRK«)

##### Afferente und efferente Bahnen

- **Afferenzen:** Die motorischen Kortizes erhalten ihre Hauptafferenzen aus den sensorischen und motorischen Assoziationsarealen (Lobus parietales, Lobus praefrontalis), zudem via Thalamus aus den optischen und akustischen Arealen (v.a. prämotorischer Kortex), aus Basalganglien (v.a. supplementär motorischer Kortex) und aus dem Kleinhirn (v.a. primär motorischer Kortex).
- **Efferenzen:** Die Pyramidenbahn [Tractus corticospinalis, pyramidalmotorisches System (PS)] zieht als Haupteffferenz (s. »Efferenzen«), über kollaterale Verschaltungen zu allen subkortikalen (Basalganglien, Kleinhirn, Hirnstamm) und spinalen motorischen Systemen. Sie nimmt dabei einen kontrollierenden (hemmenden) Einfluss auf die somatosensorischen Zuströme und die spinale Reflexaktivität ein (s. Pyramidenbahn).
- **Kortizes:** Anteile des **präfrontalen Kortex** initiieren mit dem limbischen System (subkortikales Motivationsareal) den Handlungsantrieb. Zudem steuert der präfrontale Kortex die kognitiven und exekutiven Vorgänge, die nötig sind, um am richtigen Ort zur richtigen Zeit das richtige Verhalten zu zeigen. **Afferenzen und Reafferenzen aus dem posterior parietalen Kortex** (sensorisches Assoziationsareal) liefern u.a. die sensorischen Informationen über die Stellung und Bewegung des Körpers zur Bewegungsplanung und -ausführung.

##### Funktionen

- Der **prämotorische Kortex** wählt Verhaltensmuster als **Reaktion auf einen äußeren Reiz** oder eine Reizsituation aus.
- Der **supplementär motorische Kortex** wählt **Verhaltensmuster auf einen inneren Reiz** hin aus. Er bildet damit ein wichtiges Bindeglied zwischen Planung und Handlung.
- Der **primär motorische Kortex** ist für die **Bewegungsausführung** zuständig, er steuert dabei vor allem die bewussten Ziel- und Greifbewegungen der distalen Extremitäten.

##### Beachte

Der Handlungsantrieb (präfrontaler Kortex, limbisches System) und die Bewegungsentwürfe (prä- und supplementär motorische Kortizes) werden in ein Bewegungsprogramm umgesetzt und ausgeführt (primär motorischer Kortex).

### 3.5.3 Basalganglien (s. auch ▶ Kap. 4. »SMRK«)

#### ➤ Definition

Allgemein bezeichnet man die Basalganglien als eine Gruppe von bilateralen Hirnkernen, die tief unter der Großhirnrinde liegen und dem motorischen System zugeordnet sind (Trepel 2003).

Sie sind beteiligt an:

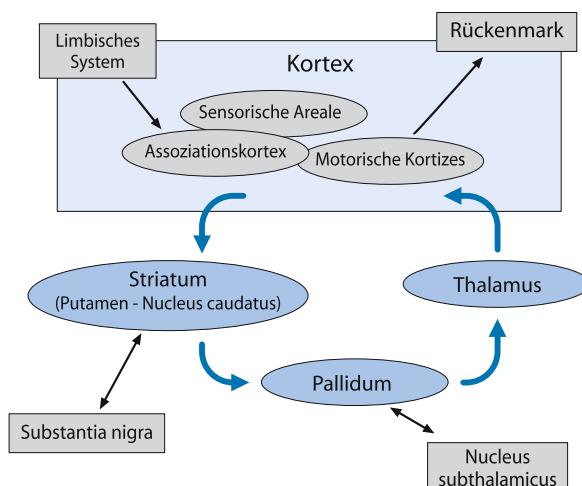
- der Steuerung der proximalen Extremitäten und der Augenmotorik,
- sensomotorischen Prozessen der Bewegungsprogrammerstellung,
- der motivationsabhängigen Planung (Motivation),
- der Selektion von Bewegungsprogrammen (Kognition) (► Kap. 4, »4. SMRK«).

[Als Synonym für die Basalganglien wird vor allem in der deutschsprachigen älteren Literatur der Begriff »Stammganglien« verwendet. Dabei sind meist auch die Kerne des Hirnstamms (Nucleus ruber etc.) mit eingeschlossen.]

#### Kerne der Basalganglien

- Striatum (bildet sich aus dem Nucleus caudatus und dem Putamen)
- Globus pallidus (Pallidum)
- Nucleus subthalamicus
- Substantia nigra

Die Basalganglien (► Abb. 3.3) besitzen **keine direkte Verbindung zum Rückenmark**, sondern beeinflussen die Motorik über Rückkopplungsschleifen von der Großhirnrinde über das Striatum zum Pallidum, weiter zum Thalamus und wieder zurück zur Großhirnrinde.



► Abb. 3.3. Vereinfachte Darstellung: Verschaltung der Basalganglien (blaue Pfeile). (Nach Trepel 2003)

Hauptsächlich führen die **Projektionen der Basalganglien** zu den präfrontalen, prämotorischen und v.a. supplementär motorischen Kortexarealen (weniger zum primär motorischen Kortex). Die motorische Informationsübertragung ist dabei somatotopisch gegliedert. Neben dieser Hauptleitungsschleife bestehen noch zwei weitere wichtige Nebenschleifen zwischen dem Striatum und der Substantia nigra sowie zwischen dem Pallidum und dem Nucleus subthalamicus.

**Exkurs Neuropathologie.** Entsprechend den Funktionen führt eine **Dysfunktion der Basalganglien** zu motorischen, kognitiven, und emotionalen Störungsbildern. Im Vordergrund stehen die motorischen Beeinträchtigungen, die aus einem Ungleichgewicht in der Verschaltung innerhalb der Kerne resultieren und sich durch hypo- (Morbus Parkinson) oder hyperkinetische (Chorea Huntington, Athetose) Bewegungsstörungen zeigen können.

Das **Striatum** besitzt normalerweise eine hemmende Wirkung auf die Motorik. Eine Störung zeigt sich daher in enthemmten überschießenden Bewegungen. Das häufigste **hyperkinetische** Krankheitsbild ist die **Chorea**, der ein degenerativer Prozess des Striatums zugrunde liegt (Trepel 2003). Es treten unkontrollierte Bewegungen der Rumpf-, Kopf-, und Gesichtsmuskulatur sowie der Extremitäten auf. Häufig werden diese Bewegungen von athetotischen (langsam, schraubenden) Bewegungen begleitet (griech. Hyperkinesie: Überbewegung; griech. Chorea: Veitstanz; griech. Athetos: ohne festen Stand).

Eine Schädigung des **Nucleus subthalamicus** führt zu einem Verlust der hemmenden Kontrolle auf das ipsilaterale Pallidum und somit zu einer Aktivitätssteigerung der gleichseitigen motorischen Kortexareale. Hierdurch zeigen sich hyperkinetische Bewegungsmuster auf der kontralateralen Körperseite, die vor allem **durch die proximalen Muskelgruppen an Schulter und Becken eingeleitet werden**. Die Patienten führen dabei plötzliche, auswurfende Bewegungen mit ihren Extremitäten aus. Dieses Krankheitsbild wird als **Ballismus** bzw. bei einseitiger Schädigung als **Hemiballismus** bezeichnet (griech. ballein: werfen).

Die **Substantia nigra** ist reziprok mit dem Striatum verschaltet. Die efferenten Zuflüsse der Substantia nigra zum Striatum erfolgen über den Transmitter »**Dopamin**«. Hierdurch hemmen die nigrostriatalen Bahnen indirekt die Aktivität des Striatums. Da die Neurone des Striatums (s. oben) eine eher hemmende Wirkung auf die motorischen Impulse ausüben, führt die Reduktion dieser Hemmung (Disinhibition) wiederum zur Bewegsförderung. Hierdurch wird der Substantia nigra eine bedeutende Funktion bei der Bewegungsinitiierung und beim Bewegungsantrieb zugeschrieben. Stark vereinfacht kann man sagen, die Substantia nigra hemmt durch ihre dopaminerigen Neurone den Hemmer (Striatum). Geht die hemmende Wirkung auf das Striatum verloren, gewinnt die Hemmung der motorischen Impulse (Hauptfunktion des Striatums), wodurch eine **Akinese** (Bewegungsarmut) resultiert. Die bekannteste Erkrankung, die mit dem Untergang

### 3.5 • Motorische Steuerungssysteme

der Substantia nigra zusammenhängt, ist der **Morbus Parkinson** (s. auch ▶ Kap. 8, »Störungen der Sensomotorik«).

**Pädiatrie.** Eine Verarbeitungsstörung der Basalganglien kann bei Kindern die sog. Tics auslösen, was sich beispielsweise durch ein unwillkürliches Zusammendrücken der Augenlider oder Ähnliches zeigt. Soweit diese Tics die normale Entwicklung des Kindes nicht beeinträchtigen, sollte hierbei keine therapeutische Intervention stattfinden. Die Tics verwachsen sich in der Regel mit der Pubertät. Eine gezielte Therapie durch Medikamente oder den Versuch des bewussten Unterdrückens führt meist zur Verlagerung zu einer anderen, im Bewegungsausmaß noch umfangreicher Variante der Tics.

In ihrem Zusammenspiel bewirken die Basalganglien eine Feinabstimmung der im Assoziationskortex entworfenen Bewegungsprogramme. Ein Bewegungsprogramm, das sinnvoll und situationsadäquat ausfällt, wird ausgeführt (enthemmt); und ein Programm, das nicht situationsadäquat ausfällt und unsinnig erscheint, wird unterdrückt (gehemmt).

#### ➤ Beachte

Enthemmung und Hemmung sind die wichtigsten Mechanismen der Basalganglien, die über die Ausführung oder Nichtausführung eines im Assoziationskortex erarbeiteten Bewegungsprogrammes entscheiden.

### 3.5.4 Kleinhirn (Cerebellum)

#### ➤ Beachte

Das Kleinhirn bildet das wichtigste Integrationszentrum für die Koordination und Feinabstimmung von Bewegungsabläufen der Extremitäten und des Rumpfes (Trepel 2003).

Hierdurch ist es für die harmonische Ausführung motorischer Handlungen von entscheidender Bedeutung (▶ Kapitel 4.3 »3. SMRK«, ▶ Abschn. 4.3.3 »Kleinhirn«).

#### Lernen motorischer Verhaltensweisen

Das Kleinhirn spielt eine wesentliche Rolle bei der Adaptation und beim Lernen neuer motorischer Verhaltensweisen. Hierdurch lässt sich die Tatsache erklären, dass die Aneignung motorischer Verhaltensweisen für Amnesiepatienten (▶ Kap. 6 »Neuropsychologie, Gedächtnisstörung«) möglich ist.

#### Beispiel

**Selbsterfahrungsparcours.** Zur Durchführung eines Parcours benötigen wir mindestens zwei Sicherheitspersonen und mehrere Probanden. Die Probanden sollten vorher den Parcours nicht sehen. Die Sicherheitspersonen platzieren im Abstand von ca. 1 Meter verschiedene Gegenstände auf dem Boden, z.B. Tücher, Ei-

mer, Rundhölzer, Wackelbrett, und zum Schluss einen Stuhl bzw. für die ganz Mutigen einen Tisch mit Stuhl, um Herauf- und Herunterzusteigen. Die zwei Sicherheitspersonen bitten eine Testperson herein; diese soll ein Auge schließen und mit dem anderen Auge durch ein umgedrehtes Fernglas auf den Boden schauen. Das Fernglas hält sie mit der Funktionshand fest, die andere Hand soll möglichst locker seitlich am Körper hängen. Während die Testperson den Parcours absolviert, wird sie von den Sicherheitspersonen rechts- und linksseitig begleitet. Die verbale Aufforderung (evtl. mehrmals) lautet: »Bleiben Sie ganz locker.« Der visuelle Eindruck stimmt nicht mehr mit der somatosensorischen und vestibulären Rückmeldung überein. Das ZNS und hierbei vor allem das Kleinhirn versucht sich an die neue Situation zu adaptieren. Insbesondere das Kleinhirn, das den harmonischen Ablauf einer Bewegung gestaltet, sucht nach Kompensationsmechanismen. Die ungewohnte Situation führt über den Thalamus (Sinnesindrücke), das limbische System (Angst, Unsicherheit) sowie die Formatio reticularis (Wachheitsgrad) zu einer Aktivierung der  $\alpha$ -Motoneurone. Die Sicherheitspersonen werden schnell feststellen, dass die Versuchspersonen je nach Hindernis verstärkt assoziierte Bewegungen zeigen. Die Schwungbeinphase wird sehr starr im Extensionsmuster (Zirkumduktion) ausgeführt, die Zehe berühren nahezu immer vor der Ferse den Boden (normales Gangbild: Ferse hat zuerst Bodenkontakt). Der Arm geht zunehmend ins Beugemuster, und selbst mehrmalige verbale und taktile Anweisungen – »Lassen Sie bitte Ihren Arm locken!« – sind beim nächsten Hindernis vergessen. Mit zunehmender Reizdarbietung bzw. Wiederholung lernen die Probanden, mit der neuen Situation umzugehen, was sich unter anderem durch die deutliche Reduktion der assoziierten Bewegungen und sicherere Bewegungsabläufe zeigt. Die Testpersonen, die bereits den Parcours beendet haben, sollten die Bewegungen der folgenden Personen sehr genau beobachten und analysieren.

#### Zusammenwirken zwischen Basalganglien und Kleinhirn

Der Bewegungsantrieb erfolgt im limbischen System und wird über die Assoziationskortizes zum einen direkt an die motorischen Kortizes weitergeleitet und zum anderen indirekt über die Basalganglien und das Kleinhirn verschaltet.

Die Verschaltung des Kleinhirns verläuft vom Kortex über den Pons ins Kleinhirn. Ein im Assoziationskortex entworfener Bewegungsplan wird moduliert und korrigiert. Der nun fein abgestimmte Bewegungsplan führt zurück zum Thalamus.

Von den Basalganglien gelangt der kortikale Bewegungsentwurf in das Striatum. Das Striatum leitet den modulierten Impuls weiter an das Pallidum. Beide Anteile wirken auf den assoziativen Bewegungsplan ein (das Striatum eher hemmend, das Pallidum eher bahnend), wobei das Pallidum seinen Einfluss direkt am Thalamus ausübt. Hierdurch entscheidet das Pallidum, ob die vom Kleinhirn ankommenden Impulse (s. unten) endgültig zur Ausführung

gelangen. Beide Verschaltungen (Kleinhirn und Basalganglien) führen im Thalamus (spezifische motorische Kerne) zusammen, von wo aus die Erregung direkt an die motorischen Kortizes weitergeleitet wird und der Bewegungsplan schließlich zur Bewegungsausführung gelangt (Trepel 2003).

3

#### Beachte

Da Basalganglien und Kleinhirn Projektionen zu den motorischen Systemen des Hirnstamms besitzen (Basalganglien – Substantia nigra, Formatio reticularis und Kleinhirn – Nucleus ruber), stellen sie ein wichtiges Bindeglied zwischen den motorischen Systemen der neokortikalen Strukturen und den motorischen Systemen des Hirnstamms dar.

### 3.5.5 Hirnstamm (s. auch ▶ Kap. 4 »3. SMRK«)

Die Kraft, die allgegenwärtig auf unseren Körper einwirkt, ist die **Schwerkraft** (Gravitationskraft). Zudem kommen durch die Ausführung dynamischer Bewegungen Beschleunigungskräfte (Zentrifugalkräfte) hinzu. Nach Newton (Gesetzmäßigkeit der Kräfte) muss dabei jeder einwirkenden Kraft die gleiche Kraft entgegenwirken, um den Körper im Raum aufrecht zu erhalten und zu bewegen. Es muss somit im Verhältnis zur eingenommenen Unterstützungsfläche (Schwerkrafeinwirkung auf den Körper) und der auszuführenden Aktivität eine permanente gleichgewichtsherrstellende Muskelanspannung (Tonus) erfolgen. Ohne den Tonus in den Beinen und im Rumpf würde der Körper im Raum zusammensinken, die Aufrichtung des Körpers (**Haltung**) könnte nicht gewährleistet werden. Ebenso muss bei jedem **Stellungswechsel** der Körperpartien (Änderung der Schwerkraft) im Raum eine Muskelanspannung erfolgen, die das entsprechende **Gleichgewicht** wiederherstellt und somit die Haltung ständig aktualisiert. **Stell- und Gleichgewichtsreaktionen** bilden die Grundlage zur **Aufrechterhaltung** des Körpers im Raum (**Haltungsmotorik**) und bilden damit die stabilisierende Basis jeder zielgerichteten Aktivität (▶ Abschn. 3.2.1 und ▶ Kap. 4 »3. SMRK«).

In die Organisation dieser Reaktionen sind damit alle Ebenen des ZNS eingebunden, jedoch spielen die Kerne des Hirnstamms die dominierende Rolle.

#### Beachte

Der Hirnstamm bildet ein wichtiges Integrationszentrum, das – vor allem durch propriozeptive und vestibuläre Informationen – Haltungsreaktionen in Abstimmung mit der kortikalen Zielvorgabe (Kleinhirn) moduliert.

### Kerne des Hirnstamms

#### Nucleus ruber (roter Kern)

Der Nucleus ruber erhält seine Hauptafferenzen aus der kontralateralen Kleinhirnhemisphäre und zudem aus dem ipsilateralen Kortex (Zielvorgabe). Mit seiner Hauptefferenz, dem Tractus rubrospinalis, zieht er in einer direkten Projektion ins Rückenmark und wirkt dabei bahnend auf die Flexorenmuskulatur (womit er indirekt die Extensoren hemmt). Er innerviert die Muskulatur der distalen Extremitäten. Der Nucleus ruber bildet einen bedeutenden Anteil der subkortikalen motorischen Steuerung (s. auch ▶ Abschn. 3.5.7 »Efferenzen«).

#### Nuclei vestibulares (Vestibulariskerne, ▶ Kap. 4 »Sensomotorische Regelkreise«)

Die Nuclei vestibulares erhalten ihre Hauptefferenzen aus dem Vestibularisapparat (vestibulär) sowie aus den Muskel- und Gelenkrezeptoren der Skelettmuskulatur (propriozeptiv). Die sensorischen Informationen werden unter Beteiligung des Kleinhirns verrechnet und tragen so zum Gesamtbild der Körperposition im Raum bei. Die Vestibulariskerne innervieren vor allem die  $\alpha$ -Motoneuronen der Extensoren. Damit führen sie zu automatisierten Korrekturbewegungen gegen die Schwerkraft (s. auch ▶ Abschn. 3.5.7 »Efferenzen«).

#### Formatio reticularis

Die Formatio reticularis bildet ein Netz aus abgrenzbaren Neuronenkernen, das den gesamten Hirnstamm durchzieht (▶ Kap. 2 »Sensorische Systeme«). Neben den aufsteigenden Systemen (ARAS) unterhält die Formatio reticularis über den Tractus reticulospinalis (EPS) direkte Verbindungen ins Rückenmark. Mit dieser Bahn trägt sie zu einer differenzierten Tonusbeeinflussung der Flexoren (medullärer Teil) und Extensoren (pontiner Teil) des Rumpfes und der proximalen Extremitätenmuskulatur bei. Hierdurch ist sie an der Hemmung zahlreicher intraspinaler Reflexe (Muskeleigenreflexe) beteiligt, wodurch sie den Grundtonus ( $\alpha$ -Motoneuronen) und die Tonussituation im Sinne von Stell- und Gleichgewichtsreaktionen (vor allem an den gegen die Schwerkraft wirkenden Muskelgruppen) reguliert.

#### Halte- und Stellreaktionen

Die Modulation der Haltungsmotorik entsteht durch die Integration und Aneinanderreihung elementarer Muskelreflexe, deren Verschaltung auf Hirnstammebene lokalisiert ist. Dabei unterscheidet man vor allem die **Halteraktionen** und die **Stellreaktionen**.

- **Halteraktionen** dienen der Tonusadaption (Haltungstonus) an die jeweilige Unterstützungsfläche (gegen die Schwerkraft). Sie gewährleisten die Stabilität des Körpers im Raum, wie beispielsweise für das ruhige aufrechte Stehen (▶ Kap. 5 »Normale Bewegung«).

### 3.5 · Motorische Steuerungssysteme

- **Stellreaktionen** bringen, aufbauend auf die Haltereaktionen, den Körper aus einer ungewöhnlichen Stellung in die normale Körperstellung zurück, d.h., sie bewirken eine physiologische Lageänderung des Körpers.

#### **Haltereaktionen (Synonyme: Haltereflexe, statische Reflexe, Stellungsreflexe)**

In der Beschreibung dieser Bewegungsmuster wurde, vor allem in der älteren Literatur, noch von »Reflexen« gesprochen. Da jedoch im Normalfall die Halte- und Stellreflexe in eine zweckgerichtete Zielmotorik eingebunden sind und je nach Aktivität in ihrer Gesamtheit ein breites Variationsspektrum zeigen können, scheint der Begriff der **Reaktionen** angebrachter als die Bezeichnung Reflexe. In der Beschreibung (wie auch in der neueren Literatur) wird daher von den Halte- und Stellreaktionen gesprochen.

##### ➤ **Definition**

Haltereaktionen sind tonische Reaktionen des Körpers, die durch eine Veränderung der Kopfposition ausgelöst werden.

Zwei Rezeptorsysteme bilden die **Grundlage für die Haltereaktionen**:

- Vestibuläres System: Rezeptoren für die Stellung und Bewegung des Körpers im Raum, hauptsächlich die **Vestibularisorgane** im Innenohr.
- Propriozeption: Rezeptoren für die Stellung und Bewegung der Gelenke, vor allem die Muskelspindeln der **Nackenmuskulatur** (Position Kopf zum Rumpf).

Man unterscheidet daher Reaktionen, die durch eine Lageänderung des Kopfes im Raum aktiviert werden, und Reaktionen, die durch eine Stimulation der Nackenmuskulatur ausgelöst werden.

#### **Die tonischen Labyrinthreaktionen**

Dabei erfolgt die tonische Reaktion durch die Lageänderung des Kopfes im Raum, wodurch die Vestibularisorgane aktiviert werden.

**Tonische Labyrinthreaktion (TLR).** In der Rückenlage führt die Extension des Kopfes (WS) zu einer Extension aller Extremitäten. In der Bauchlage führt eine Flexion des Kopfes zur Flexion der Extremitäten. Durch die Verbindungen zu den anderen Reflexmustern, vor allem zum STNR mit seiner ähnlichen Reaktionsauslösung (Flexion und Extension des Kopfes), ist die isolierte Darstellung des TLR nur schwer möglich. Ein relativ sicheres Zeichen für einen dominanten TLR zeigt die Beugung bzw. Streckung aller vier Extremitäten bei einer Flexion (Bauchlage) bzw. Extension (Rückenlage) des Kopfes.

#### **Die tonischen Nackenreaktionen**

Die tonischen Reaktionen erfolgen durch eine Positionsänderung des Kopfes in Relation zum Körper, wodurch vor allem die Muskelspindeln der Nackenmuskulatur stimuliert werden.

**Symmetrisch-tonische Nackenreaktion (STNR).** Durch eine Extension des Kopfes erfolgt eine Extension der oberen Extremitäten und eine Flexion der unteren Extremitäten. Bei der Flexion des Kopfes erfolgt die Flexion der oberen Extremitäten und Extension der unteren Extremitäten. Er ist häufig an den ATNR gekoppelt.

**Asymmetrisch-tonische Nackenreaktion (ATNR).** Durch eine Kopfdrehung werden die gesichtsseitigen Extremitäten extendiert und die der Hinterkopfseite gebeugt (**Fechterstellung**). Der ATNR tritt hauptsächlich in Rückenlage auf.

#### **Exkurs**

**Neuropathologie.** Die oben beschriebenen Haltereaktionen treten in den normalen Bewegungsabläufen nur noch dezent als unterstützende Erscheinungsbilder auf, wie beispielsweise beim einhändigen Ballweitwerfen; der Wurfarm sowie das Stützbein sind auf der Gesichtsseite extendiert, während die gesichtsabgewandten Extremitäten eine Flexionstendenz zeigen (ATNR). Ebenso kann man im Sommer beim Sonnenbaden (vor allem in Rückenlage) ähnliche Ruhepositionen erkennen. Wird das Gesicht nach rechts gedreht, folgt häufig der rechte Arm in die Extension, während der linke Arm in die Flexion zieht (ATNR). Ähnlich erkennt man STNR-Tendenzen bei hoher Anstrengung, wie z.B. bei der Ausführung von Klimmzügen; die Arme und der Kopf gehen in die Flexion, während die Beine eine Extension ausführen. Die Muster sind durch ihre Einbindung in die Steuerungsabläufe höherer Systeme jederzeit bewusst zu verändern und zeigen stets ein adäquates Tonusverhältnis. Im Gegensatz dazu führt ein Ausfall der höher liegenden Systeme zum Verlust der kortikalen Kontrolle. Die durch die Reaktion (Reflex) ausgelöste Stellung der Extremitäten und der unphysiologische Tonus (Spastik) bleiben erhalten, solange auch der Kopf die reflexauslösende Position einnimmt. Dieses Bild zeigen häufig kortikal schwer betroffene Patienten bei erhaltenen Hirnstammfunktionen, wie z.B. durch eine Hypoxie (Sauerstoffmangel) infolge einer Reanimation (s. ▶ Kap. 2 »Sensorische Systeme, Formatio reticularis, apallisches Syndrom«).

**Pädiatrie.** Die beschriebenen Reaktionen sind ein integraler Bestandteil eines auf allen Stufen des ZNS ablaufenden Bewegungsprogramms. Sie bilden grundlegende Bewegungsmuster, die die Tonussituation (Haltungstonus) einstellen und sich stets an die Zielvorgabe höherer Systeme adaptieren. Die tonischen Reaktionen [(Reflexe) ATNR, STNR] sind bei der Geburt teilweise noch vorhanden. Bei der Kopfdrehung nach rechts (ATNR, Fechterstellung) steigt der Extensoronus der rechten Extremitäten und der Flexoronus der linken (vor allem in den Armen). In der normalen motorischen Entwicklung werden die Reflexe mit zunehmender kortikaler Reifung (ca. 5.–6. Lebensmonat) bzw. mit

der Differenzierung der Bewegung in die Bewegungsabläufe integriert. Gelingt diese Integration nicht, spricht man von persistierenden (fortbestehenden) Reflexmustern. Ihr Erscheinungsbild kann zwischen einem sehr dezenten Auftreten bis hin zu einem abnormen Tonus (z.B. Spastik aufgrund einer Zerebralparese) variieren. Sie beeinträchtigen die normale motorische Entwicklung. Der TLR sollte schon bei der Geburt integriert sein. Sein Auftreten ist immer pathologisch zu bewerten und kann ein möglicher Hinweis auf eine infantile Zerebralparese sein.

Ein Verlust der kortikalen Kontrolle, wie z.B. durch ein Schädel-Hirn-Trauma, einen Schlaganfall etc., eine strukturelle Schädigung beim Kleinkind, wie z.B. eine Zerebralparese, oder eine mangelnde Hirnreifung können zu einer erhöhten tonischen Reflexaktivität (ATNR, STNR, TLR) führen. Der je nach Schädigung entstehende (abnorm) hohe Tonus (Spastik) wirkt normalen Stell- und Gleichgewichtsreaktionen entgegen, womit die physiologische Ausführung von Bewegungsabläufen behindert wird. Man spricht hierbei auch von Enthemmung der Reflexe, weshalb die Spastik z.T. auch als Enthemmungsphänomen beschrieben wird.

## Stellreaktionen (Synonyme: Stellreflexe oder statokinetische Reaktionen)

### Beachte

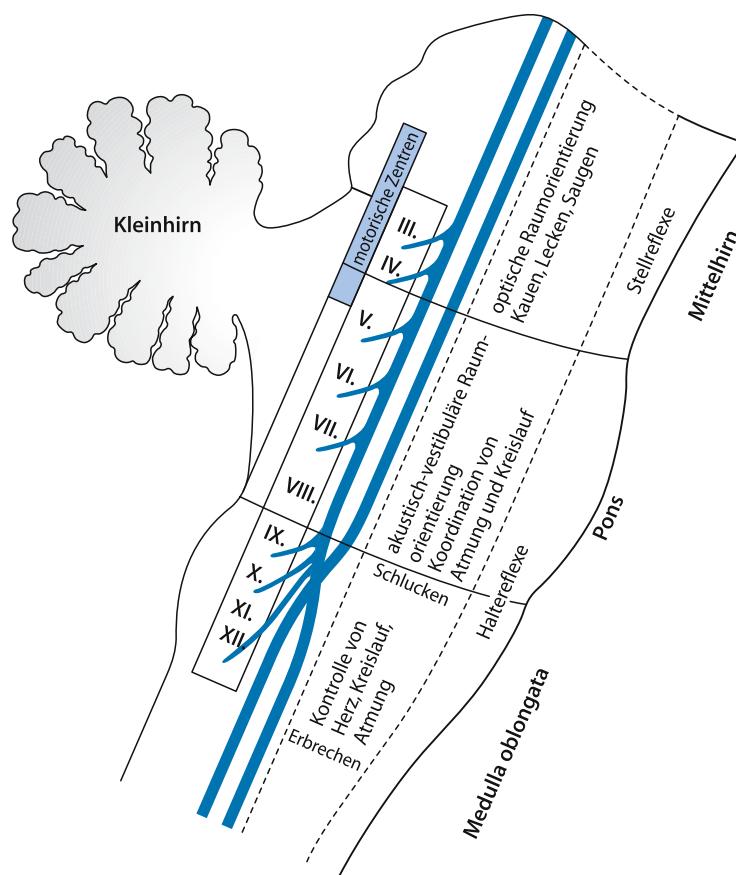
Stellreaktionen besitzen einen übergeordneten hemmenden Einfluss auf die tonischen Haltereaktionen (**Abb. 3.4**).

Stellreaktionen sind ab der Geburt vorhanden und ermöglichen dem Säugling die erste Aktivität gegen die Schwerkraft (Hemmung bzw. Integration der Haltereflexe).

Die Haltungskontrolle entwickelt sich, mit der Kopfkontrolle beginnend (von kranial nach kaudal), über den Rumpf zu den Extremitäten (von proximal nach distal). Die Stellreaktionen bilden sich im Laufe dieser Entwicklung (kortikale Reifung) bis zum 6.–7. Lebensmonat aus und schaffen die Grundlage für die komplexeren Gleichgewichtsreaktionen.

Das Kind greift mit etwa sieben Monaten aus der Bauchlage nach Gegenständen, während es sich gleichzeitig mit der anderen Hand abstützt. Aus der Rückenlage hebt es den Kopf (Flexion) und streckt die Arme seiner Mutter entgegen, um sich dann zum Sitz hochzuziehen. Es beginnt sich

**Abb. 3.4.** Entwicklung und Bedeutung der Stell- und Gleichgewichtsreaktionen. (Aus Delank 1991)



### 3.5 · Motorische Steuerungssysteme

mit den Armen nach vorn abzustützen und mit den ersten freien Sitzversuchen (Anbahnen der Gleichgewichtsreaktionen). Mit ca. acht bis neun Monaten beginnt es alternierend zu krabbeln, zieht sich an Möbeln hoch und geht (über eine große Unterstützungsfläche) mit weit abduzierten Beinen im Seitenschritt (Abduktionsgang) an diesen entlang. Mit Einnahme des Standes verbessert sich der Sitz, das Kind dreht sich um sich selbst und wird deutlich stabiler.

Aus der motorischen Entwicklung wird deutlich, dass sich die Interaktion mit der Umwelt im Zuge der Haltungskontrolle gegen die Schwerkraft entwickelt. Die Ausbildung der Stellreaktionen und die darauf aufbauenden Gleichgewichtsreaktionen (Haltungsmotorik) bilden die automatisierte Grundlage zur Ausführung zielgerichteter Bewegungen.

#### Beachte

Die Stellreaktionen richten den Kopf und den Körper gegen die Schwerkraft aus.

Die **Rezeptoren** dieser Reaktionen sind vor allem

- die Muskelspindeln der Nackenmuskulatur (propriozeptiv),
- der Vestibularisapparat (vestibulär),
- die Oberflächensensibilität der Haut (taktil) sowie
- das visuelle System.

Man unterteilt die Stellreflexe (Stellreaktionen) anhand der Rezeptoren in **fünf Gruppen**:

- Labyrinthstellreflex auf den Kopf,
- Körperstellreflex auf den Kopf,
- Nackenstellreflex,
- Körperstellreflex auf den Körper,
- optische Stellreflexe.

**Labyrinthstellreflex auf den Kopf.** Dieser Reflex dient dazu, den Kopf stets in einer symmetrischen (physiologischen) Position zu halten. Die Augen sind dabei waagerecht (horizontal) im Raum ausgerichtet.

**Körperstellreflex auf den Kopf.** Durch diesen Reflex richtet der Kopf seine Position anhand der Körperstellung aus.

**Nackenstellreflex.** Bei jeder Bewegung des Kopfes, während der Rumpf in seiner Position bleibt, wird der Nacken gedreht. Dies kann, entsprechend der Bewegungssachsen der HWS, eine Extension, Flexion, Lateralflexion oder Rotation sein. Der Nackenstellreflex dient dazu, dass sich der Rumpf entsprechend dem Kopf ausrichtet. Man geht beispielsweise durch die Stadt und wird gerufen. Zuerst dreht sich der Kopf zur Reizquelle, dem dann unvermittelt der Rumpf (Körper) folgt.

#### i Therapierelevanz

Brock und Wechsler (1927 in Bobath 1976, S. 50) beschrieben eine Reflexkette, die am Kopf (Labyrinth) beginnt und über die Nackenmuskulatur die Körpermuskulatur in kaudaler Richtung aktiviert. Durch diese Reflexkette wird die Bedeutung des Kopfes als einer der wichtigsten Schlüsselpunkte (► Kap. 5 »Normale Bewegung«, ► Kap. 11.7 »Fallbeispiel Herr K.«) untermauert. Die Bewegung des Kopfes aktiviert, entsprechend den Bewegungssachsen der HWS, eine Muskelkette, die der eingeleiteten Bewegung entspricht. Bewegt man den Kopf nach rechts und das Ohr zur Schulter, folgt einer Lateralflexion (Seitneigung) der HWS eine komplette Lateralflexion der WS. Eine Extension des Kopfes führt zur Extension der WS und schließlich weiter zu einer Extension der Hüft-, Knie- und Sprunggelenke (die Extension der Sprunggelenke wird in der Nomenklatur als Dorsalflexion beschrieben). Somit kann durch die Fazilitation des Kopfes die entsprechende Bewegungssequenz unterstützt werden.

**Körperstellreflex auf den Körper:** Der Körperstellreflex auf den Körper dient dem Körper dazu, seine normale Position zu finden, auch wenn der Kopf nicht in seiner normalen Stellung steht. Beispielsweise sucht ein Kfz-Mechaniker mit dem Kopf nach einer versteckten Schraube im Verdeck, während der Körper die entsprechende Stabilität liefern muss.

**Optische Stellreflexe:** Optische Reflexe sind nur bei intakter Sehrinde möglich. Sie tragen vor allem bei den höher entwickelten Lebewesen zur Orientierung des Kopfes bei. Beim Menschen spielen sie eine wichtige Rolle zur Haltungsorientierung und prägen dadurch zu einem wesentlichen Teil die motorischen Verhaltensweisen. Eine zusätzliche Bedeutung findet das System bei einer Schädigung der vestibulären Verarbeitung. Brock und Wechsler (1927) untersuchten Affen, denen beidseitig die Labyrinthe entfernt worden waren. Nach ca. 14 Tagen konnten die Tiere über das optische System den Verlust der Labyrinthe ausgleichen.

#### Beachte

Stellreaktionen spielen eine wichtige Rolle bei der Regulation der Haltungsmotorik.

#### Gleichgewichtsreaktionen (► Kap. 5 »Normale Bewegung«)

Gleichgewichtsreaktionen bauen in ihrer Entwicklung auf die Stellreaktionen auf (verfeinern) und dienen der Aufrechterhaltung und Wiedergewinnung der Balance beim Stehen und Gehen (Weiss 1938). Die Gleichgewichtsreaktionen werden durch Reizung der Labyrinthe ausgelöst. Sie gestalten sich komplexer als die Stellreaktionen und sind in ihrer Vielfalt an Bewegungsmustern spezifisch für die menschliche Motorik. Es handelt sich um automatisierte Bewegungsabläufe, die in der Regel nicht bewusst gesteuert werden. Voraussetzung adäquater Gleichgewichtsreaktionen sind normale Tonusverhältnisse des Rumpfes und der proximalen Extremitätenmuskulatur.

### ➤ Beachte

Gleichgewichtsreaktionen sind Adaptionen des Körpers auf die sich wechselnde Unterstützungsfläche; d.h., es sind Reaktionen auf eine Lageänderung des Körperschwerpunktes durch die Änderung der Position der Extremitäten im Verhältnis zum Rumpf (Weiss in Bobath 1976)

## Neuronale Verschaltung

Das zentrale Kontrollorgan bildet hierbei das Kleinhirn (Rohen 1994). Es besitzt sehr schnell leitende kortikozerebelläre Bahnen (Verbindungen mit dem Kortex), über die die Anpassung der Haltungsmotorik im Hirnstamm (s. Vestibulariskerne) entsprechend der vom Großhirn entworfenen Zielmotorik, erfolgt (s. Kleinhirn).

### ⓘ Therapierelevanz

Bei Patienten mit einer starken zerebralen Schädigung, wie z.B. der Hemiplegie, besteht eine Enthemmung der tonischen Reflexe (s. oben). Der Kopf ist dabei häufig zur weniger betroffenen Seite gerichtet, während in der gesichtsabgewandten Seite, vor allem in der oberen Extremität, ein erhöhter Beugetonus besteht (s. AT-NR). Dies kann zu einer Spastizität führen, die die Ausführung physiologischer Stellreaktionen verhindert.

Patienten mit einer leichten Spastizität und nahezu normalem Tonus zeigen dagegen adäquate Stellreaktionen. Aus diesen Beobachtungen wird deutlich, dass eine **Beziehung zwischen den tonischen Haltereaktionen und den übergeordneten Stellreaktionen besteht**. Durch die Anbahnung physiologischer Stell- und Gleichgewichtsreaktionen, dem Potenzial des Patienten entsprechend, kann somit ein positiver Einfluss auf die pathologische Reflexaktivität erfolgen (Hemmung der tonischen Haltereaktionen durch die Bahnung der Stellreaktionen).

Eine Störung der kortikalen Bahnen kann über die Innervation der Motoneurone zu einer pathologischen Tonuserhöhung führen. Schon kleinste motorische Anforderungen (auch an die weniger betroffene Seite) können eine (pathologische) Kontraktion der meistens gegen die Schwerkraft gerichteten Muskulatur auf der betroffenen Seite auslösen (**assoziierte Reaktion**), was im Extremfall bis zur permanenten Spastik führt (s. ▶ Kap. 4 »1. SMRK«).

Die Kerne des Hirnstamms projizieren bevorzugt auf die Motoneurone (► Abschn. 3.5.6 »Rückenmark und extrapyramidal motorische Bahnen«) des Rumpfes und der proximalen Extremitätenmuskulatur und sind dabei vor allem für Massenbewegungen verantwortlich (Trepel 2003). Dies zeigt sich vor allem bei einem Ausfall oder einer Beeinträchtigung der Pyramidenbahnen und dem dadurch bedingten Verlust selektiver Bewegungsmuster.

## 3.5.6 Rückenmark (s. auch 1. u. 2. SMRK)

Das Rückenmark setzt sich aus der grauen Substanz, den Zellkörpern der Neuronen (Perykaryon, Soma), und der

weißen Substanz, deren Fortsätze (Axone und Dendrite), zusammen. Die Form der grauen Substanz entspricht dabei in etwa der eines Schmetterlings. In den vorderen breiten Flügelspitzen (**Vorderhörner**), befinden sich Neurone, die (über die Nervenleitung der Peripherie) direkt an der Skelettmuskulatur innervieren (**Motoneurone**,  $\alpha$ - und  $\gamma$ -Motoneurone). Sie bilden damit die letzte zentrale Verschaltungsstelle aller motorischer Impulse.

**Exkurs Neuropathologie.** Die **Poliomyelitis** (Kinderlähmung) ist eine typische Schädigung der Motoneurone in den Vorderhörnern des Rückenmarks. Sie führt zu einer schlaffen Lähmung bei völlig erhaltener Sensibilität.

## Funktionen des Rückenmarks

Zwischen den sensorischen Afferenzen und den Motoneuronen des Rückenmarks kommt es zu einer Reihe neuronaler Verschaltungen (Reflexbögen), deren Erregung zur Bahnung oder Hemmung von Bewegung führt.

### ➤ Definition

Unter **Reflexbogen** versteht man einen geschlossenen Leitungsbogen, der, vom peripheren **Rezeptor** ausgehend, über **Afferenzen** im jeweils zuständigen Verarbeitungssystem im **ZNS** (spinal oder supraspinal) verschaltet wird (Verarbeitung) und über **Efferenzen** zum **Effektor** (Muskel) zurückführt (► Kap. 4 »Sensomotorische Regelkreise«, □ Abb. 4.4).

Die **Reflexbögen** bilden auf Segmentebene oder über mehrere Segmente verschaltet die Grundlage spinaler Motorik.

Das Rückenmark ist hierbei für die Ausführung zahlreicher mono- und polysynaptischer Reflexe verantwortlich.

**Exkurs Neuropathologie.** Bei der Diagnose **Querschnittslähmung** sind zwei Faktoren von entscheidender Bedeutung. Zum einen ist die Lokalisation der Schädigung relevant, d.h. welches Segment ist geschädigt. Zum anderen ist es bedeutsam, ob es sich dabei um einen kompletten oder inkompletten Querschnitt handelt. Durch die Lokationshöhe der Läsion sind Rückschlüsse über die Art und das Ausmaß der Beeinträchtigung möglich. Ob die Arme, der Rumpf oder die Beine betroffen sind und welches Hilfsmittel, wie z.B. Typ des Rollstuhls, eingesetzt werden muss. Die Schwere der Läsion (komplett oder inkomplett) bestimmt die therapeutische Vorgehensweise im Sinne der Restitution, Kompensation oder Substitution.

Bei einem kompletten Querschnitt liegt das Ziel sicherlich im bestmöglichen Einsatz der vorhandenen Mobilität, d.h. vor allem im kompensatorischen Einsatz vorhandener Ressourcen und in der Versorgung mit adäquaten Hilfsmitteln. Bei einer inkompletten oder halbseitigen Schädigung ist in ähnlicher Weise wie bei einer Zerebralparese zu verfahren. Das primäre Ziel liegt hierbei in der Restitution, d.h. in einer möglichst normalen Bewegungsanbahnung. Ein zu früher Einsatz kompensatorischer Faktoren

### 3.5 · Motorische Steuerungssysteme

würde diesem Ziel entgegenwirken. Ein halbseitige Störung zeigt neben den motorischen Ausfällen meist auch eine **dissozierte Empfindungsstörung**.

## Reflex (Reaktionen)

### ➤ Definition

Unter Reflex versteht man die Antwort des Körpers (Muskulatur) auf die Erregung eines Rezeptors (► Kap. 2 »Sensorische Systeme, Rezeptor – Reiz«).

Die qualitative und quantitative Reflexantwort wird von der Erregung des Rezeptors bestimmt. Reflexe haben sich in der Evolution schon früh entwickelt und bestimmen z.T. noch die Motorik von niederen Tieren. Im Laufe der phylogenetischen Entwicklung der Motorik wurden sie in das Bewegungsrepertoire der jeweiligen Art integriert. Sie werden dabei von höheren neuronalen Systemen reguliert und bilden elementare Bausteine einer physiologischen Bewegung (s. auch tonische Reflexe). In normalen Bewegungsabläufen zeigen sich Reflexe nicht mehr stereotyp, eine isolierte Reflexaktivität tritt daher nur in Testsituationen oder durch eine Schädigung supraspinaler Systeme auf.

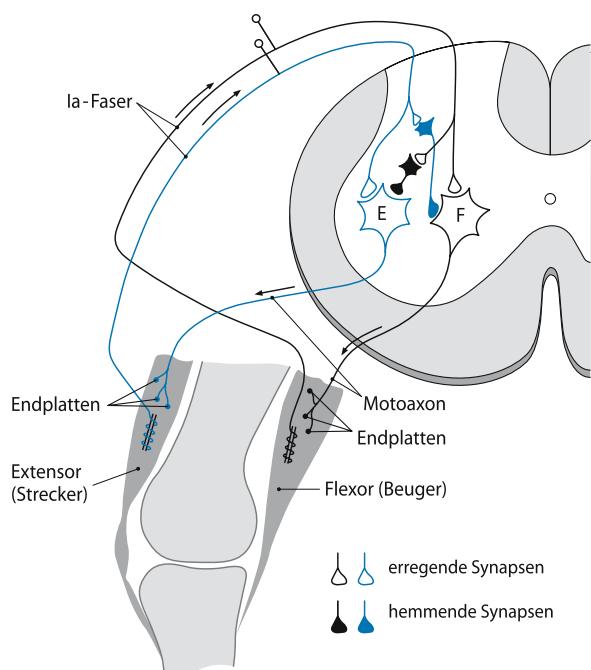
### ➤ Therapierelevanz

Isolierte (enthemmte) Reflexaktivität behindert durch den unangemessen hohen Tonus physiologische Bewegungsabläufe. Wie oben beschrieben, kann sich dies durch die mangelnde Entwicklung (mangelnde Integration, in abgeschwächter Form) oder durch eine Schädigung supraspinaler Strukturen zeigen. Das Auftreten der Reflexaktivität, zu der man bei einer strukturellen Schädigung auch die Spastik zählen kann (► Kap. 4 »1. SMRK, Antischwerkraftreflex«), ist nur ein Zeichen der Pathologie und nicht die Pathologie selbst. Der Therapieschwerpunkt sollte daher in erster Linie in der **Funktionsanbahnung** der geschädigten Strukturen liegen (Hemmung durch Bahnung) und nicht rein im Abbau der Reflexaktivität.

Mit zunehmender Verbesserung der Bewegungsabläufe werden die Reflexe integriert (bei vorhandenem Potenzial). Der Grundsatz sollte daher nicht Hemmung der Reflexe und Bahnung der Bewegung, sondern vielmehr **Hemmung durch Bahnung** lauten. Dabei kann man die klassischen spasmusemmenden Stellungen oder auch den Einsatz einer größeren Unterstützungsfläche als Basis für die Bahnung benutzen, da hierbei dem Patienten die Ausführung physiologischer Bewegungsabläufe am ehesten gelingt. Die alleinige Hemmung der Reflexaktivität bringt noch keinen funktionellen Gewinn. Als Therapiegrundlage dient dabei das noch vorhandene Bewegungspotenzial des Patienten (s. Fallbeispiel). Für die Befundung und Therapie bedeutet dies, dass es weitaus wichtiger ist, die **physiologischen Restfähigkeiten zu erkennen**, als nur die Symptome zu analysieren. Dieser Prozess findet seine größte Gewichtung bei der Erstbefundung, jedoch müssen sich die Therapieinhalte stets an das wieder gewonne-

ne Potenzial adaptieren. Bertha Bobath prägte den Satz »**Befund und Therapie sind nicht voneinander zu trennen**«.

**Reziproke Hemmung (Innervation).** Um eine Bewegung physiologisch auszuführen, darf der Tonus des Antagonisten nicht zu hoch sein, damit er die Aktivität des Agonisten (Synergisten) nicht behindert. Er darf jedoch auch nicht zu niedrig sein, um den nötigen Widerhalt für die Stabilisierung des Gelenkes (Kokontraktion) zu gewährleisten oder um eine überschießende Bewegung des Agonisten zu verhindern. In ► Abb. 3.5 wird deutlich, dass die  $\alpha$ -Faser direkt das Motoneuron aktiviert und damit die Kontraktion des entsprechenden Muskels (Extensor oder Flexor) herbeiführt. Durch die kollaterale Verschaltung über ein Interneuron (welches hemmend wirkt) erfolgt die Hemmung der antagonistisch wirkenden Muskulatur. Die agonistische Aktivität der Extensoren hemmt damit die Aktivität der antagonistisch wirkenden Flexoren und umgekehrt. Die Hemmung der agonistischen Muskulatur erfolgt bewegungsbegleitend und adaptiert sich an die jeweilige Situation stabilisierend oder mobilisierend. Diese wechselseitige, aufeinander abgestimmte (reziproke) Hemmung sichert den harmonischen Ablauf einer Bewegung, was im **Gesamtbewegungsablauf** als **reziproke Innervation** bezeichnet wird (► Kap. »1.4.2«).



► Abb. 3.5. Beispiel für die Reflexaktivität des Rückenmarks. (Aus Schmidt 2001; s. auch Kapitel 4)

### Positive Stützreaktion beim Gehen

Die **positive Stützreaktion** wurde von Magnusen 1926 (in Bobath 1976) beschrieben. Er bezeichnete damit die Reaktion, in der eine Extremität von einer mobilen Phase (Schwungbein) in eine stabilisierende Phase (Standbein) übergeht. Zwei Faktoren (Reize) lösen die Reaktion aus:

- die muskuläre Anspannung (propriozeptiv) bei einer Dorsalextension der distalen Körperteile (Sprung- und Handgelenk) und
- der taktile Reiz beim Aufkommen des Vorderfußes (Fußballen) auf dem Boden.

Beim Lösen der Reize (muskuläre Anspannung und taktiler Reiz) tritt der umgekehrte Fall ein, d.h., die Extremität geht von der stabilisierenden Phase in die mobile (**negative Stützreaktion**).

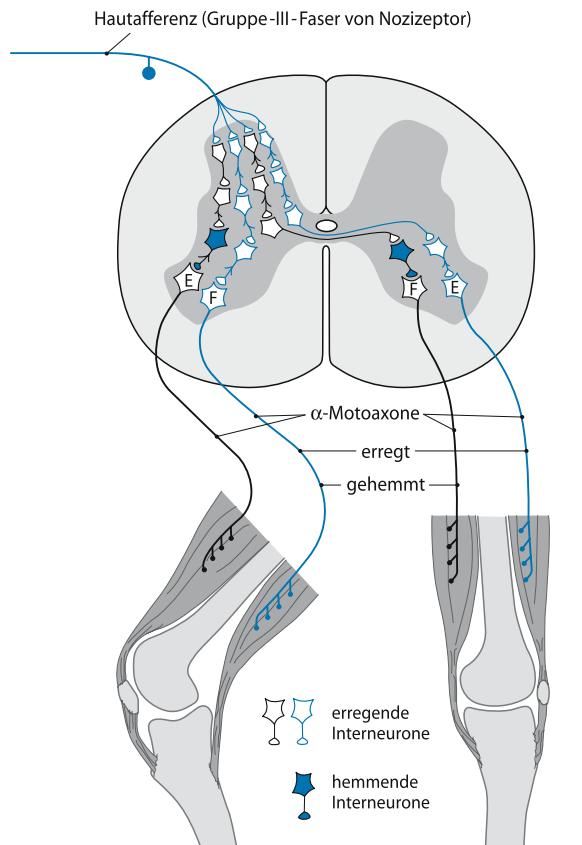
### Gekreuzter Streckreflex beim Gehen

Sherrington (in Bobath 1976) beschrieb 1939 den **gekreuzten Streckreflex** anhand eines »spinalen Tieres«. Das Tier zeigte auf einen schmerhaften Reiz eine Reflexkoordination der Extremitäten. Im Zusammenhang mit der positiven Stützreaktion stellte sich dabei ein Beugereflex auf der ipsilateralen, schmerzauslösenden Seite bei gleichzeitiger Extension der kontralateralen Seite ein. Die Einleitung des Beugereflexes (linkes Bein) sowie des gleichzeitigen Streckreflexes (rechtes Bein) erfolgt über die intraspinalen Verschaltung durch Interneurone (► Abb. 3.6).

Durch die Integration der Reflexaktivität in kortikale Bewegungsabläufe bildet der gekreuzte Streckreflex (zusammen mit der positiven Stützreaktion) das elementare Bewegungsmuster für das physiologische Gehen. Er reguliert dabei beim Abheben des kontralateralen Schwungbeines die reflektorisch einsetzende Erhöhung des Extensoren-tonus im Standbein.

#### **i Therapierelevanz**

Bei Anbahnung der Standbeinphase können hemiplegische Patienten teilweise an die vollständige Gewichtsübernahme des betroffenen Beines herangeführt werden. Der Tonus zeigt sich dabei oft im normotonen Bereich, und die Ferse berührt physiologisch den Boden. Sobald sich jedoch das weniger betroffene Bein vom Boden abhebt, schießt infolge des gekreuzten Streckreflexes eine Extensorenspastik (enthemmte positive Stützreaktion) in das betroffene Bein. Der Patient sollte daher auf die Gewichtsübernahme (Standbein) bei gleichzeitiger Schwungbeinphase des kontralateralen Beines vorbereitet werden. Hierzu eignet sich die Einnahme einer disinhibitorischen Stellung (► Kap. 11.8 »Fallbeispiel Herr M.«, ► Abb. 11.35a). Der Patient kniet beispielsweise mit dem betroffenen Bein auf der Therapiebank und führt mit dem weniger betroffenen Bein die Schwungbeinphase aus. Durch die Flexion des Kniegelenks wird die Gewichtsübernahme gebahnt und gleichzeitig die Extensionsspasitik gehemmt. Andere Möglichkeiten wären z.B. im Kniestand(-gang) über die



► Abb. 3.6. Gekreuzter Streckreflex. (Aus Schmidt 2001)

**Therapiebank gehen oder mit leicht gebeugten Knien und geradem Rücken an der Wand anlehnen; die leichte Flexion in Hüfte und Knie verhindern dabei das Einschießen der Extension.**

### Bewegungsprogramme des Rückenmarks

Aufbauend auf der Reflexaktivität bildet das Rückenmark elementare (sehr stereotype) Haltungs- und Bewegungsprogramme, die durch äußere Einflüsse oder durch die Steuerung spinaler und supraspinaler Systeme automatisiert ausgeführt werden.

### Neuronale Initiierung der Bewegungsprogramme

Aus der Entdeckung, dass durch einen äußeren Anstoß völlig automatisierte Bewegungsprogramme entstehen, resultiert die Feststellung, dass das ZNS vor allem **programmgesteuert** und nicht reflexgesteuert funktioniert (► Abschn. 3.4 »Entwicklung der Bewegungsprogramme«). Man unterscheidet hierbei **angeborene Bewegungsprogramme** wie Laufen, Armschwingen, Kratzen etc., die man vor allem der Steuerung durch die spinale Motorik zuschreibt, und er-

### 3.5 • Motorische Steuerungssysteme

**lernte Bewegungsprogramme** wie Schreiben, Computerbedienen, handwerkliche Tätigkeiten etc., die nach mehrmäiger Ausführung automatisiert ablaufen und durch höhere Systeme organisiert werden.

#### Lokomotorik

Da die angeborenen Programme in erster Linie der Fortbewegung dienen, spricht man von **Lokomotorik** (Lokomotion bedeutet Fortbewegung). Die spinalen Verschaltungen, die die lokomotorische Aktivität generieren, bezeichnet man als spinalen **Lokomotionsgenerator** (wobei der genaue Aufbau bisher noch unbekannt ist). Grundlage für das Gehen bildet nach Sherrington (1939) der gekreuzte Streckreflex in Kombination mit der positiven Stützreaktion (s. oben), unter der Modifizierung durch höhere Systeme.

Die vom Lokomotionsgenerator eingeleiteten Bewegungsmuster sind dabei komplexer und differenzierter als die reine Reflexaktivität. Sie sind gekennzeichnet durch eine reziproke **rhythmische** Aktivität der Beinextensoren (Standbein) und Beinflexoren (Schwungbein). Ebenso ist das **rhythmische** Armschwingen an den Bewegungsmustern beteiligt.

#### Rhythmen

Wie oben beschrieben, ist das Gehen wohl das deutlichste Beispiel für **rhythmische Bewegungsabläufe**. Zudem zeigt sich noch eine Vielzahl weiterer Rhythmen wie beim Schwimmen, Tanzen, Kauen, Atmen etc. Rhythmische Bewegungsmuster besitzen eine große Flexibilität in ihrer Ausführung und sind dabei in zweckmäßige Bewegungsprogramme integriert.

#### Therapierelevanz

Rhythmische Bewegungen sind Bestandteile normaler Bewegungsabläufe und sollten nach Möglichkeit **schon früh in die Therapie mit einfließen**. Das Armschwingen im Stehen, das Schwingen mit den Beinen im Sitzen, um das spätere Gehen vorzubereiten, sind nur einige Beispiele für die Aufnahme rhythmischer Bewegungsabläufe. Das normale Gangtempo liegt bei ca. 120 Schritten pro Minute (Klein-Vogelbach). Die Arme schwingen dabei alternierend zu den Beinen mit. Der normale Gang wird in der Regel nicht kognitiv gesteuert. Es ist ein im Sinne der Lokomotion automatisierter Prozess, der der Zweckerfüllung eines Bewegungsziels dient. Beispiel: Ich gehe zum Schreibtisch, um Papier und Stift zu holen; ich gehe ans Fenster, um es zu öffnen etc. Bewegungsanweisungen wie: »Achten Sie auf Ihren rechten Fuß, setzen Sie ihn nach vorn, schauen Sie genau etc.«, sind unphysiologisch und widersprechen dem normalen Bewegungsablauf. Das Gehen sollte daher stets, dem Potenzial und der Konstitution des Patienten entsprechend, im Tempo und in der Ausführung **in eine Handlung eingebunden werden**. Dieser Grundsatz gilt in gleicher Weise für die vorbereitenden Maßnahmen, wie beispielsweise der Gang an die Treppe oder das Schun-

keln nach Musik. Die Faktoren, die das Gehen behindern, werden vom Therapeuten (für den Patienten automatisiert) begleitend **fazilitiert**.

#### Steuerung des Lokomotionsgenerators

Wie bereits beim Hirnstamm erwähnt wurde, ist die Motorik des Menschen weitaus komplexer als die des Tieres. Die **kortikale Abhängigkeit der Lokomotorik** zeigt sich bei einer Schädigung der supraspinalen Strukturen. Der Gang eines Kleinhirngeschädigten wirkt breitbeinig, schwankend und überschießend, eine Störung der Basalganglien (Parkinson) zeigt sich durch ein verlangsamtes, schlurfendes Gangbild ohne das Mitschwingen der Arme. Zudem ist das Rückenmark auf die tonisierende Wirkung des Hirnstamms angewiesen. Kortikale Systeme kontrollieren über absteigende Bahnen die Ausführung der Lokomotorik. Die wesentlichsten Faktoren, die dabei eine Rolle spielen, sind:

- der **Bewegungsantrieb**, der die Lokomotion auslöst und den entsprechenden Tonus unterhält,
- der Einbau der Lokomotion **in zielgerichtete und zweckmäßige Bewegungsabläufe**,
- die **Adaption** der Lokomotion an die Umweltbedingungen (heißer Sand am Strand).

Neben der kortikalen Kontrolle spielen auch spinale Prozesse eine entscheidende Rolle. So muss z.B. der Fuß, wenn er an einen Stein stößt, reflektorisch angehoben werden, um einen Sturz zu verhindern. Diese **Schutzmechanismen**, mit denen die Lokomotion auf eine Störung reagiert, sind bereits auf spinaler Ebene organisiert.

#### Beachte

Rhythmische Bewegungen werden unter dem Einfluss äußerer Gegebenheiten (Afferenzen), wie z.B. Schmerzreize, Takt von Musik, Treppe, heißer Sand am Strand, im spinalen Lokomotionsgenerator moduliert und durch supraspinale Systeme kontrollierend in einen zweckmäßigen Bewegungsablauf (Handlung) integriert.

#### 3.5.7 Efferenzen

Als **efferente Bahnen** bezeichnet man die absteigenden Bahnen. Sie leiten Signale vom Gehirn ins Rückenmark und steuern über periphere Nervenbahnen (außerhalb des Rückenmarks) an den motorischen Endplatten die Kontraktion der Muskulatur (**Motorik**) sowie die Drüsen des vegetativen Nervensystems.

Vor allem in der älteren Literatur unterscheidet man **zwei Systeme**:

- das **pyramidal motorische System (PS)** und
- das **extrapyramidal motorische System (EPS)**.

Dem **pyramidal motorischen System (PS)** schreibt man dabei vorwiegend die bewusste Ziel- und Feinmotorik zu, vor

allem der distalen Extremitäten (Arm-, Hand- und Fingermuskulatur).

Das **extrapyramidal motorische System (EPS)** kontrolliert vor allem den Rumpf, die proximalen Muskelgruppen und die automatisierte Ausrichtung der Körperachse (Gleichgewichtsreaktionen) sowie erlernte und automatisierte eher grobmotorische Bewegungsmuster (teilweise auch als unwillkürliche, subkortikale Motorik beschrieben). Die Ursprungskerne der extrapyramidalen Projektionen finden sich vor allem in den Basalganglien, im Nucleus ruber, den Vestibulariskernen (s. sensorische Systeme) und der Formatio reticularis (► Kap. 2 »Absteigendes retikuläres System«).

Diese Untergliederung in PS und EPS ist jedoch aus anatomischer und funktioneller Sicht nicht mehr zeitgemäß, da die Fasern der Pyramidenbahn auch an der Ausführung der Stützmotorik beteiligt sind und die Fasern der extrapyramidalen Bahn (Tractus rubrospinalis) an der Ausführung der Ziel- und Greifmotorik (wenn auch in geringerem Umfang). In der Vorbeschreibung wurde mehrmals darauf hingewiesen, dass die Ziel- und Greifmotorik nur mit einer entsprechenden Haltungsmotorik möglich ist. Beide Systeme sind somit sehr eng miteinander verflochten. Die Untergliederung erfolgt dennoch, um den funktionellen Hintergrund verständlicher darzustellen und die Pathologie bei einer Störung der Pyramidenbahn besser zu verstehen.

### Die Pyramidenbahn

Die Pyramidenbahn (1. motorisches Neuron) ist mit ca. 1 Mio. Nervenfasern die größte efferente Bahn, die vom Kortex zum Rückenmark zieht. Ungefähr 40% der efferenten Fasern entspringen dem sekundär motorischen Kortex (supplementär motorischen und prämotorischen Kortex, Area 6), 30% aus dem primär motorischen Kortex (Area 4) und 30% aus dem sensorischen Kortex (größtenteils Area 1, 2, 3). Häufig wird als Synonym für die Pyramidenbahn der Tractus corticospinalis verwendet. Da die Fasern der Pyramidenbahn u.a. in das Striatum, den Thalamus und den Nucleus ruber etc. projizieren (und nicht nur in das Rückenmark), bildet der Tractus corticospinalis, der ins Rückenmark projiziert, nur etwa 15% der Pyramidenbahn und ist daher nicht als Synonym verwendbar. Die Fasern des **Tractus corticospinalis** führen über den Hirnstamm zur Medulla oblongata, in der ca. 70–90% der Fasern auf die Gegenseite wechseln (Pyramidenkreuzung – Tractus corticospinalis lateralis). Die restlichen Fasern führen über die ipsilaterale Seite nach unten (Tractus corticospinalis ventralis), wo sie dann auf Segmentebene zur kontralateralen Seite wechseln (► Abb. 3.7).

Die Fasern des **Tractus corticospinalis** enden im Rückenmark und erfüllen dort vor allem **drei grundlegende Aufgaben**:

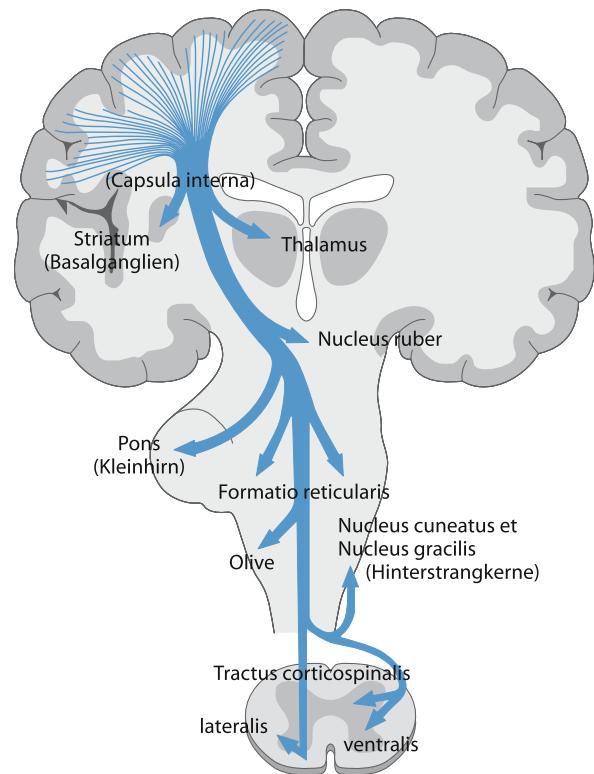


Abb. 3.7. Verlauf der Pyramidenbahn Grafik in Anlehnung an Schmidt 1998

- Sie projizieren über Interneurone (Neurone im Rückenmark) auf die α-Motoneurone im **Vorderhorn** zur **distalen Extremitätenmuskulatur**. Deshalb spielt die Projektion der Pyramidenbahn eine wichtige Rolle bei der **Ziel- und Feinmotorik – Bahnung von Bewegung vor allem der Feinmotorik**.
- Die Fasern, die ins Hinterhorn ziehen (vor allem diejenigen, deren Ursprung im sensorischen Kortex liegt), besitzen über die Interneurone einen hemmenden Einfluss auf die afferenten somatosensorischen Zuströme (Reafferzenzen) – **Selektion somatosensorischer Afferenzen**.
- Im intermediären Bereich haben sie einen **kontrollierenden und hemmenden** Einfluss auf die synaptischen Prozesse im Rückenmark – **Hemmung der spinalen Reflexaktivität** (Eigen- und Fremdreflexe ► Kap. 4 »1. SMRK«).

**Exkurs Neuropathologie.** Die Pyramidenbahn (Tractus corticospinalis) durchläuft auf ihrem Weg vom Kortex zum Rückenmark die **Capsula interna** (innere Kapsel). Die Capsula interna liegt im **Hauptversorgungsgebiet der A. cerebri media**. Diese Arterie,

### 3.5 · Motorische Steuerungssysteme

auch **Schlaganfallarterie** genannt, ist an über 60% der Schlaganfälle beteiligt. Eine Läsion führt in der Regel zu einer Beeinträchtigung der Pyramidenbahn, aus der eine sensomotorische Störung auf der kontralateralen Seite resultiert. Eine isolierte Schädigung im Motokortex führt zunächst zu einer schlaffen Parese (Schockphase) auf der kontralateralen Körperseite (Pyramidenbahnkreuzung), die vor allem die Ausführung von feinmotorischen Bewegungen (durch die Innervation der distalen Muskelgruppen) betrifft. Die Patienten sind meist nur noch in der Lage grobe Bewegungen, die durch proximale Gelenke eingeleitet werden (Massensynergien), auszuführen. Die Selektivität der Bewegung geht verloren. Die fehlende Projektion (Bahnung) der Pyramidenbahn und der damit verbundene Verlust der hemmenden Kontrolle auf die subkortikalen und spinalen Systeme, führt zu einem pathologischen Anstieg der Reflexaktivität (assoziierte Reaktionen). Dies zeigt sich u.a. durch das Auftreten primitiver Reflexe, wie z.B. der Babinski-Reflex, die beim Erwachsenen eigentlich pyramidal unterdrückt werden.

**Beispiel Babinski-Reflex:** Das Bestreichen des lateralen Fußrandes führt zum Abspreizen der Zehen und zu einer Dorsalflexion der Großzehe; dies zeigt sich auch bei sonst unauffälligen pyramidalen Störungen (Trepel 2003).

Stellen wir uns vor, wir sitzen in unserem Auto und bahnen den Weg von Punkt A nach Punkt B (Abb. 3.8). Diese Bahnung hemmen wir an der 1., 2., 3., 4. und 5. Kreuzung, um nicht in die falsche Straße einzubiegen. An der 6. Kreuzung müssen wir nach links bahnen, um auf dem richtigen Weg zu bleiben. Die 7., 8. und 9. Straße müssen wir wiederum hemmen, um nach rechts und nochmals nach links in die 10. Straße zum Ziel zu bahnen. Verknüpfen wir nun das Beispiel der Straße mit der Pyramidenbahn. Die Pyramidenbahn hemmt in ähnlicher Weise durch ihre Bahnung zum Zielneuron die Reflexaktivität der subkortikalen Systeme,

me, um am richtigen Motoneuron eine physiologische Muskelkontraktion bzw. Bewegung herbeizuführen.

#### Therapierelevanz

Wird die Fahrt bzw. Bahnung schon früh gestört (1. oder 2. Straße), so geht die hemmende Kontrolle verloren, und der Zielort entfernt sich zunehmend weiter. Im Umkehrschluss bedeutet dies, dass wir in der Therapie nicht die komplette Strecke bahnen, sondern vielmehr die falsche Abzweigung herausfinden und korrigieren müssen (**Schlüsselproblem**). Um die falsche Abzweigung zu lokalisieren, ist es von grundlegender Bedeutung herauszufinden, inwieweit die Straße adäquat benutzt wird. Das heißt, die Befunderhebung orientiert sich primär nicht an den Defiziten, sondern vielmehr an den physiologischen Restfähigkeiten: »Was kann der Patient?« Dieser Status ist aufzugreifen, um von dort die weitere Strecke zu bahnen (► Kap. 11 »Befunderhebung«). Der Therapeut ist in unserem Beispiel nur der Lotse, er ebnet, zeigt oder unterstützt den Weg (gibt dem Patienten das Gefühl für seine Bewegung). Fahren muss ihn jedoch der Patient selbst. Bei einer bekannten Strecke mit einem bekannten Fahrzeug fällt dies in der Regel leichter, d.h., Bewegungsprogramme und Medien oder Gegenstände, die der Patient kennt, unterstützen die Fahrt in die Selbstständigkeit.

#### Extrapyramidale Bahnen

Die extrapyramidalmotorischen Bahnen entspringen vorwiegend in den Basalganglien und im Hirnstamm und ziehen von dort ins Rückenmark. Sie innervieren vor allem die  $\alpha$ -Motoneurone, aber auch direkt und indirekt die  $\alpha$ -Motoneurone (► Kap. 4 »1. SMRK«).

Die Hauptaufgabe besteht in der **automatisierten Regulierung motorischer Bewegungsabläufe**, u.a. der **Haltungsmotorik**.

Die Hauptinnervation liegt dabei in der **Rumpf-** sowie **der proximalen Extremitätenmuskulatur (Grobmotorik)**.

#### Praxis

##### Praxistipp

Die extrapyramidalen Bahnen bilden durch ihre Innervation der hauptsächlich proximalen Körpermuskulatur (Rumpf, Extremitäten) die stabilisierende **Grundlage zur Ausführung von ziel- und feinmotorischen Tätigkeiten**. Bereits bei der Bewegungsidee, z.B. ein Glas vom Tisch zu nehmen, erfolgt die automatisierte Tonusadaption (Stabilität) der Rumpf- und Schultermuskulatur, um der distalen Hand die Mobilität (Pyramidenbahn) für das Ergreifen des Glases zu gewährleisten.

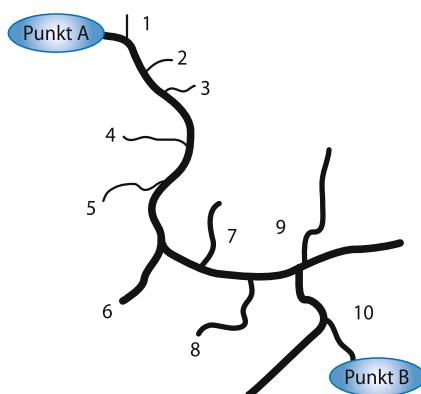


Abb. 3.8. Vereinfachte Darstellung der hemmenden Wirkung der Pyramidenbahn

## Massensynergie

### Praxistipp

Bei einem Verlust oder einer Störung der pyramidalen Motorik (s. oben Tractus corticospinalis), z.B. bedingt durch einen Schlaganfall, bleibt (je nach Größe und Art der Schädigung) die Innervation der extrapyramidalen Bahnen weiter bestehen. Die Innervation einer Bewegung erfolgt dabei vor allem über die proximalen Gelenke, d.h., es wird das Hüftgelenk, weniger das Knie und noch weniger das Fußgelenk innerviert, wodurch eine fortlaufende Extremitätenbewegung im Sinne der proximalen Gelenksbewegung erfolgt (Massenbewegung bzw. Massensynergie) (Trepel 2003). Beispielsweise führt eine Extension der Hüfte im Extrem zur kompletten Extensionsbewegung des Beines (Streckmuster). Ebenso erfolgt bei der Hüftflexion das Beugemuster des Beines. In ähnlicher Weise gestalten sich die Bewegungsabläufe in der oberen Extremität, d.h., auf die Aktivität des Schultergelenkes erfolgt ein entsprechendes Flexions- oder Extensionsmuster im Ellenbogen und Handgelenk. Die extrapyramidalen Bahnen besitzen somit (mit Ausnahme des Nucleus ruber) eine weitaus geringere Beteiligung an der Innervation der distalen Muskelgruppen als die Pyramidenbahn. Bei einem Ausfall der Pyramidenbahn können sie nur ein Minimum an Extremitätenbeweglichkeit (Hilfshand) ermöglichen, und die Bewegung erfolgt im Sinne der Bewegung des proximalen Gelenkes (Massensynergie) (s. oben). Selektive Bewegungen gehen dabei verloren.

## Automatisierte Bewegungsprogramme

Wie besprochen, dienen die extrapyramidalen Bahnen der Regulation der Stütz- und Grobmotorik. Da diese Bewegungen in der Regel automatisiert gesteuert werden, macht es auch in der Therapie wenig Sinn, diese bewusst zu fordern.

### Beispiel

Im Sitz verlässt der Patient durch eine Gewichtsverlagerung des Rumpfes nach rechts seinen Körperschwerpunkt (Körpermittellinie). Die linke Rumpfseite führt dabei im Sinne normaler Rumpfstellreaktionen automatisiert eine Lateralflexion aus. Fehlt dem Patienten der Tonus, um die linke Rumpfseite zu verkürzen, macht es wenig Sinn, ihn verbal dazu aufzufordern.

Die **isiolierte Beübung der Rumpfmuskulatur**, indem man beispielsweise die Beckenhebung fordert: »Heben Sie Ihr Becken« (konzentrisch, ▶ Kap. 5 »Normale Bewegung«), »Lassen Sie es langsam ab« (exzentrisch, ▶ Kap. 5 »Normale Bewegung«) etc., ist für die alltagsrelevante Umsetzung wenig zweckmäßig, da die Lateralflexion des Rumpfes (im Zuge der Gewichtsverlagerung) reaktiv erfolgt. Selbst dem gesunden Menschen fehlt das Potenzial, um beim Ausführen einer bewussten Handlung seine Gedanken auf die Position des Rumpfes zu lenken. Bei einem hirngeschädigten Menschen ist dieser ohnehin unrealistische Gedanke noch weit aus abwegig.

Der Patient sollte vielmehr auf der **Aktivitätsebene** einen realisierbaren Bewegungsauftrag bekommen, wie z.B. im Sitz: »Holen Sie das Kissen auf Ihrer rechten Seite.« Der Patient greift nach rechts, verlagert den Rumpf entsprechend der Bewegungsvorgabe, und der Therapeut facilitiert (unterstützt, begleitet, d.h. moduliert) dabei (nonverbal) an der linken Rumpfseite die physiologische Lateralflexion. Das Zielmedium muss dabei so platziert werden, dass für das ZNS eine Notwendigkeit für die Ausführung einer Lateralflexion besteht. Das Kissen sollte dabei nicht zu nahe platziert werden, um die therapeutische Zielsetzung (Rumpfstellreaktion) zu gewährleisten, aber auch nicht zu weit, um eine Frustration (Unmöglichkeit) zu vermeiden.

### Beachte

Die extrapyramidale Motorik bildet die elementare Grundlage für die pyramidale Motorik. Eine differenzierte Ziel- und Greifmotorik ist ohne die stabilisierende Grundlage des Rumpfes, der Schulter und der Beine (Stand) nicht gegeben.

**Exkurs Neuropathologie.** Eine isolierte Schädigung der extrapyramidalen Bahnen tritt eher selten ein. Kommt es zu einer Schädigung, tritt diese vorwiegend im Hirnstamm auf, da hier die Fasern enger beisammen liegen. Die Störung zeigt sich durch eine Parese der proximalen Muskelgruppen bei intakter Feinmotorik (Trepel 2003).

### 3.5.8 Zusammenfassung: Die motorischen Systeme

- Die **Idee der Bewegung**, verursacht durch einen inneren Reiz (Trieb, Bedürfnis) oder durch äußere Eindrücke, erfolgt in subkortikalen und kortikalen Motivationsarealen. Zu den kortikalen Arealen zählt vor allem der präfrontale Kortex; die subkortikalen Motivationsareale werden als das limbische System (Lust-Unlust-System) beschrieben.
- Die motorische Umsetzung der Bewegungsidee, der **Bewegungsplan**, erfolgt in den motorischen und somatosensorischen Assoziationsarealen der Großhirnrinde.
- Die **Regulation** des konkreten Ausführungsplans (vor allem Rumpf und proximale Extremitäten) erfolgt über die Basalganglien. Die differenzierte Zielbewegung in Anpassung der äußerlichen Gegebenheiten und die damit verbundene Tonusadaptation erfolgen durch das Kleinhirn (Tonus und Koordination).
- Über den Thalamus werden die Informationen aus den Basalganglien und dem Kleinhirn zu den motorischen Kortizes **weitergeschaltet**, von wo aus die Pyramidenbahn an die entsprechenden Motoneurone im Rückenmark projiziert.

### 3.6 · Tonus

- Parallel hierzu findet auf Hirnstammebene über die extrapyramidalen Bahnen die **stabilisierende Grundlage** der Pyramidalmotorik (Ziel und Greifmotorik) statt.

- Bei noch vorhandener Restfunktion verwendet man in der Beschreibung häufig den Begriff der »**Parese**«. Sind keine Funktionen vorhanden, d.h. bei einem kompletten Funktionsverlust, spricht man von »**Plegie**«.

## 3.6 Tonus

### ➤ Definition

Der Tonus (griech.: Spannung) beschreibt den **Spannungszustand** der Muskulatur.

### 3.6.1 Normaler Tonus (Muskelspannung)

In Ruhe erfolgt über die Innervation der  $\alpha$ -Motoneurone (Hirnstamm, Formatio reticularis, Kleinhirn, Basalganglien) eine permanente Erregung der Muskulatur. Aus dieser reflektorischen Dauererregung resultiert der **Grund-** oder **Ruhetonus** (ähnlich dem Standgas beim Auto).

Unter Ausführung einer Aktivität variiert der normale Tonus je nach Anforderung der Bewegung und dem Einfluss der Umwelt zwischen einem niedrigen Tonus für feinmotorische Bewegungen (Mobilität) und einem hohen Tonus für kraftvolle, statische Bewegungen (Stabilität ist nicht gleich Fixation). Innerhalb dieser Variablen sprechen wir von **normaler Tonus** (☞ Tabelle 3.1), über- oder unterschreiten wir diese Bereiche, liegt ein abnormer Hyper- oder Hypotonus vor. Erfolgt eine komplekte Durchtrennung eines peripheren Nerven, erlischt der Tonus (schlaffe Lähmung).

- Fehlt der Tonus, spricht man von **schlaffer Parese oder Plegie**.
- Ist die Muskelspannung bei gleichzeitiger Unbeweglichkeit (Widerstand gegen passive Bewegung) erhöht, spricht man von **spastischer Parese oder Plegie (Spastik)**.

### Normale Tonusverhältnisse

Ein niedriger Tonus (Muskelspannung) herrscht beispielsweise in der Rückenlage, in entspanntem Zustand auf einer großen Unterstützungsfläche. Auf den Zehspitzen im Einbeinstand ist er dagegen relativ hoch. Innerhalb dieser Extreme bietet der Tonus, entsprechend der Aktivität und Umweltbedingungen, eine hohe Bandbreite an unterschiedlich differenzierten Tonusniveaus. Einerseits muss er dabei so hoch sein, dass er die sicherere Stabilität des Körpers im Raum gewährleistet, und andererseits so niedrig, dass die selektive Mobilität der vor allem distalen Extremitäten ermöglicht wird. Normaler Tonus zeigt sich als Widerstand (gegen die Schwerkraft), der notwendig ist um eine Bewegung zielgerichtet und harmonisch (räumlich-zeitliche Koordination) auszuführen (► Kap. 5 »Normale Bewegung«, ☞ Abb. 3.9). Bei einem erhöhten Widerstand gegen (passive) Bewegung, liegt eine pathologischer Hypertonus vor (assoziierte Reaktionen, Spastik, Rigor).

### Praxis

Die Tonussituation ermöglicht dem Therapeuten eine unmittelbare **Reflexion** seiner Arbeit. Ist ein spastischer Arm nach der Therapie entspannter, oder besitzt ein hypotoner Patient nach der Therapie im physiologischen Sinn mehr Muskelspannung, hat der Therapeut etwas Positives erreicht. Ist der Tonus nach der Therapie gleich oder gar schlechter, führt die Therapie in die falsche Richtung und muss neu überdacht werden.

☞ Tabelle 3.1. Tonus

Hypoton	Normaler Tonus		Hyperton
	Niedriger Tonus	Hoher Tonus	
Schlaffe Parese/Plegie	Ermöglicht Mobilität	Ermöglicht Stabilität	Spastik/Rigor
Keine Stabilität möglich	Feinmotorische Tätigkeiten	Statische, kraftvolle Bewegungen	Mobilität nicht möglich
Physiologischer Tonus muss aufgebaut/angebahnt werden	Reziproke Innervation	Kokontraktion	Pathologischer Tonus muss abgebaut/gehemmt werden
	Offene Kette	Reziproke Innervation auf hohem Tonusniveau	Eigenständige Tonusregulation muss angebahnt werden
		Geschlossene Kette	



■ Abb. 3.9. Tonus: Schatten der Bewegung

Bei einem spastischen Patienten liegt daher das Ziel in der eigenständigen Tonusregulation. Der Patient muss lernen, durch eine **physiologische Bewegungsbahnung seinen pathologischen Tonus zu hemmen**. Gelingt diese Hemmung nicht, wird er bei jeder Aktivitätsanforderung wieder in sein spastisches Muster ziehen (s. auch Spastik).

### Allgemeine Tonusdifferenz der Extremitäten

Man kann man sich im Handstand fortbewegen oder als Gewichtheber große Kräfte zum Heben oder Reißen von Gewichten einsetzen, im normalen Leben ist der Tonus der oberen Extremität jedoch eher geringer als in der unteren.

#### ► Beachte

Die obere Extremität ist primär zum Hantieren (Mobilität) ausgestattet, die untere Extremität zum Stützen (Stabilität) und zur Fortbewegung (Lokomotion).

#### ⓘ Therapierelevanz

Der obige Grundsatz sollte in die Therapie mit einfließen. Der Arm bzw. die Hand werden in Alltagssituationen eher selten in Stützfunktion eingesetzt, wenn man nicht gerade an Unterarm-

gehstützen geht. Bei einer muskulären Dyskoordination im Schultergelenk (wie bei nahezu allen Hemiplegikern) oder bei Begleitsymptomatiken, wie z.B. einem Handödem, kann die **unsachgemäße Ausführung von Stützfunktionen** gravierende Folgen für den Arm nach sich ziehen. Ungeachtet der therapeutischen Relevanz einer disinhibitorischen Stellung, wie z.B. dem Armautstütz, sollte dennoch der Arm über die nötige Stabilität verfügen, und die Gelenke sollten im anatomischen Sinne eingestellt sein (► Kap. 5 »Normale Bewegung, Schulter«).

Während der Stützarbeit sind die Bewegungen des Rumpfes gegen den Arm (proximal gegen distal) und die Belastung der Gelenke (vor allem Schulter-, Handgelenk) mit Bedacht auszuwählen, d.h., sie sollten nicht allzu große Bewegungsausmaße und/oder Gewichte annehmen. Bei einem **Handödem** muss gänzlich auf die Stützfunktion verzichtet werden. Die Belastung kann zu Mikrotraumen führen, was wiederum die Strukturen schwächt, Schmerzen auslöst und einer Funktionsverbesserung entgegenwirkt.

Eine mögliche Alternative wäre dabei der Stütz auf den gebeugten Ellenbogen (z.B. in Rückenlage). An dieser Stelle sei nochmals angemerkt, dass die Ursache von **Schulterschmerzen** zu einem gewissen Anteil aus Handlingsfehlern resultiert. Nicht selten bedeuten Schulterschmerzen den funktionellen Verlust der oberen Extremität (► Kap. 8 »Hemiplegie«)!

### 3.6.2 Assoziierte Bewegungen

#### ► Definition

Assoziierte Bewegungen sind **physiologische Bewegungen** einer Körperseite, die durch eine extrem hohe Anstrengung der anderen Körperseite entstehen. Im Gegensatz zur assoziierten Reaktion entsteht bei der assoziierten Bewegung keine bleibende Tonusveränderung.

#### ⓘ Therapierelevanz

In der Therapie wird der Patient aufgefordert, mit seinem Zeigefinger (der betroffenen Seite) eine Extension auszuführen, er begleitet die Zeigefingerbewegung mit dem Zeigefinger der kontralateralen Seite [assozierte (Mit-)Bewegung]. Man sollte jedoch bei der Anbahnung selektiver Fingerbewegungen die **übermäßige Mitbewegung der weniger betroffenen Seite vermeiden**, da der Therapieschwerpunkt der betroffenen Seite gilt. Durch das Mitbewegen der weniger betroffenen Seite kann dieses Bild verfälscht werden. Lediglich bei Patienten, die sich bei der Bewegungsausführung sehr anstrengen und dabei einen zu hohen Tonus aufbauen, sollte man die Anweisung geben, die Bewegung kurz auf der weniger betroffenen Seite (ein-, maximal zweimal) auszuführen. So spürt der Patient, dass eigentlich relativ wenig Tonus für die Bewegung notwendig ist.

### 3.6 · Tonus

#### Beispiel

**Selbsterfahrung.** Fordern Sie einen Kollegen auf, mit seiner angespannten Hand einen Luftballon in die Luft zu schlagen und ihn wieder mit der angespannten Hand aufzufangen. Danach soll er versuchen, den Ballon auf dem Handteller hinter den Rücken zu führen. Sie beobachten dabei die gegenüberliegende Hand und werden sehen, dass die Spannung der Hand ebenfalls stark ansteigt (assoziierte Bewegung, s. auch Selbsterfahrung zu ▶ Abschn. 3.5.4 »Kleinhirn«).

#### 3.6.3 Assoziierte Reaktionen

Der Verlust der kortikalen **hemmenden** Kontrolle führt zu einer abnormen Tonussteigerung (**Spastik**).

##### Beachte

Assoziierte Reaktionen resultieren aus einem Reiz, der die individuelle Hemmschwelle des Patienten übersteigt (Lance 1982 in Rohlfs 1999, S. 20).

Sie entstehen immer auf der betroffenen Seite und sind immer pathologisch. Infolge der pathologischen Tonuszunahme zieht der Patient in der Regel in der **oberen Extremität** in ein Beugemuster (Beugespastik) und in der **unteren Extremität** in das Streckmuster (Streckspastik), d.h., die Tonuserhöhung führt zu einer abnormen Aktivierung (Massensynergie) der gegen die Schwerkraft wirkenden Muskulatur.

##### Therapierelevanz

Bei einem Hemiplegiker sind die **Auslöser** einer assoziierten Reaktion nicht auf die Bewegungen der kontralateralen Körperseite beschränkt. Sie entstehen unter anderem

- beim Beugen des betroffenen Beines gegen das Streckmuster (ins Beugemuster),
- beim Wechseln der Unterstützungsfläche (wie beispielsweise vom Liegen zum Sitz),
- ebenso beim Gähnen oder in Stresssituationen.

Ein Hemiplegiker führt nach seiner Läsion oft neue kompensatorische Bewegungen mit seiner weniger betroffenen Hand bzw. deren Fingern aus. Der Kopf (Blickfeld) ist dabei auf die Handlung gerichtet und von der betroffenen Seite abgewandt.

- Das Zusammenwirken der tonischen Reflexaktivität (s. »ATNR«) und die assoziierte Reaktion können zu einer Verstärkung der Beugespastik führen.
- Zudem untermauern negative Gefühlsregungen wie Schmerz-, Stress- und Angstsituationen oder große Anstrengungen diesen Vorgang.

#### Praxis

##### Hemmung der assoziierten Reaktionen

Solange die Bahnung nicht ausreicht, um die assoziierte Reaktion zu hemmen, wird der Patient keine physiologische

Bewegung ausführen können. Jede Bewegungsidee oder der Versuch, eine gezielte Bewegung auszuführen, kann eine assozierte Reaktion auslösen, wodurch der Patient in sein spastisches Muster (Beugemuster) zieht. Die eigenständige Tonusregulation (Hemmung der Spastik) muss möglich sein, um physiologische Bewegungsabläufe auf der betroffenen Seite auszuführen.

Möglichkeiten zur Erarbeitung einer Funktionsverbesserung sind u.a.:

- spasmusemmende Stellungen,
- Fazilitation normaler Bewegungsmuster (Hemmen durch Bahnen),
- inhibierende Griffe,
- exzentrische oder konzentrische Bewegungsabläufe,
- Vergrößerung der Unterstützungsfläche.

(Wird bei Patienten, deren Läsion schon längere Zeit zurückliegt, das Bewegungspotenzial z.B. im Bein verbessert, ohne dass sich dadurch die Spastik im Arm verschlechtert, so ist dies als Therapiefortschritt anzusehen. Die Vorgehensweise zum Anbahnen der ersten physiologischen Bewegungsmuster wird in den Fallbeispielen beschrieben.)

##### Wirkung der Formatio reticularis auf assoziierte Reaktionen

Die Formatio reticularis reguliert durch ihre unspezifischen Anteile über die γ-Motoneurone den Grundtonus des Körpers.

Durch eine Hirnläsion kommt es zur Schädigung der kortikalen Systeme. Der Körper reagiert mit Stress und Angst. Die Formatio reticularis (▶ Kap. 2 »Sensorische Systeme«) steigert über ihr absteigendes Aktivierungssystem die Grundspannung, vor allem in den betroffenen Muskelgruppen (α-Motoneurone), woraus ein erhöhtes Erregungsniveau resultiert. Dies erklärt, warum schon der Gedanke an eine Bewegung eine assoziierte Reaktion auslösen kann. Selektive Bewegungen gehen dabei verloren, und es kommt zu **Massensynergien**. Hierbei dominieren vor allem die Muskelgruppen, die gegen die Schwerkraft arbeiten, d.h. in der oberen Extremität die Flexoren (Beugemuster), in der unteren Extremität die Extensoren (Streckmuster).

In bestimmten Ausgangslagen bzw. Gelenkstellungen können durch die Hebelwirkung entgegengesetzte Muskeln dominieren. Die Patienten führen z.B. in der unteren Extremität eine Strecksynergie, vom Hüftgelenk (proximal) ausgehend eine Extension, Adduktion, Innenrotation, Extension im Kniegelenk und Plantarflexion, Supination im Sprunggelenk (Streckmuster) aus. Eine **selektive Bewegung**, wie z.B. die Dorsalflexion des Sprunggelenks, ist dabei nicht möglich. Bei der Bewegungsaufforderung, das Bein anzuheben, bewegt der Patient dieses in Form einer Flexion, Außenrotation, Adduktion im Hüftgelenk, Flexion im Kniegelenk und Dorsalflexion im Sprunggelenk ins Beugemuster. Hierbei ist die selektive Plantarflexion im Sprunggelenk aktiv nicht

möglich (Beugesynergie). Ein dominierendes Beugemuster in der unteren Extremität ist häufig mit einer erhöhten Schmerzwahrnehmung (Schutz-, Fluchtreflex) verbunden.

Ein Patient sollte durch die Bahnung selektiver Bewegungen lernen, seinen **pathologischen Tonus zu beherrschen (hemmen)**. Selektive Bewegungen bilden die Voraussetzung physiologischer Bewegungsabläufe, wie z.B. die Dorsalextension (funktionelle Flexion) im Sprunggelenk bei Extension im Hüftgelenk für ein physiologisches Gangbild.

### 3.6.4 Spastizität

#### ➤ Definition

Eine Spastik ist ein verstärkter muskulärer Widerstand gegen eine passive Bewegung.

Spastizität kann als das Ergebnis plastischer Reorganisation von Reflexaktivität des Rückenmarks gesehen werden. Diese ist teilweise oder ganz von der kortikalen Kontrolle gelöst. Der Verlust der kortikalen Bahnung oder Hemmung wird meist durch eine Läsion der motorischen Efferenzen verursacht. Dies betrifft in erster Linie den Verlauf der **Pyramidenbahn** (► Abschn. 3.5.7 »Efferenzen«).

Wie aus den vorherigen Beschreibungen deutlich wird, ist jedoch auch die **extrapyramidale Motorik** betroffen. Zum einen ist der Kortex innerhalb seiner Bewegungsplanung an der Gestaltung der Haltungsmotorik beteiligt, um dabei die adäquate Basis für die Ausführung einer feinmotorischen Tätigkeit zu gewährleisten. Andererseits innervieren subkortikale Systeme (Nucleus ruber) neben ihrer Hauptaufgabe – der Haltungsmotorik – auch die distalen Muskelgruppen und sind somit an der Ausführung von Ziel- und Greifbewegungen beteiligt. Es wurde eingangs darauf hingewiesen, dass innerhalb eines Bewegungsablaufs pyramidale und extrapyramidale Motorik nicht zu trennen sind.

#### ➤ Beachte

Eine isolierte Beübung der Ziel- und Feinmotorik ohne Berücksichtigung der stabilisierenden Haltungsmotorik ist funktionell gesehen sinnlos.

Bei der Ausführung einer konzentrierten, gezielten und bewussten Bewegung steigt die Aufmerksamkeit (► Kap. 6 »Neuropsychologie, Formatio reticularis«) und damit verbunden die Innervation der  $\alpha$ -Motoneurone entsprechend an. Durch dieses erhöhte Reizpotenzial der Muskelspindeln wird das Auftreten einer assoziierten Reaktion verstärkt, was wiederum mit einer abnormen Tonuserhöhung einhergeht (► Kap. 11 »Befunderhebung«, 11.6.6 »Einteilung nach Schwere der Spastizität«).

Wird hingegen die Bewegung automatisiert ausgeführt, wird meist weniger Tonus (Ökonomie) eingesetzt, und die Zielerreichung wird wahrscheinlicher. Die Bewegungsabahnung sollte daher nach Möglichkeit in normale automatisierte Bewegungsabläufe, die einem Zweck dienen oder ein Ziel ansteuern, d.h. in eine Handlung, integriert werden (► Abschn. 3.2.4 »Selbsterfahrung, automatisierte und bewusste Bewegungen«). □ **Übersicht 3.3** nennt typische Alltagssituationen, die zu einer Tonuserhöhung führen.

Bei Patienten mit einer Hirnläsion wirken sich diese Zustände noch schwerwiegender aus. Einerseits wird durch die erhöhte Entladung der  $\alpha$ -Motoneurone (Formatio reticularis) ein erhöhtes Kontraktionspotenzial geschaffen, andererseits geht durch eine Läsion der Pyramidenbahn die hemmende Kontrolle der  $\alpha$ -Motoneurone teilweise verloren. Erschwerend kommt der mangelnde sensorische Input (Tiefen- und Oberflächensensibilität) hinzu. Hierdurch wird deutlich, dass die Therapiegestaltung diese Kriterien beachten muss, um nicht in die Spastik hinein zu arbeiten oder diese zu verstärken.

#### □ Übersicht 3.3: Alltagssituationen, die zu einer Tonuserhöhung führen

- Stress, z.B. wenn man in Zeitnot gerät oder wenn eine Aufgabe als unüberwindbar erscheint
- Erlernen von neuen ungewohnten Bewegungsabläufen
- Emotionen wie Freude, Ärger, Frust, Trauer
- Schmerzen, auch schon der Gedanke daran
- Gefahr, Angst
- Unsicherer, rutschiger Boden (über einen Steg oder Balken gehen, über frisch gewischten Boden etc.)
- Mangelnde sensorische Wahrnehmung, z.B. im Dunkeln eine unbekannte Treppe (s. Selbsterfahrungsparcours) begehen
- Neue Situationen, eine neue Umgebung

# Sensomotorik

*Fünf sensomotorische Regelkreise (SMRK) – 54*

**4.1 Erster sensomotorischer Regelkreis (propriozeptiv) – 55**

- 4.1.1 Funktionsweise – 55
- 4.1.2 Rezeptoren des 1. SMRK – 56
- 4.1.3 Zusammenfassung: Tiefensensibilität (Propriozeption) – 59

**4.2 Zweiter sensomotorischer Regelkreis (taktil) – 60**

- 4.2.1 Funktionsweise – 60
- 4.2.2 Rezeptoren des 2. SMRK – 61
- 4.2.3 Tastsinn – 62
- 4.2.4 Stereognostische Leistungen (Ertasten von bekannten Gegenständen) – 64
- 4.2.5 Thermorezeptoren – 65
- 4.2.6 Schmerzrezeptoren – 67
- 4.2.7 Zusammenfassung: Oberflächensensibilität – 69

**4.3 Dritter sensomotorischer Regelkreis (vestibulär) – 69**

- 4.3.1 Funktionsweise – 70
- 4.3.2 Rezeptoren des 3. SMRK – 70
- 4.3.3 Kleinhirn – 73
- 4.3.4 Zusammenfassung: die Kleinhirnfunktionen – 75

**4.4 Vierter sensomotorischer Regelkreis – 75**

- 4.4.1 Funktionsweise – 76

**4.5 Fünfter sensomotorischer Regelkreis (pyramidales System) – 76**

- 4.5.1 Funktionsweise – 76
- 4.5.2 Verortung der Modalitäten (Module) innerhalb des neuronalen Netzwerkes – 77
- 4.5.3 Neuronale Plastizität – 78
- 4.5.4 Reorganisationsprozesse – 78
- 4.5.5 Sensomotorische Funktion – 79

**4.6 Zusammenfassung: die sensomotorischen Regelkreise – 79**

### ➤ Definition

Bewegung (Motorik) und Sensibilität (Sensorik) bedingen sich gegenseitig und sind stets als Einheit zu sehen, – dies drückt der Begriff »Sensomotorik« aus.

### Fünf sensomotorische Regelkreise (SMRK)

Das ZNS bildet ein Netzwerk von über fünfzig Milliarden Nervenzellen, die durch Nervenbahnen mehr oder weniger miteinander in Verbindung stehen. Innerhalb der sensomotorischen Verschaltungen treten fünf Regelkreise zum Vorschein, die als **SMRK** bezeichnet werden (in Anlehnung an Rohen 1994).

Die sensomotorischen Regelkreise dienen der Steuerung aller **Motorik**. Die wichtigsten **sensorischen Systeme** bilden dabei, die sog. Basissinne: die Tiefensensibilität (propriozeptiv), die Oberflächensensibilität (taktile) und der Gleichgewichtssinn (vestibular). Die Afferenzen beginnen an den Rezeptoren in tiefer gelegenen (Tiefensensibilität) und oberflächlichen (Oberflächensensibilität) Strukturen des Körpers sowie im Gleichgewichtsorgan des Innenohrs. Sie führen zum jeweiligen Steuerungssystem im ZNS, werden dort entsprechend der Reizsituation aufgenommen, verarbeitet (kognitive und exekutive Funktionen) und führen durch efferente Projektionen an die motorischen Endplatten der Skelettmuskulatur zur Bewegungsausführung.

Hierdurch ergibt sich ein geschlossener Leitungsablauf, der von den **Rezeptoren** der Peripherie ausgeht, über **Afferenzen** im jeweils zuständigen **System im ZNS** (spinal oder supraspinal) verschaltet und verarbeitet wird und über **Efferenzen** zum **Effektor** (Muskel) zurückführt.

Die **Leitungssysteme des Rückenmarks** unterteilt man grob in:

- Eigenapparat und
- Verbindungsapparat.

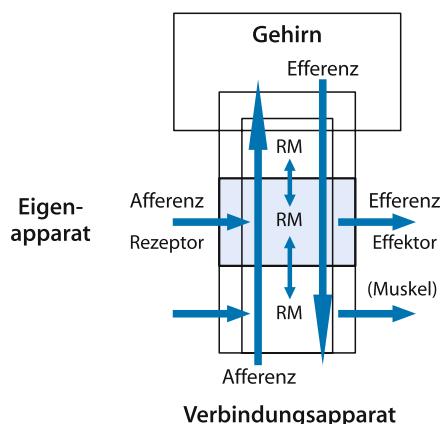


Abb. 4.1. Eigen- und Verbindungsapparat des Rückenmarks (RM).  
(Nach Deetjen u. Speckmann 1992)

Über den **spinalen Eigenapparat** (Abb. 4.1, s. auch

► Kap. 4.2.1) werden die Reize auf Segmentebene (1. SMRK) bzw. durch Interneurone über mehrere Segmentebenen (2. SMRK) im Rückenmark verschaltet (**spinal**: zum Rückenmark gehörig). Durch die Projektionsbahnen (wie z.B. Hinterstrang- und Vorderseitenstrangbahn) des **Verbindungsapparates** gelangen einerseits afferente sensorische Informationen an die supraspinalen Zentren (Gehirn) bzw. werden von diesen über absteigende efferente Projektionsbahnen (z.B. Tractus corticospinalis) die motorischen Aktivitäten der Körpermuskulatur reguliert (**supraspinal**: oberhalb des Rückenmarks)

Die Regelung einfacher automatischer Bewegungsabläufe (**Eigenreflex** und **Fremdreflex**) geschieht dabei über das Rückenmark.

### ➤ Beachte

Je komplexer und bewusster sich ein Bewegungsablauf gestaltet (z.B. die Feinmotorik), umso höher liegen die dafür zuständigen neuronalen Zentren.

Die höher liegenden Zentren besitzen dabei eine modulierende (bahnende) oder eine kontrollierende (hemmende) Wirkung auf die tiefer liegenden. Der **hierarchische Aufbau** gliedert sich wie folgt:

- vom Rückenmark ausgehend,
- über den Hirnstamm,
- das Kleinhirn und die Basalganglien,
- bis zum Neokortex als oberstes System.

Neben der hierarchischen Organisation bestimmen vor allem **parallele Verschaltungen**, wie beispielsweise die Reizintegration über mehrere Systeme (multimodale Verarbeitungszentren), die Bewegungsausführung. Das reibungslose Zusammenwirken dieser Prozesse, die Funktionsfähigkeit der Gelenke und Muskulatur vorausgesetzt, führt zum

### ➤ Übersicht 4.1: Untergliederung der fünf sensomotorischen Regelkreise

- 1. SMRK: Propriozeption (Tiefensensibilität),
- 2. SMRK: Taktilität (Oberflächensensibilität),
- 3. SMRK: vestibular (Gleichgewichtssensibilität),
- 4. SMRK: EPS (extrapyramidal-motorisches System), bestehend vor allem aus Basalganglien, Hirnstamm und anderen subkortikalen Zentren, zuständig für eher automatisierte, proximale, grobmotorische Bewegungsprogramme,
- 5. SMRK: PS (pyramidal-motorisches System) vor allem aus neokortikalen Zentren, zuständig für eher bewusste, distale, feinmotorische Bewegungsvorgänge.

## 4.1 • Erster sensomotorischer Regelkreis (propriozeptiv)

Ablauf einer physiologischen Bewegung. □ Übersicht 4.1 zeigt die Untergliederung der fünf sensomotorischen Regelkreise.

### 4.1 Erster sensomotorischer Regelkreis (propriozeptiv)

Der 1. SMRK bildet trotz seines einfachen Bauplans einen der wichtigsten motorischen Reflexbögen; seine wesentlichen Steuerfunktionen sind in □ Übersicht 4.2 zusammengefasst). Der Mensch setzt sich unbewusst einem ständig

- **Übersicht 4.2: 1. Sensomotorischer Regelkreis**
  - Der 1. SMRK dient der **Muskellängen- und Spannungskontrolle**.
  - Seine primäre Aufgabe liegt im **reaktiven Aufbau von Haltungstonus** (Tonus gegen die Schwerkraft).
  - Er bildet die **gemeinsame Endstrecke aller sensomotorischen Systeme**, die auf ihn kontrollierend und damit hemmend einwirken.
  - Ein **Verlust der kortikalen Kontrolle** führt zu einer gesteigerten Reflexaktivität, die sich in einer pathologischen Tonuserhöhung, wie beispielsweise durch Klonus oder durch eine Spastik, bemerkbar macht

wechselnden Schwerkraftfeld aus. Man bewegt sich auf einem festen, weichen oder rutschigen Untergrund, Gewichte werden langsam oder schnell gehoben und getragen. Dabei muss sich der Muskeltonus permanent an die wechselnden Umweltbedingungen anpassen. Diese **Tonusanpassung** erfolgt weitgehend **reakтив** durch die **Steuerung des 1. SMRK** (□ Abb. 4.2) (Synonyme: 2. motorisches Neuron, Antischwerkraftreflex, monosynaptischer Reflexbogen).

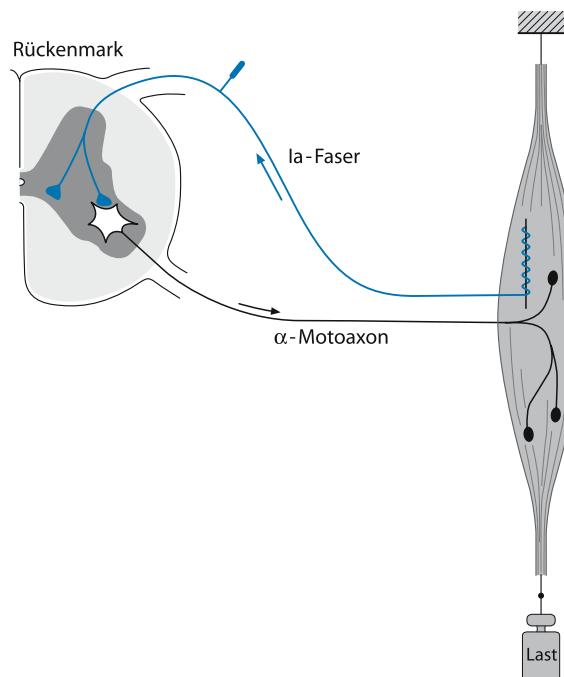
#### 4.1.1 Funktionsweise

Die Dehnung eines Muskels bewirkt zugleich eine Dehnung der in den Muskel eingelagerten Muskelspindeln (□ Abb. 4.3, intrafusale Fasern). Durch die Dehnung der Muskelspindeln (Rezeptoren) entsteht ein Aktionspotential, das direkt über die **Ia-Faser** (► Abschn. 4.1.2) **an das  $\alpha$ -Motoneuron** geleitet wird und dadurch die Kontraktion des homonymen (gleichen) Muskels herbeiführt. Dies geschieht, um der Dehnung entgegenzuwirken und damit die Länge des Muskels konstant zu halten. Die Kontraktion des Muskels sowie seiner Synergisten (► Kap. 5 »Normale Bewegung«) – (Muskeldehnreflex) – erfolgt dabei **reakтив** ( **$\alpha$ -Motoneuron**: motorische Nervenzelle, deren Synapse als motorische Endplatte an der Skelettmuskulatur innerviert; **Homonym**: Rezeptor und Effektor (Muskel) gleiches Organ).

Durch den **Muskeldehnreflex** werden vorwiegend die Muskelgruppen aktiviert, die gegen die Schwerkraft arbeiten. Der reflektorische Erhalt der Muskelänge ermöglicht die Aufrechterhaltung des Körpers im Raum. **Isoliert gesehen, ist dieser Mechanismus bewegungsfeindlich und wird durch die Bewegungsbahnung von höher liegenden spinalen und supraspinalen Zentren (u.a. Tractus corticospinalis) gehemmt**. Die Hemmung der spinalen Reflexaktivität geschieht in dem Maße, dass sie eine **zielgerichtete Bewegung zulässt** und **gleichzeitig so gering ist**, dass sie den **Haltungstonus gegen die Schwerkraft gewährleistet**. Damit bildet der 1. SMRK die gemeinsame Endstrecke aller motorischen Impulse, die in spinale und supraspinale Bewegungsprogramme integriert sind. Durch die Kontraktion verkürzt sich der Muskel, was wiederum zur Entdehnung der Muskelspindeln führt, wodurch sich die afferente Entladung der Ia-Fasern und somit der Tonus am homonymen Muskel wieder reduziert.

#### ➤ Definition

**Muskelspindeln** sind Rezeptoren, die auf die Längenveränderung eines Muskels reagieren (Längenkontrollsysteem). So wohl die Dehnung (räumliche Komponente) als auch die Dehnungsgeschwindigkeit (zeitliche Komponente) führt zur Tonuserhöhung.



□ Abb. 4.2. Erster sensomotorischer Regelkreis. (Aus: Schmidt 2001)

**Exurs Neuropathologie.** Der Leitungsbogen des 1. SMRK findet im Rückenmark auf Segmentebene statt. Die Funktion des Muskeldehnreflexes (oder auch Antischwerkraftreflex) wird durch einen kurzen Schlag auf die Sehne des vorgedehnten Muskels überprüft. Die Vordehnung eines Muskels (z.B. beim M. quadriceps femoris durch das Flektieren des Kniegelenks) bewirkt eine Anspannung der dazugehörigen Muskelspindeln. Ein Schlag auf die Sehne stimuliert zusätzlich die schon vorgespannten Muskelspindeln, wodurch bei einem intakten Reflexbogen die Reizantwort durch einen kurzen Impuls am homonymen Muskel (Effektor) erfolgt. Anhand einer veränderten Reflexantwort ist somit die Lokalisation einer Rückenmarksläsion möglich. Der Reflexbogen wurde früher fälschlicherweise als Patella-Sehnen-Reflex bezeichnet, da die Kontraktion des Muskels nicht durch die Sehnenspindeln, sondern durch die Muskelspindeln ausgelöst wird. Isoliert gesehen, tritt der Reflex innerhalb physiologischer Bewegungsabläufe nicht in Erscheinung, er dient rein der Diagnostik. Eine **zerebrale Schädigung** führt meist durch den Verlust der bahnenden bzw. hemmenden kortikalen Kontrolle zu einer Verstärkung der Reflexaktivität, die bis zu einer permanenten Spastik führen kann. **Dabei ist der Reflexbogen nicht geschädigt, sondern zeigt vielmehr eine erhöhte Reflexaktivität (assoziierte Reaktionen) gegen die Schwerkraft.**

#### 4.1.2 Rezeptoren des 1. SMRK

Zu den Rezeptoren des 1. SMRK gehören:

- Muskelspindeln,
- Sehnenspindeln (Golgi – Sehnenorgan),
- Mechanorezeptoren (► Abschn. 4.2 »2. SMRK«).

#### Muskelspindeln

Die **Muskelspindeln** bilden die **wichtigsten Rezeptoren innerhalb des Muskels**. Die Anzahl der Muskelspindeln pro Muskel kann zwischen 40 und 500 Spindeln variieren. Die **meisten Spindeln** finden sich in der **Nacken- und Handmuskulatur** sowie in den Muskeln der **Augenmotorik**. Teilweise werden Muskelspindeln auch als **Dehnungsrezeptoren** bezeichnet (► Abb. 4.3).

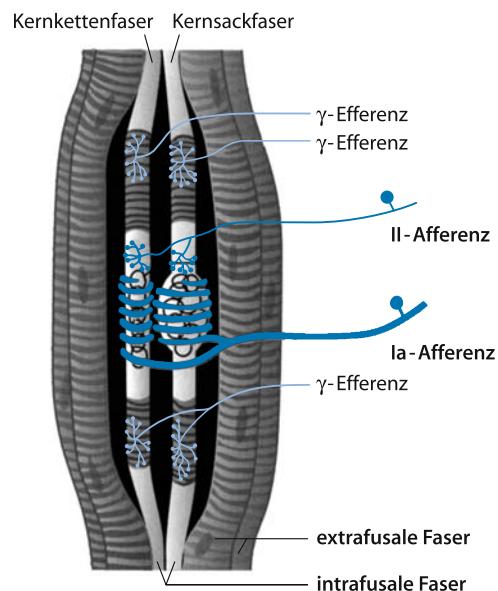
Die Spindeln sind mit afferenten Nervenendigungen, den **Ia-Fasern**, ringförmig umwickelt. Diese Wicklungen reagieren sowohl auf Dehnung (**räumlich**) als auch auf die Dehngeschwindigkeit (**zeitlich**). Neben der Ia-Faser (Gruppe I), der primären Muskelspindelafferenz gibt es die sekundäre Muskelspindelafferenz (Gruppe II). Die primären Afferenzen (Gruppe I) haben vorwiegend **dynamische Eigenschaften**, d.h., sie reagieren auf Bewegung – **es bewegt sich etwas**. Die sekundären Afferenzen (Gruppe II) besitzen eher **statische Messeigenschaften**. Sie geben **Auskunft über die momentane Länge des Muskels**. Die Dehnung einer Spindel führt zu einer erhöhten **afferenen Erregung**. Über die dicken, markhaltigen Ia-Fasern wird die Erregung

mit hoher Geschwindigkeit (70–120 m/s) ins Rückenmark geleitet, von wo aus der Impuls über eine **direkte synaptische Verbindung** (monosynaptisch) zum Motoneuron der Vorderhornzelle weitergegeben wird. Das  $\alpha$ -Motoneuron bewirkt über die Innervation der **motorischen Endplatten** die Kontraktion des homonymen Muskels (► Abb. 4.2). Neben der monosynaptischen Verschaltung auf den homonymen Muskel, projizieren die Ia-Fasern über kollaterale Synapsen auf die Motoneurone der synergistischen Muskeln (heteronyme Verschaltung). Diese Verschaltungen führen zu einem längenstabilisierenden Reflex (**Muskeldehnreflex oder Antischwerkraftreflex**).

#### Therapierelevanz

Der Verlust der kortikalen Kontrolle, wie beispielsweise durch eine Läsion der Pyramidenbahn (Apoplex), führt zu einer gesteigerten Reflexaktivität der subkortikalen Systeme. Dies kann sich u.a. durch eine pathologische Tonuserhöhung (Spastik) der vor allem bei den gegen die **Schwerkraft wirkenden Muskelgruppen** zeigen. Im Bein bedeutet dies meist eine Streckspastik und im Arm die Beugespastik. Die Spastik ist definiert als erhöhter Widerstand gegen passive Bewegung. Es kommt zu assoziierten Reaktionen, die bis zur permanenten Spastik führen können (s. motorische Systeme). Sowohl die **Dehnung** als auch die **Dehngeschwindigkeit** kann zu einer Erhöhung der Spastizität führen. Daher sollten die Extremitäten nie in ihrer endgradigen Endstellung (Extremdehnung) gelagert werden, und die Dehnung einer Spastik muss sehr langsam erfolgen.

Die primäre Pathologie liegt nicht in der Spastizität, sondern vielmehr im **Verlust der kortikalen Bahnung, durch die wiederum**



► Abb. 4.3. Muskelspindeln. (Aus: Schmidt 1998)

## 4.1 • Erster sensomotorischer Regelkreis (propriozeptiv)

die Hemmung der subkortikalen Systeme (z.T. Reflexaktivität) innerhalb normaler Bewegungsabläufe erfolgt.

### Beachte

Die Hemmung der spinalen Reflexaktivität erfolgt durch die korticale Bahnung physiologischer Bewegungsabläufe.

### Beispiel

**Selbsterfahrung.** Wir stellen uns aufrecht in den Raum. Würden wir nun alle Muskeln, die momentan aktiv sind, lockern, würden sich die Arme nach unten bewegen, und die Beine würden zusammensinken. In den Armen würden die Flexoren und in den Beinen die Extensoren gedehnt, d.h. alle Muskeln, die **gegen die Schwerkraft** arbeiten, dehnen sich. Die Muskeldehnung (extrafusale Fasern) führt ebenso zur Dehnung der intrafusalen Fasern mit den Muskelspindeln. Der oben beschriebene Regelkreis beginnt. Isoliert gesehen führt dieser Regelkreis zum starren Tonusaufbau gegen die Schwerkraft und ist damit bewegungsfeindlich. Daher wird dieser Prozess im normalen Bewegungsablauf durch die Bahnung höher liegender Zentren gehemmt (ist integriert). Ein einfaches Beispiel wäre der gekreuzte Streckreflex (► Abschn. 4.2 »2. SMRK«).

### Therapierelevanz

Da sich **normale Bewegung stets unter dem Einfluss der Schwerkraft** vollzieht, sollten Übungsgeräte, die die Schwerkraft ausschließen, oder Positionen, die sie verringern (z.B. Liegen etc.), bei kortikal geschädigten Patienten (Apoplex) zur Bahnung alltäglicher Funktionen wie Stehen, Gehen oder Greiffunktionen im Sitzen, auf ihre Wirksamkeit reflektiert werden.

### Beachte

Ähnlich dem  $\alpha$ -Motoneuron, welches über die motorischen Endplatten eine Kontraktion der Muskulatur herbeiführt, besitzen auch die Muskelspindeln (► Abb. 4.3) ein innervierendes Neuron, das  $\gamma$ -Motoneuron.

Das  $\gamma$ -Motoneuron (► Abb. 4.4) leitet über die Kontraktion der intrafusalen Muskelfasern eine Dehnung der Muskelspindel ein. Diese Dehnung der Muskelspindel aktiviert, ähnlich wie bei der Muskeldehnung durch die Schwerkraft, das  $\alpha$ -Motoneuron, was wiederum zur Kontraktion des Muskels führt (**indirekte Erregung**).

Bei der **indirekten Erregung über das  $\gamma$ -Motoneuron** bleibt die Entladungsfrequenz der Muskelspindel ebenso wie bei der Muskeldehnung gegen die Schwerkraft erhalten, d.h., die Muskelänge folgt auch hier der Spindellänge ( $\gamma$ -Spindelschleife). Somit unterstützt das  $\gamma$ -Motoneuron, ähnlich wie eine Servolenkung beim Auto, die Herbeiführung der Muskelkontraktion.

Die **Erregung der  $\gamma$ -Motoneurone** erfolgt vor allem über die motorischen Zentren des Hirnstamms (Formatio reticularis), des Kleinhirns sowie der Basalganglien und dient

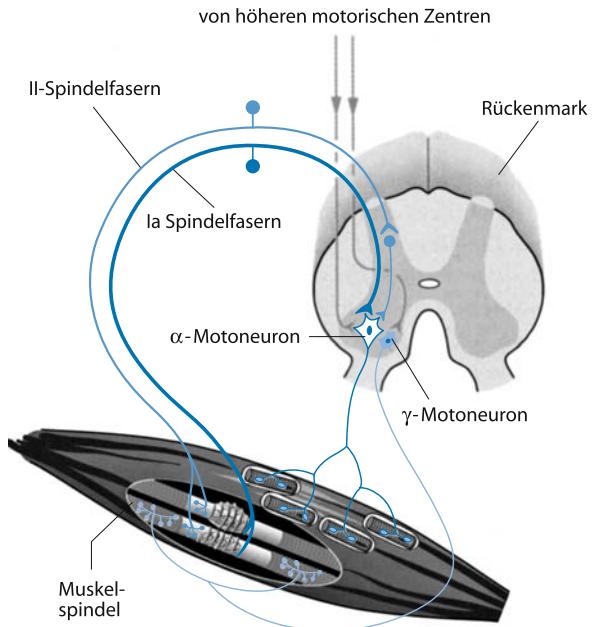


Abb. 4.4.  $\gamma$ -Motoneurone. (Aus: Schmidt u. Thews 1997)

u.a. der Regulation des unspezifischen **allgemeinen Grundtonus** (Sensibilisieren, Vorspannen der Muskelspindeln).

Die Kontraktion der Skelettmuskulatur kann nur über **zwei Erregungswägen** erfolgen:

- über die direkte Erregung des  $\alpha$ -Motoneurons,
- über die indirekte Erregung mittels des  $\gamma$ -Motoneurons, welches die Muskelspindel dehnt; wodurch das  $\alpha$ -Motoneuron erregt wird und zur Kontraktion des Muskels führt.

### Praxis

#### Klonus

Kommt es zu einer **Unterbrechung der  $\gamma$ -Aktivierung** z.B. durch eine Rückenmarksläsion, führt ein Dehnreiz der Muskelspindel zur Entladung des  $\alpha$ -Motoneurons. Diese kontrahiert den homonymen Muskel, was wiederum die Muskelspindel entdehnt und somit in gleicher Weise die Kontraktionserregung reduziert. Die unentwegte Aneinanderreihe zwischen Dehnung und Entdehnung bzw. zwischen Anspannen und Entspannen führt zu rhythmischen Zuckungen des Muskels und wird als **Klonus** bezeichnet. Dabei unterscheidet man zwischen dem **erschöpflichen Klonus**, der sich nach dem Beginn reduziert und ausläuft und dem **unerschöpflichen Klonus**, der fortwährend besteht. Ein Klonus zeigt sich vor allem in der unteren Extremität und ist stets ein **Hinweis auf eine pathologisch erhöhte Extensorenaktivität**.

## Klonusprüfung

Der Patient sitzt ohne Bodenkontakt auf der Therapiebank, und die Beine hängen locker herunter. Der Therapeut stabilisiert mit einer Hand das Knie, damit es nicht nach oben ausweichen kann. Mit der anderen Hand führt er am Vorderfuß eine ruckartige Dorsalextension im Sprunggelenk aus. Hierdurch erfolgt eine rasche Dehnung der Achillessehne, was bei einer pathologischen Tonuserhöhung der Extensoren zum Einschießen des Klonus führt.

Das Einschießen des Klonus vermittelt dem Patienten ein Gefühl der Unsicherheit, wodurch er sich nicht auf sein betroffenes Bein stellen will. Durch eine Positionsveränderung des Oberschenkels, des Unterschenkels und des Fußes, sodass Fersenkontakt entsteht (physiologischer Referenzpunkt), kann er dem Klonus entgegenwirken. Zudem kann Druck auf das Knie (Unterschenkel oder auch Ferse) den Klonus lösen, und das Bein erhält die nötige Stützaktivität, um den Körper aufzurichten.

## Sehnenspindeln

Die Sehnenspindeln liegen am Muskel-Sehnen-Übergang. Der Sehnenrezeptor ist ähnlich wie die Muskelspindel eingekapselt und beinhaltet Faserbündel von 3 bis zu 25 Muskelfasern. Die von der Sehnenspindel abgehenden Afferenzen sind die dicken markhaltigen **Ib-Fasern** (70–120 m/s). Kommt es neben der Längenveränderung (Muskelspindel) zu einer **Spannungszunahme** des Muskels, reagiert die Sehnenspindel.

Die Spannung (passiv oder aktiv) der Sehnenspindel führt zu einer Erregung, die über die **Ib-Faser** im Rückenmark die **Aktivität der homonymen  $\alpha$ -Motoneurone hemmt** und dadurch den Tonus der agonistisch wirkenden Muskulatur reduziert. Zugleich wird über erregende Interneurone, der Tonus an der antagonistischen (entgegenwirkenden) Muskulatur erhöht. Die Sehnenspindel wird durch aktive Kontraktion und passive Dehnung aktiviert. Diese Regelung dient u.a. als muskulärer **Schutzmechanismus**, der einer **Überbeanspruchung der Muskulatur entgegenwirkt**.

■ Abbildung 4.5 zeigt schematisch die Wirkungsweise der Sehnenspindel.

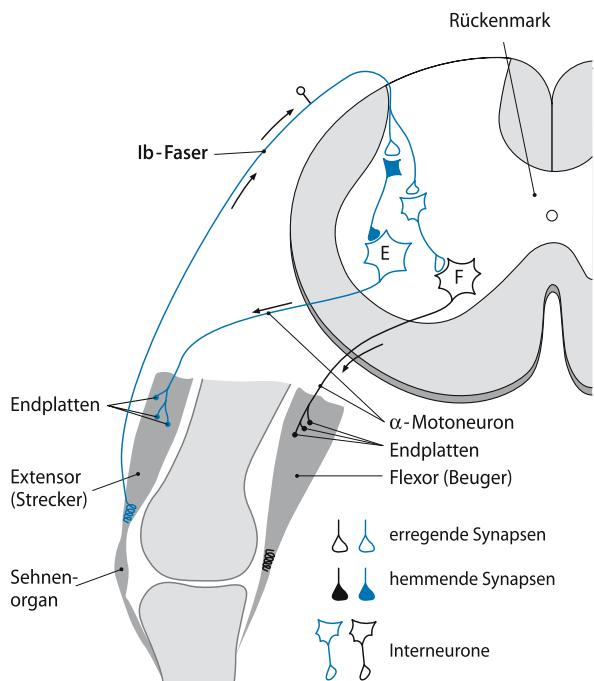
## Beispiel

**Selbsterfahrung.** Wir fassen mit der linken Hand um die ulnare Seite des rechten Handgelenkes. Nun drücken wir gegen einen ungefähr gleich bleibenden Widerstand unserer linken Hand den rechten Arm in die Extension. Kurz vor der endgradigen Extensionsstellung verringert sich die Streckkraft des rechten Armes. Im Zuge der Ellenbogenextension wird die Sehne des M. biceps gedehnt. Nahe der Extensionsendstellung beginnt die Erregung der Sehnenspindel, die dadurch hemmend auf den Tonus des M. triceps wirkt. In gleicher Weise verringert sich der Tonus des M. biceps brachii bei der endgradigen Flexionsbewegung durch die Sehnenspindel des M. triceps. Die hemmende Wirkung entsteht

auch bei zu großer Muskelanspannung, ohne dabei die endgradige Gelenkstellung einzunehmen. Dieser Schutzmechanismus dient als Überlastungsschutz beim Heben von schweren Gewichten. Im Gegenzug dazu ist die Kraft in Kontraktionsrichtung, d.h. von der endgradigen Position heraus, am größten. Die Flexoren kontrahieren am effektivsten aus der endgradigen Extension wie umgekehrt die Extensoren aus der endgradigen Flexion. Sportler, wie beispielsweise Speerwerfer führen ihren Wurfarm weit nach hinten, um so das größte Muskelpotenzial zu mobilisieren (der Stretch bestimmt die Bewegung).

Die Sehnenspindel reagiert auf die Spannungszunahme im Muskel (Spannungskontrollsysteem). Die hemmende Wirkung dient als Schutzmechanismus, der den Muskel vor Überbelastung schützt. Das Spannungskontrollsysteem wirkt im Gegensatz zum Dehnungskontrollsysteem (Muskelspindeln) immer auf mehrere Muskelgruppen einer Extremität (z.B. auf alle Ellenbogenflexoren) und ist daher stets **polysynaptisch**.

Neben den Muskel- und Sehnenspindeln liefern auch tiefer liegende Mechanorezeptoren Informationen (wie z.B. das Vibrationsempfinden) für die propriozeptive Wahrnehmung. Diese werden im Zusammenhang mit dem Folgenden 2. SMRK näher besprochen.



■ Abb. 4.5. Sehnenspindeln (Golgi-Sehnenorgan, Tendorezeptoren, Golgi-Tendon-Organ=GTO). (Aus: Schmidt 2001)

### 4.1.3 Zusammenfassung: Tiefensensibilität (Propriozeption)

- Die Rezeptoren des 1. SMRK bilden die Basis der **propriozeptiven Wahrnehmung**. Über kollaterale Synapsen werden die propriozeptiven Reize zu den Hinterstrangbahnen (► Kap. 2 »Sensorische Systeme, Hinterstrangbahn-System«) geleitet und führen von dort zum primär sensorischen Rindenfeld (im Gyrus postcentralis, primär somatosensorischer Kortex). Man bezeichnet diese auch als **spinalen Verbindungsapparat**.
- Die **Tiefensensibilität** (Propriozeption) gibt uns Auskunft über die **Stellung der Extremitäten** zueinander und im Raum (**Stellungssinn**). Sie dient der Empfindung über **passive- und aktive Bewegung** sowie zur Messung des Widerstandes, gegen den eine Bewegung ausgeführt wird (**Bewegungssinn oder Kinästhesie**). Die **Muskelanspannung**, die nötig ist, um den Körper oder die Extremität im Raum zu bewegen oder um einen Gegenstand zu ergreifen und zu halten, erfolgt über den **Kraftsinn**. Durch die propriozeptiven Informationen wird das ZNS zu jeder Zeit über die Position und Aktivität seiner Körperteile informiert. Dadurch erhält der Mensch das **automatisierte Bewegungspotenzial**, einen Gegenstand zu greifen, ohne sich dabei über den Weg zum Gegenstand, die Bewegung oder die nötige Muskelanspannung bewusst Gedanken zu machen (Ausnahme: Der Gegenstand befindet sich außerhalb des Bewegungsspielraums).

#### Praxis

##### Passive Mobilisation

Über die passive Mobilisation der Gelenke, von proximal beginnend, ist eine Reduktion der hypertonen Muskulatur möglich. Zudem dient die Mobilisation der Kontrakturprophylaxe. Häufig wird dabei die Anwendung von Zug (Traktion) und Druck (Kompression) beschrieben. Da jedoch in den zu mobilisierenden Gelenken in der Regel eine muskuläre Dyskoordination besteht, sollte die Anwendung von Zug (auch bei Hypertonus) vermieden werden (um eine mögliche Traumatisierung zu verhindern). Beispielsweise haben röntgenologische Untersuchungen an hypertonen Schultergelenken belegt, dass auch hierbei keine Übereinstimmung der Gelenkpartner besteht. Die Luxation ist dabei häufig äußerlich nicht sicht- und tastbar, wie beispielsweise bei der Subluxation. Bedingt durch die unphysiologische Muskelverspannung besteht jedoch eine deutliche Inkongruenz zwischen dem Humeruskopf und der Gelenkfläche der Skapula. Durch das Ausüben von dosiertem Druck (Kompression) gleitet der Gelenkkopf in die Gelenkpfanne. Es werden vor allem die gelenknahen Mechanorezeptoren (s. 2. SMRK, Mechanorezeptoren) stimuliert, die durch den sensorischen Input zur Tonusregulierung beitra-

gen können. Die passive Mobilisation ist eine auf die Funktionsanbahnung vorbereitende Maßnahme, die Ausführung einer funktionellen Bewegung selbst wird nicht verbessert. Sie muss sehr langsam und dosiert ausgeführt werden, da zu schnelle ruckartige Bewegungen die Muskelpindel aktivieren und somit eine Tonuserhöhung bewirken (s. unten).

#### Dehnung von Sehnenspindel und Muskelpindeln

Wird eine passive Bewegung gegen den erhöhten Widerstand (aus dem Muster heraus) ausgeführt, nimmt der Widerstand zunächst zu und lässt dann plötzlich wieder nach (**Taschenmesserphänomen**). Dieses Phänomen erfolgt durch die Spannungserhöhung an den Sehnenspindeln der hypertonen Muskelgruppen (Hemmung des homonymen  $\alpha$ -Motoneurons durch die **Ib-Fasern**), wodurch eine Tonusreduzierung möglich wird.

Die Muskelpindeln messen die Muskelverlängerung und die Geschwindigkeit der Verlängerung. Durch den Verlust der kortikalen Kontrolle (Hemmung) besteht eine erhöhte Reaktionsbereitschaft der Spindeln. Eine Dehnung der Muskelpindeln kann zur Reduktion dieser erhöhten Reaktionsbereitschaft beitragen und somit die pathologische Tonuserhöhung reduzieren. **Die Dehnung muss dabei so langsam und vorsichtig erfolgen**, dass die Muskelpindeln während der Muskelverlängerung nicht aktiviert werden, wie dies beispielsweise bei einer schnellen ruckartigen Bewegung aus dem spastischen Muster heraus der Fall wäre. Dagegen kann eine kurze kraftvolle Bewegung in die Kontraktionsrichtung der hypertonen Muskeln (ins spastische Muster) durch die Spannungserhöhung in den Muskel- und **Sehnenspindeln** der Gegenspieler (endgradigen Gelenkstellung) eine Hemmung der hypertonen Muskeln (antagonistische Hemmung) bewirken und die anschließende langsame Dehnung der hypertonen Muskeln erleichtern.

#### Beispiel

Bei einem spastischen Arm ist das Ellenbogengelenk durch den hypertonen M. biceps stark flektiert, der M. triceps ist dabei nahezu endgradig gelehnt (meist hypoton). Wird nun mit einem (evtl. mehrmals) kurzen etwas festeren Intervall der Unterarm ins spastische Muster gedrückt, erfolgt die Reizung der Sehnen- und Muskelpindeln des Streckers (M. triceps). Diese wiederum kann hemmend auf das  $\alpha$ -Motoneuron des Beugers wirken. Durch diese Maßnahme kann u.U. der Tonus bei starken Spastiken reduziert und infolgedessen die Dehnung erleichtert werden.

#### Lagerung

Wird eine Extremität in einer spasmushemmenden Position endgradig gelagert, so ist der spastische Muskel ebenfalls endgradig gelehnt. Die Muskelpindel steht permanent unter Spannung, wodurch beiendlagerung ebenfalls eine starke Tonuserhöhung einhergehen kann. Die Extremität sollte zwar aus dem spastischen Muster heraus gelagert wer-

den, jedoch nur nahe an der endgradigen Gelenkstellung, um dadurch eine permanente Stimulation der Muskelspindel des hypertonen Muskels zu vermeiden.

### Kriterien der Funktionsanbahnung, pathologische Tonuserhöhung (Spastik)

Der Beginn einer physiologischen Bewegungsanbahnung sollte in einer vom spastischen Muster möglichst weit entfernten Position, d.h. in einer sog. spastikhemmenden Stellung, stattfinden. Die Sehnen- und Muskelspindeln sind gedehnt, wodurch sich der Einfluss der pathologischen Tonuserhöhung verringert. In dieser Stellung ist es dem Patienten eher möglich, eine physiologische Extremitätenbewegung auszuführen [dies entspräche bei einem Extensionsmuster im Bein einer Hüft- und Kniestreckung bzw. bei einem Beugemuster im Arm einer Außenrotation, Flexion (Elevation) und Abduktion im Schultergelenk bei extendiertem Ellenbogengelenk]. Es ist darauf zu achten, dass der Patient nicht in das entgegengesetzte Muster zieht, wie beispielsweise vom Extensionsmuster ins Flexionsmuster (mit Hüftflexion, Außenrotation und Abduktion) im Bein (beides wäre keine physiologische Bewegung).

### Reduzierte oder fehlende Tonusaktivität

Durch die **passive (therapeutische) Vorspannung des hypotonen Muskelbauchs bzw. der Muskelspindeln** wird die Kontraktionsfähigkeit erleichtert. Spannt der Therapeut mit seinen Händen den Muskelbauch während des Bewegungsablaufs vor, z.B. beim Aufstehen den Hüftstrekker M. gluteus maximus oder die hypotonen Bauchmuskeln bei einer Flexion der WS (► Kap. 11 »Fallbeispiele, Rumpfmobilisation«), so kann die physiologische Bewegungsausführung (Kontraktion des hypotonen Muskels) unterstützt, erleichtert und angebahnt werden. In ähnlicher Weise kann ein leichtes Beklopfen der hypotonen Muskelbäuche (**Tapping**) die Muskelspindeln stimulieren, wodurch ebenfalls eine Verbesserung der Kontraktionsbereitschaft entstehen kann.

Im Oberarm kann ein Griff in die Muskelbäuche der Beuger (M. biceps) die Spindeln der Strecker (M. triceps) vorspannen und die Ellbogenextension erleichtern bzw. der Griff in die Strecker die Spindeln der Beuger vorspannen und die physiologische Ellbogenflexion unterstützen.

**Die der Kontraktionsrichtung entgegengesetzte Position** führt zu einer Vorspannung der Spindeln – **Stretch**. Die Vorspannung kann die Einleitung der Kontraktion erleichtern. Der Patient versucht in Rückenlage die extendierten Beine anzuwinkeln (Achtung, kompensatorische Bewegungen in die Außenrotation/Abduktion (Beugemuster) oder durch die Adduktoren). Zusätzlich kann durch die Art der Positionierung der Einfluss der Schwerkraft unterstützend eingesetzt werden. Der Patient liegt in Rückenlage auf der Therapietisch. Im Schultergelenk besteht eine Außenrotation, Abduktion (90°), das Ellenbogengelenk ist angewinkelt

und Unterarm/Hand stehen nach oben. Der Patient wird aufgefordert, seinen Arm (Ellenbogengelenk) zu strecken (Griff in die Beuger, s. oben). Zudem erleichtert der Einfluss der Schwerkraft auf die Hand die Extension im Ellenbogengelenk.

Zusätzlich zu den genannten Beispielen, kann die Auswahl der Unterstützungsfläche (große USF: geringere Tonusanforderung/tonusreduzierend bzw. kleine USF: größere Tonusanforderung/tonussteigernd) unterstützend eingesetzt werden (► Kap. 5 »Normale Bewegung«).

## 4.2 Zweiter sensomotorischer Regelkreis (taktile)

Um eine Bewegung auszuführen, müssen höher liegende spinale- und supraspinale Systeme kontrollierend bzw. hemmend auf den 1. SMRK einwirken. Schon bei einfachen Schutzbewegungen wie beim Zurückziehen des Armes oder des Beines auf einen Schmerzreiz (gekreuzter Streckreflex) wirkt der 2. SMRK hemmend auf den 1. SMRK ein (dessen primäre Aufgabe im Tonusaufbau gegen die Schwerkraft liegt). Um das Zurückziehen des Beines auf einen Schmerzreiz zu ermöglichen, sind vor allem zwei Systeme notwendig:

- **Tiefensensibilität**, d.h. die Kenntnis über Lage (Stellungssinn), Tonus (Kraftsinn) und Aktivität (Bewegungssinn) des Körpers und der Extremitäten (propriozeptiv), und darauf aufbauend
- **Oberflächensensibilität**, d.h. die Information über die Einwirkungen der Umwelt (Schmerzreiz) auf die Körperoberfläche.

### 4.2.1 Funktionsweise

Der 2. SMRK wirkt, aufbauend auf den 1. SMRK, über mehrere Rückenmarkssegmente. Man bezeichnet dies als »**Eigenapparat des Rückenmarks**«. Die vorherrschende Motorik bilden dabei einfache Reflexaktivitäten wie (beim Bewegungsablauf des Gehens):

- **positive Stützreaktion** (Druck auf den Vorderfuß) oder
- **gekreuzter Streckreflex** (Schutzreflex), der durch einen äußeren taktilen Reiz ausgelöst wird.

Da der Rezeptor (Haut) und Effektor (Muskel, der die Bewegung ausführt) in unterschiedlichen Organen lokalisiert sind, spricht man auch von **Fremd- oder polysynaptischen Reflexen**. Typische Bewegungsmuster auf dieser Ebene sind:

- Abwehr- und Schutzbewegungen (z.B. positive Stützreaktionen, gekreuzter Streckreflex) und
- elementare rhythmische Bewegungsmuster, die in kortikale Bewegungsprogramme integriert sind.

## 4.2 • Zweiter sensomotorischer Regelkreis (taktile)

Man spricht auch von **Lokomotorik** (► Kap. 3 »Motorische Systeme, Rückenmark«).

### 4.2.2 Rezeptoren des 2. SMRK

Um auf äußere Reize adäquat zu reagieren, dienen dem 2. SMRK neben den propriozeptiven Rezeptoren (Muskel- und Sehnenspindeln) die Rezeptoren der Oberflächensensibilität.

Entsprechend der Reizqualität, unterteilt man die **Rezeptoren der Oberflächensensibilität** in:

- Mechanorezeptoren für den Tastsinn (Druck, Textur, Oberfläche, d.h. epikritisch),
- Thermorezeptoren für den Temperatursinn (Temperatur, d.h. protopathisch),
- Nozizeptoren für den Schmerzsinn (Schmerz, d.h. protopathisch).

[Die Thermorezeptoren reagieren bis zu einer Hauterwärmung von ca. 43°C. Steigt die Hauttemperatur weiter, geht der Wärmereiz in einen schmerhaften Hitzereiz über, wodurch die Schmerzrezeptoren (Synonym: Nozizeptoren) aktiviert werden.]

Bereits vor hundert Jahren erkannte der Physiologe Max von Frey, dass die Oberfläche der Haut (je nach Körperteil) unterschiedlich differenzierte Empfindungsqualitäten besitzt. Frey bezeichnete die Stellen der Haut, die auf die Einwirkung der Tasthaare reagierten, als **Tastpunkte**. Die Dichte der Tastpunkte bzw. die Dichte der Rezeptoren ist dabei entscheidend für die Genauigkeit der Tastempfin-

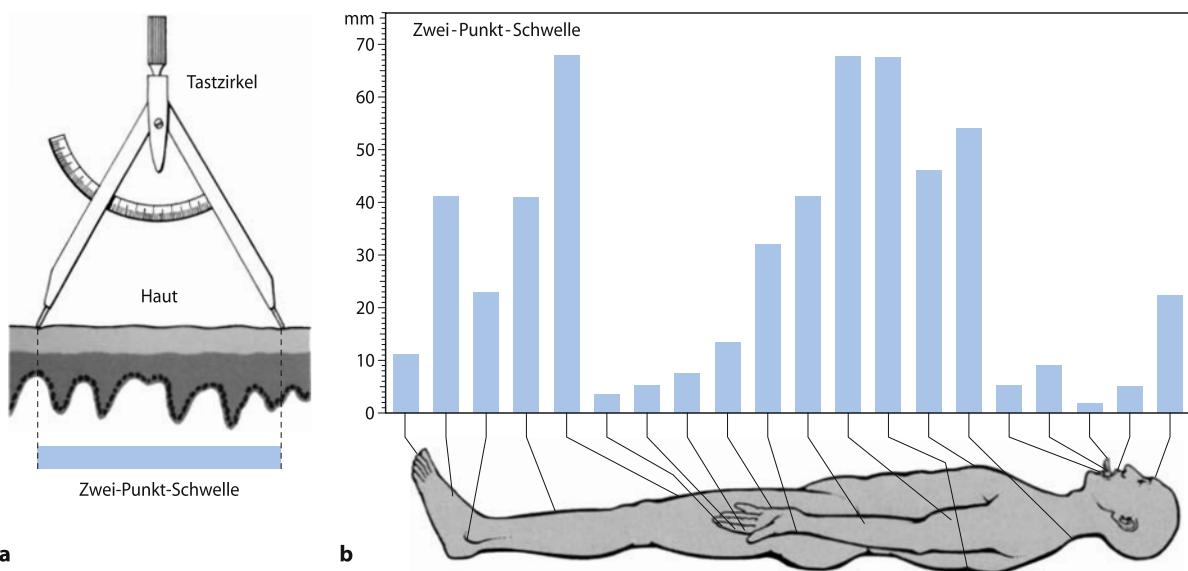
dung. Beispielsweise besitzt die Handregion im Gegensatz zum Rumpf eine weitaus höhere Rezeptorendichte – bereits Tastreize mit der Einwirkungsstärke von 0,5 g werden wahrgenommen.

Durch die **Zweipunkt-Diskriminierung** (► Abb. 4.6) lässt sich die Differenziertheit der Empfindung überprüfen. Dabei werden die Spitzen eines Tastzirkels mehrmals in unterschiedlichem Abstand auf der Haut platziert. Die Empfindungsgenauigkeit resultiert aus dem Abstand, bei dem die Versuchsperson gerade noch zwei Spitzen lokalisiert. Eine besonders hohe Sensibilität besteht vor allem in den Mund- und Handregionen (Innenhandfläche, Fingerkuppen).

### Grundtypen der Mechanorezeptoren

Die mechanischen Empfindungen der Haut sind vor allem Druck, Berührung und Vibration (Brüggencate in Birbaumer et al. 1996). Bei Versuchen an der behaarten und unbehaarten Haut von Katzen und Menschen (Fingerbeeren, Handinnenfläche) wurden **vier Grundtypen von Mechanorezeptoren** lokalisiert (► Abb. 4.7). Um variabel für die Erfassung neuer Reizsituationen zu bleiben, erfolgt bei allen Rezeptoren nach einer kurzen Zeit eine Gewöhnung (**Adaption**) an gleich bleibende Reize. Die Mechanorezeptoren werden daher nach ihrem Adoptionsverhalten unterteilt. Je nach Literatur findet man auch die histologischen Bezeichnungen nach ihren Entdeckern bzw. Erstbeschreibern:

- SA (»slowly adapting«): SA-I-Rezeptoren oder **Merkel-Scheibe** und SA-II-Rezeptoren oder **Ruffini-Körperchen**,



► Abb. 4.6. Zwei-Punktdiskrimination der Hautoberfläche. (Aus Birbaumer u. Schmidt 2003)

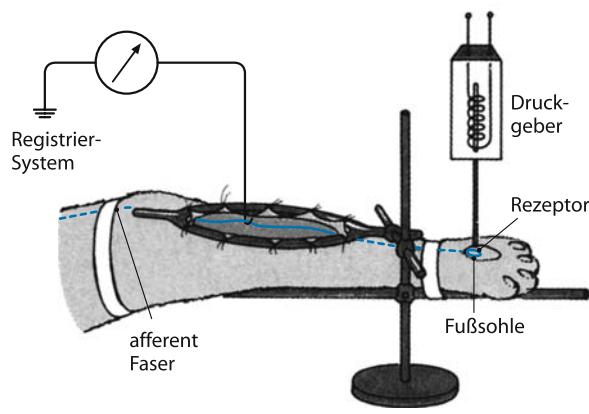


Abb. 4.7. Grundtypen der Mechanorezeptoren. (Aus: Birbaumer u. Schmidt 2003)

- RA (»rapidly adapting«): RA-Rezeptoren oder **Meissner-Körperchen**,
- PC (»Pacinii Corpuscle«): PC-Rezeptoren oder **Pacini-Körperchen**.

In der behaarten Haut fehlen die Meissner-Körperchen, stattdessen findet man dort sensorisch innervierte Haarwurzeln (Haarfollikelsensoren).

### SA-I-Rezeptoren (Merkel-Scheibe oder Merkel-Tastscheibe)

Die SA-I-Rezeptoren sind langsam adaptierende (slowly adapting) **Druckrezeptoren**, die vor allem auf senkrecht einwirkenden Druck reagieren, wie z.B. das Körpergewicht auf der Fußsohle. Durch die langsame Adaption vermitteln sie **Informationen über die Dauer und die Intensität der Reizeinwirkung**. Dadurch reagieren die SA-Rezeptoren im Gegensatz zu den anderen Mechanorezeptoren auch auf die gleich bleibende und konstante Einwirkung von Reizen.

### SA-II-Rezeptoren (Ruffini-Körperchen)

Die zweite Gruppe der langsam adaptierenden Druckrezeptoren reagiert vor allem auf **Dehnreize**. Sie registrieren damit die Richtung und Stärke von Schwerkräften, d.h. auf Zug, wie er z.B. beim Hantieren mit Werkzeugen durch die Dehnung der Hautoberfläche entsteht.

#### Beachte

Die SA-Rezeptoren (Merkel-Scheiben und Ruffini-Körperchen) sind Druckrezeptoren, die auf Druck oder Zug reagieren.

### RA-Rezeptoren (Meißner-Körperchen)

Die Adaption der RA-Rezeptoren der unbehaarten Haut bzw. der Haarfollikel der behaarten Haut liegt unter einer

Sekunde. Sie reagieren vor allem auf **Bewegungsreize**. Fährt man z.B. mit dem Daumen über die Handinnenfläche oder über die behaarte Haut des Unterarms, wird hauptsächlich die Bewegung registriert oder genauer die Bewegungsgeschwindigkeit.

#### Beachte

Die RA-Rezeptoren registrieren vor allem die Geschwindigkeit einer Hautberührung und werden daher auch als **Berührungsrezeptoren** bezeichnet.

### PC-Rezeptoren (Pacini-Körperchen)

PC-Rezeptoren sind sehr schnell adaptierende Rezeptoren, ihre Reaktion erfolgt nur bei Beginn und Beendigung von Reizen. Da eine Vibration eine hohe Abfolge an beginnenden und endenden Reizen beinhaltet, bilden **Vibrationsreize** den adäquaten Reiz für die PC-Rezeptoren. Neben der Unterhaut sind die PC-Rezeptoren auch in der Knochenhaut, in Gelenkkapseln, in den Sehnen und in den Muskelfaszien in wechselnder Anzahl vorhanden.

#### Beachte

PC-Rezeptoren sind sehr schnell adaptierende Rezeptoren, die vor allem auf **Vibrationsreize** reagieren (**Vibrationsrezeptoren**).

Entsprechend ihrer Reizaufnahme geben die Mechanorezeptoren (s. PC-Rezeptoren) Auskunft über die Körperstellung und die Stärke der auf den Körper einwirkenden Kräfte. Sie sind daher (zu einem geringeren Umfang als die Muskel- und Sehnenspindeln) auch an der propriozeptiven Wahrnehmungsverarbeitung (Tiefensensibilität) beteiligt.

### 4.2.3 Tastsinn

Durch die vier Grundtypen der Mechanorezeptoren werden die unterschiedlichen Aspekte einer mechanischen Hauteinwirkung zusammengetragen und über afferente Bahnen zur Auswertung an das ZNS projiziert. Der permanente schnelle Abgleich aller eintreffenden Hautreize bildet die Grundlage für die Empfindung des differenzierten **Tastsinns**. Die Innervationsdichte der Rezeptoren korreliert dabei mit der Genauigkeit und dem Umfang der Empfindung (Abb. 4.6 Zweipunktdiskrimination). Vor allem in den Hautregionen der Innenhand und den Fingerbeeren besteht eine hohe Innervationsdichte bzw. hohe Tastsensitivität. Das Tastempfinden setzt sich aus **dynamischen** (Berührung, Vibration) und **statischen** (Druck) Empfindungen zusammen. Um die taktile Erkennung eines Gegenstandes zu ermöglichen, reicht das reine Auflegen auf die Haut nicht aus. Der Gegenstand muss in der Hand bzw. Fingern bewegt (hantiert) werden.

## 4.2 • Zweiter sensomotorischer Regelkreis (taktile)

### Beispiel

**Selbsterfahrung.** Wenn wir unsere Hand leicht auf den dorsalen Unterarm des anderen Armes legen und die Hand nicht mehr bewegen, spüren wir nach kurzer Zeit die Hand nicht mehr (**Adaption der Rezeptoren**). Erst wenn sich die Hand wieder auf dem Arm bewegt können die Sinnesrezeptoren wieder reagieren, und wir spüren wieder unsere Hand bzw. den Unterarm.

### Praxis: Befundung der Mechanorezeptoren

Man untersucht mit leichten Berührungsreizen die epikritische (taktile) Sensibilität (**SA-Rezeptoren**). Auf die Stimulation mit einem Wattebausch oder durch einen leichten Druck mit dem Finger soll der Patient den Reiz (leichter Druckkreis) erkennen und die Reizstelle lokalisieren (ohne Visuskontrolle). Zur Spitz-Stumpf-Diskrimination wählt man eine etwas gröbere Stecknadel (erhöhter Druck und Dehnreiz, keinen Schmerz auslösen). Hierbei soll der Patient bei unregelmäßigen Reizintervallen zwischen dem breiten Nadelkopf und der Nadelspitze unterscheiden.

Die Sensorik der **RA-Rezeptoren** (Berührungsrei-ze) überprüft man, indem der Tester mit dem Finger oder dem breiten Kopf der Stecknadel, Zahlen auf die Haut (Innenhandfläche, Handrücken, Unterarm etc.) des Patienten schreibt.

Zur Überprüfung der **PC-Rezeptoren** (Vibrationsrei-ze) eignet sich eine Stimmgabel. Die Rezeptoren reagieren vor allem durch das Aufsetzen der Stimmgabel auf die Knochenpunkte wie Ellenbogen, Fingergrundgelenke etc.

**Vorgehensweise.** Bei zerebral geschädigten Patienten kommt es in der Regel distal zu größeren Sensibilitätsaus-fällen als proximal. Der Tester beginnt daher die Befundung an der distalen Extremität. Sind die distalen Empfindungen ohne Befund, erübrigt sich meist die differenzierte proxi-male Abtestung (ökonomische Vorgehensweise).

**Darbietung der Reize.** Schwerer betroffene Patienten kön-nen leichtere Hautreize oft nicht zuordnen. Der Tester sollte dabei die Druckintensität erhöhen und die Berührungsrei-ze intensivieren, wie beispielsweise die Zahlen größer und langsamer schreiben. Zudem sollten die dekubitusgefähr-deten Körperregion (Rückenlage) wie Hinterkopf, Schulter, Ellenbogen, Gesäß und Ferse auf ihre grobe Druckempfind-llichkeit untersucht werden.

**Adaption der Rezeptoren.** Um der Adaption entgegenzu-wirken, sollte der Therapeut in der Stimulation der Berüh-rungsreize variieren. Beispielsweise sollte man beim Aus-streichen einer Extremität maximal 6- bis 7-mal die glei-che Ausstreichtechnik verwenden. Zur weiteren Stimulati-on können unterschiedliche Streichtechniken (quer oder längs) und/oder Streichmedien (Igelball oder Handtuch etc.) eingesetzt werden.

**Kompensation.** Um das mangelnde Tastempfinden auszu-gleichen, führen Patienten häufig die Bewegungen mit ei-nem zu hohen Tonus aus. Die Tätigkeiten wirken dabei starr und verkrampt. Sie erhöhen den Druck auf den Ge-genstand und kompensieren so über die **propriozeptiven Rezeptoren (Sehnen- und Muskelpindeln)** die Defizite der **taktiles Sensibilität**. Diese Tonuserhöhung ist **nicht mit ei-ner Spastik oder Ähnlichem zu vergleichen**. Sie hinterlässt keine bleibende Tonuserhöhung und reduziert sich im Zuge der Sensibilitätsverbesserung.

**Periphere und zentrale Schädigung.** Peripheren Nerven-bahnen schreibt man im Gegensatz zu den zentralen ein ge-wisses Genesungspotenzial zu. Man geht davon aus, dass die Axone an der Läsionsstelle neu aussprossen und mit ei-ner Geschwindigkeit von ca. 1 mm/Tag zu ihrem ursprüngli-chen Innervationsorgan wachsen. Der Therapeut lokalisiert die Läsionsstelle (Schulter/Ober-, Unterarm) und fördert, von dieser ausgehend, z.B. durch das Setzen von Reizstrom (vor und hinter die Läsionsstelle), taktile und/oder thermi-sche Reize etc. das Wachstum der Axone. Bei einer zentra-len Schädigung hingegen sind die Empfindungen zwar in den proximalen Körperregionen (Schulter) noch intakter, jedoch befindet sich in den distalen Körperregionen (v.a. in der Hand) ein weitaus größeres Rezeptorpotenzial. Zudem ist die Hand in die Bewusstseinsprozesse weitaus mehr in-volviert als beispielsweise die Schulter oder der Rumpf. Der Behandler sollte daher bei einer zentralen Schädigung sein Augenmerk in erster Linie den distalen Körperregionen, wie beispielsweise der Hand, widmen. Entsprechendes gilt für die Sensibilisierung der unteren Extremität. Um eine pa-thologisch erhöhte Extensorenaktivität im Sinne einer positi-ven Stützreaktion zu verhindern, sollte die Sensibilität des Fußes auf die Gewichtsübernahme vorbereitet werden (De-sensibilisierung der übersteigerten Reaktion).

**Die Extremität ins Bewusstsein bringen.** Bei mangelnder oder gar fehlender Sensibilität wird die Extremität (Arm, Hand und/oder Bein, Fuß) nur noch bedingt wahrgenom-men. Der Hemiplegiker vernachlässigt seine Hand, wo-durch sie nicht mehr für die Dinge des täglichen Lebens ein-gesetzt wird. Die Hand verschwindet zunehmend aus dem Bewusstsein, und im Gegenzug wird eine Hand, die nicht mehr bewusst ist, auch nicht mehr bewusst eingesetzt. Dieser Vorgang führt zu einer weiteren Verschlechterung der ohnehin prekären Situation. Es ist daher unabdingbar, die Hand (Extremität) frühst- und bestmöglichst ins Bewusst-sein zu bringen. Anhand der oben beschriebenen Rezeptorarten gibt es unterschiedliche Möglichkeiten, wie z.B. Druck (und Zug), Berührung und v.a. **Vibration**. Der Thera-peut sollte es mit möglichst vielen Sinnesmodalitäten ver suchen, um die betroffenen Körperregionen wieder ins Be-wusstsein zu rücken. Nicht selten sprechen Patienten nach

der Stimulation mit einem Vibrationsgerät davon, dass sie ihre Hand wieder oder besser spüren oder Patienten, die auf einer Vibrationsplatte stehen, ihr Bein wieder intensiver wahrnehmen. Ein Patient, der sein Bein nicht spürt, übernimmt auch nur ungern Gewicht auf dasselbige. Die sensible Stimulation der betroffenen Körperregionen wird dabei entsprechend der Reizverarbeitung durch Druck-, Berührungs- und Vibrationsreize bestimmt.

**Berührung.** Schnelle, kraftvolle Berührungsreize, wie z.B. Tapping, wirken tonuserhöhend, während leichte sanfte Streichungen eher zur Entspannung beitragen. Die Berührungsreize des Therapeuten sollten klar und strukturiert an einer Körperregion gesetzt werden, wie beispielsweise vom Arm absteigend zur Hand. Ein diffuses Wechseln zwischen mehreren Körperregionen, wie beispielsweise schnelle Berührungen an Kopf, Schulter, Arm etc., oder die parallele Stimulation von zwei Körperregionen (Arm, Bein) verschlechtern die ohnehin gestörte Wahrnehmungsverarbeitung noch zusätzlich. Durch **Vibrationen** erfolgt eine permanente schnelle Abfolge von Hautreizen, die häufig zu einer Wahrnehmungsverbesserung beitragen. Vor allem die Innenhandflächen, Fingerbeeren sowie die knöchernen Gelenkstrukturen sind besonders sensibel.

**Therapeutische Messfühler.** Auch für den Therapeuten selbst bedeutet der **Tastsinn** eines der wichtigsten Messkriterien zur Befunderhebung und Behandlung bewegungsstörter Patienten. Visuell nimmt man zwar die Bewegungsstörung wahr, weshalb jedoch diese ursächlich bedingt ist, wird erst durch die differenzierte Palpation erkannt. Der Therapeut fühlt **wo und in welcher Position bzw. in welchem Bewegungsablauf** eine muskuläre Dyskoordination besteht. Beim Abbau der abnormen Tonusverhältnisse, z.B. durch die Einnahme spasmusemmender Stellungen und der darauf aufbauenden physiologischen Bewegungsanbahnung, spürt (erfährt) der Therapeut durch seine Hände schon früh, ob es sich um eine **assoziierte Reaktion oder um einen physiologischen Bewegungsablauf** handelt. Ebenso basiert die therapeutische Unterstützung bei der Bewegungsanbahnung auf der taktilen Rückmeldung. Der Therapeut fühlt dabei die zunehmende Aktivität des Patienten und reduziert in gleicher Weise seine Unterstützung, da nur **aus der Eigenaktivität des Patienten ein funktioneller Bewegungsgewinn resultiert**.

#### 4.2.4 Stereognostische Leistungen (Ertasten von bekannten Gegenständen)

Wie das Wort »Ertasten« schon sagt, ist das Ertasten ein dynamischer Prozess. Erst die **bewegte Hand kann Gegenstände ertasten** und zuordnen. Durch die Zuordnung der Tast-

empfindung zu bestehenden Gedächtnisinhalten (Engrammen), zählt man die stereognostischen Leistungen zu den sog. höheren kognitiven Gehirnfunktionen ((lat. Gnosie: Erkennen, Kenntnis, ▶ Kap. 6 »Neuropsychologie, Agnosie«). Man greift in die Hosentasche und ertastet den Autoschlüssel oder das 50-Cent-Stück für den Parkautomaten. Das Zusammenspiel aller Rezeptorinformationen ist dabei die oberflächensensible Grundlage des differenzierten Tastsinns. Durch die Bewegung wird zum einen eine größere Anzahl an Mechanorezeptoren aktiviert und zum anderen wird die Reizadaptation verhindert bzw. verringert. Ein weiterer nicht unwesentlicher Teil der Sensorik, erfolgt zudem über die Propriozeptoren (Tiefensensibilität), die unter anderem Auskunft über die Größe (Stellungssinn), Gewicht (Kraftsinn) etc. der Tastgegenstände vermittelt. Beide Systeme zusammen (stereo), d.h. Oberflächen- und Tiefensensibilität bilden die sensorische Grundlage für die stereognostischen Leistungen. Im Gegenzug kann man bei guten stereognostischen Leistungen auch auf entsprechend gute Sinnesmodalitäten (taktil/propriozeptiv) schließen.

**Exkurs Neuropathologie.** Unter »Gnosie« versteht man die Fähigkeit, bekannte Objekte zu erkennen. Bei fehlenden oder gestörten Fähigkeiten, trotz intakter Rezeptoren und Afferenzen, spricht man von Agnosie. Ein typisches Beispiel hierfür ist die visuelle Agnosie. Der Mensch kann sich zwar sehend (intakte Sehbahnen) im Raum bewegen, Gegenstände jedoch visuell nicht zuordnen. Man spricht hierbei auch von der Seelenblindheit. Die Agnosie kann modalspezifisch auftreten, wie beispielsweise nur visuell oder multimodal in Erscheinung treten, d.h. mehrere Sinnssysteme (visuell, akustisch, taktil) sind betroffen. Teilweise wird die Astereognosie (Synonym: taktile Agnosie) auch auf Patienten mit einer starken somatosensiblen (propriozeptiv, taktil) Schädigung bezogen. Hierbei handelt es sich jedoch um eine primäre sensorische Wahrnehmungsstörung und nicht um das fehlende Erkennen von Gegenständen. Eine Sonderform der Agnosie bildet die Anosognosie, das bedeutet fehlende Krankheitseinsicht (s. ▶ Kap. 6 »Neuropsychologie, Agnosie«).

#### Praxis: Befundung der stereognostischen Leistungen

Man gibt dem Patienten (ohne Visuskontrolle) **ihm bekannte (alltägliche) Gegenstände**, wie beispielsweise einen Schlüssel, Kugelschreiber, Radiergummi etc., in die Hand. Der Patient sollte den Gegenstand benennen und seinen Gebrauch andeuten (Handlungsplanung zur Überprüfung auf Apraxie). Im Falle einer Aphasie sollte man den Gegenstand wieder zu den anderen Gegenständen zurücklegen; und der Patient soll dann den eben in der Hand gehaltenen auswählen. Falls die motorischen Einschränkungen das aktive Hantieren verhindern, bewegt der Therapeut im Sinne einer Tastaktivität die Hand und Finger des Patienten. Der Tastschwerpunkt liegt dabei in den Fingerbeeren und der

## 4.2 • Zweiter sensomotorischer Regelkreis (taktil)

Handinnenfläche. Bei sensorischen Einschränkungen sollen die Tastreize größer, größer, prägnanter ausgewählt werden. Kann der Patient beispielsweise große Gegenstände adäquat zuordnen und hat nur bei kleinen, wenig differenzierteren Gegenständen Schwierigkeiten, so sind die stereognostischen Leistungen im Grunde vorhanden, und die Defizite sind eher in der Sinnesempfindung zu suchen. Eine gewisse Variantenvielfalt an alltäglichen Gegenständen ist nötig, da beispielsweise das Auswählen zwischen zwei gleich großen Schlüsseln auch einen gesunden Menschen an die Grenze seiner stereognostischen Leistungsfähigkeit führt.

### 4.2.5 Thermorezeptoren

Thermorezeptoren können **Kältereize** und **Wärmereize** aufnehmen. Besonders temperaturempfindlich sind dabei die Oberfläche der Gesichtshaut, die Handinnenfläche und die Fingerbeeren. Der Einwirkung von Temperaturreizen schreibt man eine emotionale Wirkung zu, d.h., die Reize werden als angenehm oder unangenehm bewertet (► Kap. 2 »Sensorische Systeme, protopathisches System«).

#### Beachte

Die Empfindlichkeit für Wärme- bzw. Kältereize steigt mit der Geschwindigkeit der Temperaturänderung an.

Steigt man beispielsweise in eine warme Badewanne, empfindet man zunächst das warme Wasser sehr intensiv, mit zunehmender Adaption bei gleicher Wassertemperatur lässt die Wärmeempfindung nach. Entsprechendes gilt auch im Sommer beim Sprung ins Schwimmbecken. Das Kältegefühl ist zu Beginn sehr intensiv und reduziert sich nach kurzer Zeit zu einem eher neutralen Gefühl. Beide Bereiche sind dabei an eine emotionale Gefühlsbewertung (angenehm oder unangenehm) gekoppelt. Der Bereich, in dem die Wärme- oder Kälteempfindung nur kurzfristig wahrgenommen wird, d.h. in dem sich eine **vollständige Adaption** der Thermorezeptoren vollzieht, liegt zwischen ca. 31° und 36°C und wird als **neutraler Bereich** (Indifferenzzone) bezeichnet. Die Bereiche darunter werden als kalt, die darüber als warm empfunden.

Steigt die Hauttemperatur über 43°C, weicht die Wärmeempfindung einer **Hitzeempfindung**. Da diese Hitzeempfindung als **Hitzeschmerz** wahrgenommen wird und zudem zur Gewebsschädigung führt, schreibt man die Sensorik den Schmerz- bzw. Nozizeptoren zu.

**Kälteempfindungen** werden bei einer Hauttemperatur unterhalb von 25°C als unangenehm erlebt, wobei ab ca. 17°C der Kälteschmerz (s. oben Nozizeptoren) einsetzt. Eine sehr langsame Temperaturänderung kann durch die Adaption der Thermorezeptoren zu einem Ausbleiben der Wärme- bzw. Kälteempfindung führen. Hieraus kann man sich

den Zusammenhang mit der Entstehung einer Erkältung erklären. Die Projektion der thermischen Reize erfolgt über die Vorderseitenstrangbahnen (protopathisches System).

#### Beachte

Temperaturempfindungen werden von der Ausgangstemperatur der Haut, der Geschwindigkeit der Temperaturänderung und der Größe des reizeinwirkenden Hautareals bestimmt (Birbaumer und Schmidt 1996).

### Praxis: Befundung der Thermorezeptoren

Für die Abschätzung von Temperaturreizen eignen sich vor allem die Hautregionen der Innenhandfläche. Die Adaption der Thermorezeptoren ist hierbei am geringsten, wodurch eine relativ konstante Temperaturangabe (Temperaturgefühl) möglich wird. Der Tester benutzt zwei unterschiedlich temperierte Behälter (Reagenzgläser, Filmdosen o. Ä.). Ein Behälter wird mit erwärmtem Wasser (ca. 40°) gefüllt, der andere mit im Kühlschrank oder Eisfach (der Eisreiz sollte nicht zu lange gesetzt werden) abgekühltem Wasser. Die Behälter werden abwechselnd auf die Haut der Innenhandfläche platziert, während der Patient (ohne Visuskontrolle) die Temperaturunterschiede (kalt, warm) erkennen soll.

#### Therapierelevanz

Die Temperaturempfindung spielt in der Bewältigung von Alltagssituationen eine wichtige Rolle. Dies beginnt mit der Einschätzung der Wassertemperatur beim morgendlichen Waschen (falls die Sensorik nicht gegeben ist, muss der Patient vorab die Wassertemperatur durch die weniger betroffene Hand regulieren), bei der Nahrungszubereitung bis hin zum Einschätzen der Sonneneinstrahlung beim Sonnenbaden. Bei einer fehlenden Temperaturempfindung bleibt die adäquate Reizreaktion auf eine Temperaturänderung aus, d.h., der Patient entzieht sich nicht einer übermäßigen Wärme- bzw. Kälteinwirkung. Dabei ist eine besondere Vorsicht geboten, da sich beispielsweise die betroffene Extremität eher unterkühlt (Eispack) bzw. eher überwärmst (Sonnenbaden, Badewasser).

### Praxis: Kälte- und Wärmeverfahren

Kälte- und Wärmeanwendungen zählen zu den ältesten therapeutischen Maßnahmen. Trotz dieser traditionellen Verfahren, sind die Wirkungsmechanismen bis heute noch nicht restlos aufgeklärt.

Die Wirkung einer Kälte bzw. Wärmeanwendung ist u.a. abhängig von:

- der Dauer der Maßnahme,
- der Einwirkung der Maßnahme (oberflächige oder tiefer liegende Strukturen),
- dem Allgemeinzustand des Patienten,
- der betroffenen Körperregion.

Durch die Vielseitigkeit der genannten Faktoren ist eine genaue Vorhersage über die Wirkungsweise der jeweili-

■ Tabelle 4.1 Kälte- und Wärmeanwendungen

Kälteanwendung	Wärmeanwendung
<b>Indikation</b>	
Verbesserung der Durchblutung	Verbesserung der Durchblutung
Schmerzreduktion	Schmerzreduktion
Reduktion von Ödemen (mit Lagerung und Bewegung kombiniert)	Verbesserung der Gelenkmobilität
Entzündungshemmung	Verbesserte Dehnbarkeit kollagener Fasern zur Kontrakturbeiseitigung
Verbesserung der Gelenkmobilität	Degenerative Gelenkschädigungen (Arthrose)
Entzündliche Prozesse (akutes Rheuma/Arthritis)	Chronische Formen rheumatischer Erkrankungen
<b>Anwendungsmöglichkeiten</b>	
Kalt- bzw. Eiswasserbad	Heiße Rollen
Eisspritze (um punktuelle Reize zu setzen)	Paraffinbad
Gekühlte Gelkissen »Cold packs«	Handbäder, Wickel und erwärmte Gelkissen, »Hot packs«
Plastiktüte oder Frotteehandtuch mit zerkleinerten Eiswürfeln	Kies- oder Sand-Wärmekästen
Gekühltes Frotteehandtuch	Ultraschalltherapie (für tiefer liegende Strukturen)
<b>Allgemeine Anwendungskriterien</b>	
Wirkung hängt ab von Intensität (Temperatur) des Reizes, Dauer der Anwendung	
<b>Kälte:</b>	<b>Wärme</b>
Hemmende, entspannende Wirkung (z.B. bei Schmerz durch Gefäßweiterung)	Weitet die Gefäße.
Bremst Entwicklung der Entzündungsprozesse durch Verringerung der Durchblutung.	Verbessert die Durchblutung.
Vorbereitende Maßnahme zur Schmerzreduktion (z.B. Schulterschmerz) mit anschließender Tonusnormalisierung: zerkleinerte Eiswürfel, die in ein dünnes Frotteehandtuch oder in einen Plastikbeutel eingewickelt sind: <b>milde Kälte einsetzen</b>	Reduziert durch Mangeldurchblutung verursachten Schmerz
Keine »Cool packs« verwenden!	<p>Wärmereize bis ca. 40°C: Schmerzlindernd und beruhigend (oberflächliche Einwirkung)</p> <p>Temperaturen zwischen 40° und 50°C: Größten therapeutischen Nutzen (Tiefeneinwirkung)</p> <p>Langanhaltende Wärmebehandlungen: Fördern die Durchblutung der Haut und der Muskulatur (vor allem feuchte Wärme wie Wickel/Umschläge etc.)</p> <p>Verbessern Dehnbarkeit kollagener Fasern</p> <p>Dienen damit als vorbereitende Maßnahme zur Kontrakturbehandlung (»Hot pack«)</p>

## 4.2 • Zweiter sensomotorischer Regelkreis (taktil)

gen Anwendung nur bedingt zu treffen und im Individualfall gesondert abzuklären. Beide Verfahren sollten als vorbereitende Maßnahmen dienen, die die eigentliche Funktionsverbesserung erleichtert bzw. erst ermöglicht. □ **Tabelle 4.1** beschreibt die möglichen Einsatzgebiete und Richtlinien von Kälte- und Wärmeverfahren.

Bei Patienten mit Sensibilitätsdefiziten muss die Anwendung thermischer Reize sehr genau kontrolliert werden. Durch die fehlende Sensibilität können sie nicht adäquat auf einen gewebsschädigenden Reiz (Verbrennung über 50°C oder Unterkühlung unter 5°C) reagieren. Auf beide Anwendungsverfahren erfolgt häufig eine Erhöhung der Herzfrequenz und ein Anstieg des Blutdruckes (vegetative Reaktion).

### Kälteanwendung

Ein Eisbad mit zerkleinerten Eiswürfeln (2/3 Eiswürfel, 1/3 Wasser), kann bei Patienten mit einer hohen Flexorenspastizität in Fingern und Handgelenk zum **Abbau der pathologischen Tonuserhöhung** beitragen. Der Therapeut führt dabei mit seiner Hand die spastische Hand des Patienten mehrmals (2- bis 3-mal) für ca. 2/3 Sekunden in ein Eiswasserbad. Unmittelbar nach der Anwendung lässt sich die Hand häufig leichter mobilisieren und führt zuweilen zu einer vollständigen Extension in den Finger- und Handgelenken. Bei der **Mobilisation** ist darauf zu achten, dass zuerst die Fingergelenke (beginnend an den Grundgelenken) in die Extension mobilisiert werden und dann das Handgelenk. Würde man vorab die Extension des Handgelenkes forcieren, würde sich der Zug auf die Fingerflexoren zusätzlich erhöhen. Das Eisbad dient dabei als vorbereitende Maßnahme und hinterlässt, isoliert gesehen, in der Regel keinen bleibenden Eindruck (Ausnahme Kontrakturprophylaxe). Der Patient muss lernen, sein **neu gewonnenes Bewegungspotenzial** aktiv im Rahmen seiner Möglichkeiten (z.B. leichte Stützfunktionen o. Ä.) einzusetzen, um so einen funktionellen Gewinn zu erzielen. Der Gewinn kann schon darin bestehen, dass die Hand in weiteren Anwendungen leichter und schneller zu mobilisieren ist und/oder länger in einer physiologischen Position gelagert werden kann. Als vorbereitende Maßnahme zur Schmerzreduktion (z.B. Schulterschmerz) mit anschließender Tonusnormalisierung eignen sich sehr gut zerkleinerte Eiswürfel, die in ein dünnes Frotteehandtuch oder in einen Plastikbeutel eingewickelt sind: **milde Kälte**. Sie kühlen die Hauttemperatur nur auf **maximal 5°C ab**. Der Einsatz der sog. »Cool packs« senkt die Temperatur bis an die 0°C-Grenze und kann zu Gewebsschäden führen (Frostbeulen). Zudem beeinträchtigen die Kältepackungen das Bewegungs- und Schmerzempfinden und sollten daher **nicht** vor einer sensomotorischen Behandlung eingesetzt werden. Ein zu scharfer Kältereiz kann die, durch die Entzündung bedingte ohnehin übersteigende Stoffwechselsituation, noch zusätzlich erhö-

hen. Daher sollte vor allem bei einem Handödem (s. auch Reflexdystrophie) Abstand von einer zu starken Kälteanwendung (weniger als +5°) genommen werden; wobei vor allem im akuten Stadium einer Reflexdystrophie der Einsatz von z.B. Gelkissen aus dem Kühlschrank (milde Kälte) durchaus schmerzreduzierend wirken kann (► Kap. 8.1.3 »Sinnesorgan Hand«).

### 4.2.6 Schmerzrezeptoren

#### Beachte

Gewebsveränderungen, die zu einer Schädigung (noxa: lat. Schaden) führen, werden durch sog. **Nozizeptoren** (Synonym: Schmerzrezeptoren) wahrgenommen.

Es gibt:

- **mechanosensible Nozizeptoren**, die nur auf mechanische Reize reagieren,
- **hitzeempfindliche Nozizeptoren**, die nur thermische Schädigungen wahrnehmen, und
- **polymodale Nozizeptoren**, die mechanische, thermische und chemische Reize wahrnehmen können.

Nozizeptoren reagieren auf das Eintreten einer inneren (Entzündung) oder äußeren Schädigung (z.B. Quetschungen) durch das **Auslösen von Schmerzen**.

#### Beachte

Die Schmerzempfindung stellt eine physiologische Alarmfunktion dar, die den Körper vor schädigenden Einwirkungen schützt und nahezu immer ein negatives Gefühlerlebnis beinhaltet.

Bei einem Schmerzempfinden, das ohne Schädigung entsteht, spricht man von pathologischem Schmerz, wie beispielsweise der zentrale Schmerz (s. unten).

Der **somatische Schmerz** (Soma bedeutet Körper) wird in die beiden Submodalitäten **Tiefenschmerz** und **Oberflächenschmerz** unterteilt. Der Oberflächenschmerz entsteht in den höher liegenden Strukturen der Haut, während der Tiefenschmerz von den tiefer liegenden Strukturen wie von den Skelettmuskeln, dem Bindegewebe, den Knochen und den Gelenken, ausgeht. Beispielsweise kommt es bei einem tiefen Nadelstich zuerst zu einem kurzen, hellen, klar lokalisierenden Schmerz an der Hautoberfläche (Oberflächenschmerz), dem dann ein zweiter dumpfer, brennender, wenig abgrenzbarer und länger anhaltender Schmerz folgt (Tiefenschmerz). In den Strukturen der Haut können beide Komponenten empfunden werden, während in den tiefer liegenden Strukturen dagegen meist nur der **dumpfe Tiefenschmerz** entsteht. Auf den hellen Schmerz folgt in der Regel eine motorische Flexorenreaktion, wie das Wegziehen der Extremität (Flucht- oder Schutzreflex). Der dumpfe Tie-

fenschmerz wird dagegen häufig von emotionalen, vegetativen Reaktionen wie Schweißausbruch, Übelkeit oder Erbrechen etc. begleitet (Bruggencate in Birbaumer et al. 1996).

Durch Tests mit Versuchspersonen konnte nachgewiesen werden, dass bei den Nozizeptoren die **Reizadaption ausbleibt**. Eher noch wurde eine **Sensibilisierung** nachgewiesen, d.h. ein Empfindlicherwerden auf Schmerzreize. Teilweise werden Nozizeptoren erst bei einer pathophysiologischen Veränderung des Gewebes aktiv, wie beispielsweise bei einer Entzündung. Dabei führt ein Reiz, der normalerweise keine Schmerzempfindung auslöst, zu einer Erregung der Nozizeptoren und damit verbunden zu einer erhöhten Schmerzempfindung. Man spricht hierbei von den sog. schlafenden Nozizeptoren, die durch die pathologische Gewebeänderung geweckt bzw. sensibilisiert werden.

Die Schmerzempfindung kann über Stunden und Tage bestehen und verschwindet erst, wenn der Schmerzreiz beseitigt wurde (z.B. Zahnschmerz). Neben dem Entstehungs-ort spielt auch die Dauer der Schmerzempfindung eine wesentliche Rolle.

- Verschwindet der Schmerz nach Beseitigung der Schädigung, spricht man von **akutem Schmerz**. Dabei ist der Schmerz klar lokalisierbar, und die Schmerzempfindung hängt wesentlich von der Intensität des Reizes bzw. der Schädigung ab.
- Bei Schmerzen, die hingegen immer wiederkehren (Migräne) oder über längere Zeit bestehen (Rückenschmerzen), spricht man von Dauerschmerz oder **chronischem Schmerz** (über ein halbes Jahr).

Eine weitere Schmerzform bildet der sog. **viszerale Schmerz** (Eingeweideschmerz). Der viszerale Schmerz entsteht vor allem durch die schnelle Dehnung oder krampfartige Kontraktion der glatten Muskulatur, wie beispielsweise bei einer Gallen- oder Nierenkolik (Bruggencate in Birbaumer et al. 1996). Der viszerale Schmerz wird meist als dumpfer Schmerz empfunden.

**Exkurs Neuropathologie.** Bei Läsion der unspezifischen Thalamuskerne (Thalamussyndrom) spricht man oft von zentralem Schmerz oder dem sog. Thalamusschmerz. Dieser tritt spontan oder bei einer leichten Berührung auf. Die Patienten beschreiben den Schmerz als sehr intensiv, stechend, brennend und überaus unangenehm. Der Schmerzort ist nicht eindeutig lokalisierbar und betrifft meist die kompletten Extremitäten auf der betroffenen Körperseite (therapeutisch nahezu nicht beeinflussbar). Neuere Studien zeigten, dass dieser undifferenzierte Schmerz auch durch eine Läsion der somatosensorischen Verarbeitungszentren im Kortex entstehen kann und somit nicht ausschließlich auf eine Läsion des Thalamus zurückzuführen ist. Die Stimulation über das epikritische System bildet dabei einen möglichen Ansatzpunkt, um das protopathische System (Schmerzempfindung) zu beeinflussen.

## Praxis: Befundung der Schmerzrezeptoren

Bei der Befundung der Schmerzrezeptoren kann der Therapeut sich nur auf die Beobachtungen der Patientenreaktionen beschränken. Bei **fehlenden Schmerzreaktionen** (was eher seltener vorkommt) kann ggf. ein leichtes Kneifen der Oberhaut oder die Spitz-Stumpf-Diskrimination (s. Befund Mechanorezeptoren) einen Hinweis über die vorhandene Schmerzempfindung geben. Im Allgemeinen besteht eher eine Hypersensibilität, d.h. eine **erhöhte Schmerzempfindlichkeit**, die die Therapiefortschritte nachhaltig einschränkt. Bei komatösen Patienten (z.B. apallisches Syndrom), die nicht bewusst auf Schmerzreize reagieren, können vegetative Reaktion wie Schweißausbruch, Plusschlag und/oder eine Veränderung des Blutdrucks einen Hinweis auf bestehende Schmerzzustände geben.

Bei der **Befunderhebung von Schmerzen** ist zu beachten:

- Wo liegt der Schmerzort (Lokalisation, oberflächlich oder tiefer liegend, örtlich begrenzt, ausstrahlend oder projizierend)?
- Seit wann besteht der Schmerz (vor oder nach der Läsion)?
- Was könnte die Ursache des Schmerzes sein (Trauma, Überlastung)?
- Wie äußert sich der Schmerz, wie ist der Schmerz (dumpfer lang anhaltender Schmerz, stechender kurzer Schmerz)?
- Wann entsteht der Schmerz [permanent, in bestimmten Gelenkposition, Berührung, Tageszeit (am Morgen oder am Abend)]?
- Welche Faktoren verschlimmern bzw. verringern den Schmerz (Mobilität oder Immobilität, Wärme oder Kälte)?

### i Therapierelevanz

Der Mensch bewertet das Schmerzgefühl negativ und versucht alles, um es zu vermeiden. Kommt es in der Therapie vermehrt zu **schmerhaften Negativerlebnissen**, verliert der Therapeut das Vertrauen und die Motivation des Patienten.

Das Schmerzempfinden unterliegt dabei den gleichen Gesetzmäßigkeiten, wie alle anderen Sinnesempfindungen. Das Schmerzgefühl wird sehr schnell als Engramm im Kurz- bzw. Langzeitgedächtnis gespeichert. Kommt es zu einer Situation, die den Patienten den kommenden Schmerz erahnen lässt (Feedforward), reagiert sein Körper mit Abwehrmechanismen. Es entsteht eine **Tonuserhöhung** (Schutzhaltung), die die schmerzauslösenden Bewegungen verhindert und durch ein **Flexionsmuster** geprägt ist wie das Wegziehen der Hand von der Herdplatte (Schutz- oder Fluchtreflex). Bei zerebral geschädigten Personen wirken sich beide Faktoren negativ auf die physiologische Bewegungsabahnung aus. Assoziierte Reaktionen (Angst, Stress) treten dabei schneller und stärker auf, wodurch häufig ein ausgeprägtes Beugemuster in der oberen Extremität entsteht bzw. verstärkt wird.

#### 4.3 • Dritter sensomotorischer Regelkreis (vestibulär)

Im Krankheitsverlauf hemiplegischer Patienten tritt z.T. der sog. Schulterschmerz auf, der im Extremfall so stark ausfallen kann, dass der Patient keine Bewegungen (passiv oder aktiv) zulässt ,und bis zum völligen Funktionsverlust der Hand führen kann (► Kap. 8.1.2 »Schulterschmerz«).

#### 4.2.7 Zusammenfassung: Oberflächensensibilität

- Die **Rezeptoren der Hautoberfläche** bilden die Grundlage der taktilen Empfindung. Neben der interspinalen Reizverarbeitung (Eigenapparat des RM), projizieren kollaterale Synapsen (Verbindungsapparat des RM) taktile Informationen an supraspinale Verarbeitungszentren. Vor allem über die Hinterstrangbahnen (epikritisch oder propriozeptiv, s. unten) und die Vorderseitenstrangbahnen (protopathisch) werden die Sinneseindrücke der Hautoberfläche an das primär somatosensorische Areal (Gyrus postcentralis) projiziert.
- Nach vorheriger Gewichtung (Thalamus) werden die Eindrücke zur taktilen Sinnesempfindung in die kortikalen Assoziationsareale verschaltet (► Kap. 2 »Sensorische Systeme, aufsteigende Bahnen«).
- Man unterscheidet nach der Art der Reizverarbeitung ein eher unspezifisches, wenig abgrenzbares und affektbetontes System, das nach Head als **protopathische Sensibilität** bezeichnet wird, und ein wesentlich differenzierteres, spezifisches System, die sog. **epikritische Sensibilität**. Die Unterscheidung entspricht dabei dem Vorderseitenstrang- und Hinterstrangbahnsystem (s. oben), wobei dabei das Hinterstrangbahnsystem (epikritisches System) auch die propriozeptiven Projektionen beinhaltet. Durch die **exakten Leistungen des epikritischen Systems** bildet es **zusammen mit der propriozeptiven Wahrnehmung** die sensorische Grundlage der **stereognostischen Leistungen** (Ertasten von Gegenständen).
- Die Fähigkeit der exakten Empfindung korreliert mit der Innervationsdichte der Rezeptoren (s. oben Messung der Zweipunkt-Diskrimination), wodurch vor allem die Innenhandfläche und die Fingerbeeren hohe Empfindungsqualitäten besitzen. Bereits intrauterin und während der ersten Lebensmonate sind vor allem die Empfindungen des protopathischen Systems (emotionale Bewertung der taktilen Reize, Schmerzempfindung) entscheidend, während die epikritische Wahrnehmung erst im Zuge der Hirnreifung (Myelinisierung) erfahren bzw. erlernt (begriffen) werden muss. Mit der zunehmenden Differenzierung gewinnt das epikritische System gegenüber dem protopathischen System an Gewichtung. Man geht davon aus, dass mit der Schulreife (4./6. Lebensjahr) das **epikritische System** das

**dominierende System für die taktilen Reizverarbeitung darstellt.**

#### Beachte

Durch die epikritische Reizverarbeitung werden die Reize (Strukturen) klarer lokalisierbar (differenzierter) und erfassbar, die affektbetonte Komponente der protopathischen Empfindung tritt zurück (Rohen 1994).

**Exkurs Pädiatrie.** Eine Verzögerung in der epikritischen Reizverarbeitung kann dazu führen, dass taktile Reize nicht klar lokalisiert, sondern undifferenziert wahrgenommen werden und von den Kindern nicht zugeordnet werden können. Die Kinder können dabei schon auf minimale Hautreize, wie beispielsweise durch enge Kleidung, das Kleideretikett des T-Shirts oder die dezente Berührung einer Person, **sehr emotional abweisend reagieren**. Häufig besteht dabei eine Einschränkung der epikritischen Verarbeitung (keine differenzierte Reizzuordnung), was sich u.a. auch durch Schwierigkeiten bei feinmotorischen Tätigkeiten wie Schreiben, Schneiden, Knöpfe schließen, Schnürsenkel oder Schleifen binden etc. zeigen kann. Da das propriozeptive System (Tiefensensibilität) eng mit dem epikritischen System verflochten ist (Hinterstrangbahnsystem), kann über dieses eine Förderung der epikritischen Leistungen erfolgen, beispielsweise durch verstärkten Zug und Druck auf die Gelenke (Tau ziehen, Kletterwand, Knautsch- oder Krabbelkissen). Die taktilen Reize werden stärker bzw. klarer und können vom Kind **besser zuordnet werden**. Beide Systeme können zur physiologischen Hemmung der protopathischen Empfindung beitragen.

**Neuropathologie/Geriatrie.** Im Alter kann durch mangelnde propriozeptive und epikritische Stimulation, wie z.B. durch langes Sitzen und mangelnde Bewegung/Aktivität etc., ein Abbau der epikritischen Empfindungen erfolgen. Hierdurch gewinnt das protopathische (ältere) System wieder an Gewichtung, woraus u.a. eine erhöhte Schmerzempfindlichkeit resultieren kann.

#### 4.3 Dritter sensomotorischer Regelkreis (vestibulär)

Um den **Körper im Schwerkraftfeld** aufrecht zu erhalten und zu bewegen, bedarf es einer stabilisierenden Motorik (**Haltungsmotorik**). Diese Steuerung obliegt vor allem den motorischen Kerngebieten des Hirnstamms, dem Kleinhirn sowie den Basalganglien. Die haltungsmotorischen Bewegungsabläufe rücken nur bedingt in unser Bewusstsein (wie z.B. beim Stolpern), d.h., sie sind weitgehend **automatisiert**.

#### Beachte

Solange wir unser Gleichgewicht besitzen, denken wir nicht daran. Wenn wir es verlieren, denken wir nur noch daran (bewusst).

### 4.3.1 Funktionsweise

Der Hirnstamm unterhält starke reziproke Verschaltungen zum Rückenmark sowie zu höher liegenden Zentren (Kleinhirn, Basalganglien, Kortex). Seine Hauptaufgabe liegt in der Ausführung **tonischer Halte- und Stellreaktionen**, wodurch der Hirnstamm eine dynamische Stabilität (Basis) für kortikal eingeleiteten Ziel- und Greifbewegungen bildet. Für die Planung und Ausführung neuronaler Bewegungsprogramme sind vor allem die Basalganglien und der motorische Kortex verantwortlich. Die Bewegungen sind stärker im Bewusstsein präsentiert, wie beispielsweise die Identifikation und Interpretation und damit verbunden, das bewusste Erreichen eines Gegenstandes (Ziel- und Greifmotorik).

Die Koordination zwischen den kortikalen Bewegungsprogrammen (Zielvorgabe) und der Motorik des Hirnstamms obliegt dabei dem **Kleinhirn**. Es moduliert, entsprechend des Bewegungsprogrammes, den Tonus und die Position der Körperteile im Raum (Gleichgewicht). Das Kleinhirn bildet dabei die wichtigste Verschaltungsstelle in der Verknüpfung zwischen den haltungs- und den zielmotorischen Bewegungsabläufen (► Kap. 5 »Normale Bewegung, Gleichgewichtsreaktionen«).

#### Beachte

Die Hauptaufgabe des 3. SMRK liegt in der harmonischen Gestaltung von Bewegungsabläufen. Die wichtigste Verschaltungsstelle zwischen der Haltungsmotorik (Hirnstamm) und der Zielmotorik (motorischer Kortex, Basalganglien) bildet das Kleinhirn.

### 4.3.2 Rezeptoren des 3. SMRK

Der Zusammenhang zwischen den propriozeptiven und taktilen Leistungen wurde bereits im Abschnitt stereognostische Leistungen besprochen (► Abschn. 4.2.4). Dieser Tastbereich wurde Ende des 19. Jahrhunderts von dem Physiologen Loeb als **Fühlraum** (► Kap. 8.1.3 »Sinnesorgan Hand«) bezeichnet. Außerhalb dieses Bereichs beschrieb er den sog. **Sehraum**. Um den Körper innerhalb des Sehraums bzw. in der Umwelt zu bewegen, bedarf es einer **nichtvisuellen Raumvorstellung** (blinde Menschen können sich ebenfalls im Raum bewegen). Zum einen muss die Gesamtheit der Gelenkstellungen in Rumpf und den Extremitäten, aufbauend auf den Stellungssinn, erfasst werden (**Körperstellung**). Zum anderen bedarf es einer Analyse des Körpers und seiner Bewegung im Raum (**Körperschema**). Der Gesamteinindruck der Körperstellung bildet sich dabei aus der integrativen Verarbeitung der propriozeptiven (vor allem Stellungssinn) und taktilen Information. Hinzu kommt ein weiteres System, das Auskunft über die Stellung und Bewegung des Körpers (Kopfes) im Verhältnis zur Schwerkraft erteilt: das

**Gleichgewichts- oder vestibuläre System**. Aufbauend auf die Propriozeption (s. »1. SMRK, Muskel- und Sehnenspindeln«), und der Oberflächensensibilität (s. »2. SMRK, Mechanorezeptoren«), liefert der **Vestibularapparat** die **Sensirk für die Bewegung und Position des Kopfes im Raum**.

### Vestibularapparat (Gleichgewichtsorgan)

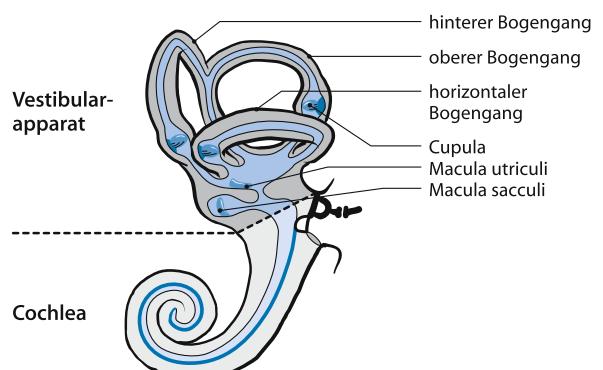
Der Mensch besitzt zwei Arten von Vestibularorganen:

- **drei Bogengänge**, deren anatomische Lage ungefähr den drei Raumebenen entspricht, und
- **zwei Makulaorgane**, die in etwa im rechten Winkel zueinander angeordnet sind.

Zusammen mit der Cochlea (Schnecke für die Hörwahrnehmung) bilden sie das Labyrinth (im Innenohr) (► Abb. 4.8).

**Rotationsbewegungen** (transversal, horizontal und sagittal) bilden dabei den adäquaten Reiz für die **Bogengänge**, wohingegen die **statische Position des Kopfes sowie lineare Beschleunigung** [vor und zurück (horizontal), auf und ab (vertikal)] den **Makulaorganen** obliegt. Somit verfügt das ZNS zusammen (beide Ohren) über zehn Gleichgewichtsorgane, die Informationen über die Art der Bewegungen und die Stellung des Kopfes liefern. Der Informationstransfer erfolgt über den N. vestibulocochlearis, den VIII. Hirnnerv, der die Reize zentralwärts an die **Vestibulariskerne** in der Medulla oblongata zuleitet (► Kap. 2.7.1 »Sensorische Systeme, Vestibulariskerne«).

Die Informationen des Vestibularorgans sind dem Gesunden weit weniger bewusst, als die anderer Sinnesmodalitäten, wie z.B. das Sehen oder Hören. Kommt es jedoch zu einer Störung des Systems, können die Folgen für die normale Bewegung gravierend sein. Dies wird allein dadurch deutlich, dass die Ausführung einer gezielten Bewegung wesentlich leichter ohne die Augen oder Ohrenkontrolle möglich ist als beispielsweise ohne den Gleichgewichtssinn.



► Abb. 4.8. Labyrinth (Innenohr). (Aus: Schmidt 2001)

#### 4.3 • Dritter sensomotorischer Regelkreis (vestibular)

**Exkurs Pädiatrie.** Die mangelnde zentrale Verarbeitung der Makulaorgane kann zu einer **Schwerkraftunsicherheit** (hypothetisches Erscheinungsbild SI) führen. Das Kind vermeidet dabei Bewegungen, was häufig mit einer **Abwehr auf Bewegung** gekoppelt und meist mit einer motorischen Entwicklungsverzögerung verbunden ist – ein eher seltenes, aber schwerwiegendes Krankheitsbild.

Ein relativ häufiges Erscheinungsbild innerhalb der SI ist die Störung der postural okulären Haltungskontrolle. Die Kinder zeigen einen verminderten Grundtonus (Extensorotonus), sind ungeschickt und in der Regel feinmotorisch auffällig. Eine Stimulation der Makulaorgane erhöht, über die Verschaltung des Hirnstamms (vor allem Vestibulariskerne) den Extensorotonus. Lineare Beschleunigung, wie beispielsweise Rollbrett in Bauchlage (horizontal) oder Trampolin springen (vertikal), bilden dabei adäquate Reize für die Makulaorgane und können damit zu einer verbesserten Tonussituation beitragen (s. auch ▶ Abschn. 4.1 »SMRK«). Die mangelnde Rezeptorverarbeitung der Bogengänge kann zur **Unsicherheit gegenüber Bewegung** (hypothetisches Erscheinungsbild SI) führen. Das Kind vermeidet Bewegungen vor allem rotatorischer Art wie z. B. Schaukeln, zudem fällt es ihm schwer, den Bodenkontakt (Rückmeldung über Propriozeption und Makulaorgane) aufzugeben (geht nicht gerne schwimmen, klettern etc.).

#### Therapierelevanz

Die isolierte Messung eines Bogenganges kommt im normalen Leben nahezu nie vor. Es findet stets eine abgleichende Messung aller Bogengänge statt. Die Störung eines Bogenganges könnte sich u.a. durch ein **Vermeidungsverhalten** für bestimmte Situationen, wie z.B. Rotationsbewegungen, zeigen. Meist werden Kopf und Rumpf in der Symmetrieebene gehalten (en block), d. h., eine Kopfdrehung gegen den Körper wird vermieden und durch eine Anspannung des Schultergürtels (Retraktion und Elevation) über den propriozeptiven Input kompensiert (Beispiel aus der Pädiatrie).

Entsteht eine einseitige Schädigung des Vestibularapparates sehr langsam, wie z.B. durch einen langsam wachsenden Tumor, kann durch die gute Adaptionsfähigkeit des Kleinhirns der Befund lange Zeit unerkannt bleiben und erst beim Kompletttausfall in Er-scheinung treten.

#### Praxis: Befunderhebung des Vestibularapparates

Bei den **vestibulären Verarbeitungsstörungen** unterscheidet man zwischen **zentralen und peripheren Störungen** (▶ Abschn. 4.3.3 »Befund Kleinhirn«).

- Bei der peripheren Störung spricht man von einer Schädigung des Vestibularapparates bzw. des N. vestibularis zum Gehirn (Vestibulariskerne).
- Die zentrale Störung beginnt mit dem Eintritt ins zentrale Nervensystem, was vor allem den Hirnstamm mit den Vestibulariskernen und das Kleinhirn betrifft (▶ Kap. 3 »Motorische Systeme, Kleinhirn/Exkurs Schwindel«).

Bei einer **peripheren Störung** des Vestibularapparates kann das Kleinhirn (zentrale Verarbeitung) den mangelnden sensorischen Input durch die anderen Sinnessysteme kompensieren, vor allem durch visuelle, aber auch durch propriozeptive Informationen. Gravierende Unterschiede zwischen dem Einbeinstand mit geschlossenen Augen und offenen Augen und eine Falltendenz zu stets der gleichen Seite können ein erster Hinweis auf eine periphere Schädigung sein (wobei der Einbeinstand z.T. auch bei Gesunden starke Unsicherheiten zeigt).

Bei einer **zentralen Verarbeitung** ist die visuelle Kompensation möglich, weshalb die Auffälligkeiten einer peripheren Schädigung z.T. erst bei Wegnahme der Augenkontrolle (Augen schließen, zwei Systeme fallen aus) auffällig wird.

Zum weiteren Nachweis einer Störung des Vestibularapparates können, neben den Steh- und Gehproben (▶ Kap. 8 »Befund, Ataxie«), Testverfahren wie der Zeigerversuch nach Barany und der Unterberger Tretversuch dienlich sein.

#### Zeigerversuch nach Barany

Der Untersucher platziert sich mit ausgestreckten Zeigefingern vor dem Patienten. Der Patient berührt zuerst mit offenen Augen die Zeigefinger des Untersuchers, danach schließt der Patient seine Augen und wiederholt die Zielbewegung. Bei einer Vestibularisschädigung weicht der Patient mit seinen Fingern auf die Seite des betroffenen Vestibularorgans hin ab.

#### Unterberger Tretversuch

Der Patient tritt mit geschlossenen Augen, am Ort bleibend, mindestens 40 Schritte. Eine Positionsabweichung in die stets gleiche Richtung um mehr als 45° von der Ursprungposition gilt als Hinweis auf eine homolaterale Vestibularisschädigung.

**Exkurs Neuropathologie.** Eine Störung des Vestibularapparates zeigt sich häufig durch eine Fallneigung zur betroffenen Seite (Ohr) und einem akut einsetzenden Drehschwindel bei Kopfbewegungen, der so stark ausfallen kann, dass er den Patienten ans Bett fesselt. Ferner zeigen sich vegetative Symptome wie Übelkeit und Erbrechen, die sich mit der Kopfbewegung verstärken (Mumenthaler et al. 1997). Durch die motorische Lernfähigkeit des Kleinhirns, können bei entsprechendem Schwindeltraining gute Therapieerfolge erzielt werden.

**Pädiatrie.** Bei Kindern kann man in freien Spielbeobachtungen auf eventuelle Auffälligkeiten schließen. Eine Verarbeitungsstörung in den Bogengängen kann z.B. zu einem Vermeidungsverhalten für bestimmte Bewegungs- und/oder Rotationsebenen führen und/oder übermäßig starke vegetative Reaktionen wie Übelkeit und Erbrechen zeigen. Dabei ist zu beachten, dass die vegetativen Reaktionen auch verspätet eintreten können. Die Nach-

frage an die Eltern oder ihre Aussage über Übelkeit oder Erbrechen nach der Therapie (evtl. erst abends) ist dabei besonders zu beachten. Eine Verarbeitungsstörung der Makulaorgane kann sich dagegen schon durch statische Unsicherheiten zeigen. Die Kinder können oft nur schwer die Füße vom Boden entfernen, d.h., sie klettern, schaukeln oder springen nicht.

## Praxis: Behandlungsmöglichkeiten

### 4

#### Praxistipp

Das Gleichgewichtssystem erhält seine Informationen vor allem aus drei Sinnesmodalitäten (► Kap. 2 »Sensorische Systeme«):

- aus den Vestibularapparaten (vestibulär),
- aus dem visuellen System (visuell) und
- aus den Muskel- und Sehnenspindeln (propriozeptiv).

Kommt es zum Ausfall von einer der drei Modalitäten, kann dies durch die beiden anderen Systeme mehr oder weniger kompensiert werden. Ein Blinder beispielsweise bewegt sich ohne sein visuelles System wie ein Sehender. Kommt es jedoch zum Ausfall von zwei Systemen oder zu einer zentralen Verarbeitungsstörung (ZNS), so kann dies schwerwiegende Folgen haben. Die Patienten fühlen sich oft durch die mangelnden sensorischen Informationen unsicher und beschreiben ein **Schwindelgefühl** (Hauptsymptom). Einerseits sollte man die noch vorhanden Restfähigkeiten des gestörten Systems nutzen und andererseits über den verstärkten Input der noch intakten Systeme die Mängelnsorik ausgleichen (kompensieren). Beispielsweise beginnt man mit Rumpfbewegungen auf der Sagittalebene (Extension, Flexion) mit der geringsten vestibulären Anforderung und steigert das Bewegungsausmaß über die Frontalebene (Lateralflexion) bis zur Rumpfrotation auf der Transversalebene (► Kap. 8 »Ataxie«). Ebenso ist die Art der **Unterstützungsfläche** ein mögliches Kriterium. Die Rücken- oder Bauchlage (große USF) stellt die geringsten Ansprüche an die vestibuläre Verarbeitung dar und erfordert die geringste Aktivität, was die Therapiefortschritte begrenzt. **Steigerungsmöglichkeiten** sollten daher dem vorhandenen Potenzial des Patienten entsprechen. Möglichkeiten bieten dabei der freie Sitz, der Sitz auf einer mobilen Unterlage (Pezziball), der Stand, der Einbeinstand, der Stand auf einer mobilen Unterlage (Wackelbrett) etc. Der Wechsel von einer USF zur nächsthöheren, sollte so früh wie möglich stattfinden, da die stabile Sitzposition erst mit dem Stand erreicht wird. Dabei sind jedoch kompensatorische Ausgleichsbewegungen (s. unten) zu vermeiden.

Parallel dazu kann man durch einen **propriozeptiven Input** (Widerstand) oder durch eine **taktile Unterstützung** (das Abfahren der Hand auf einer Unterlage) die Bewegungsausführung verbessern. Haltefunktionen oder Bewegungen gegen Widerstand erhöhen ebenfalls den propriozeptiven Input, wodurch die Bewegungsausführung dem Betroffenen oft leichter fällt als die Bewegungen im freien Raum. Bei Arbeiten gegen Widerstand oder bei der Einnahme von Haltefunktionen (vor allem in den Extremitäten) muss darauf geachtet werden, dass der Patient keine kompensatorischen Bewegungsmuster verwendet. Kompensation

führt zu einer Tonuserhöhung, die der Ausführung physiologischer Bewegungsabläufe entgegenwirkt.

Beim Vorliegen einer schweren Rumpfataxie macht die Ambahnung selektiver Extremitätenbewegungen keinen Sinn. Der Rumpf bildet die stabile Basis zur Ausführung einer selektiven Arm- und Beinbewegung und sollte daher primär behandelt werden (Rumpf ist Trumpf). Ermüdet der Patient, kann über die Rückenlage (Ausschalten der Rumpfaktivität) die selektive Bewegungsambahnung der Extremitäten stattfinden.

#### Exkurs Neuropathologie

**Schwindel.** Schwindel zählt neben den Schmerzen zu den häufigsten Beschwerden, über die sich Patienten beklagen. Aus neurophysiologischer Sicht kann man das Schwindelgefühl als gestörte neuronale Entladung in den gleichgewichtsverarbeitenden Systemen bezeichnen.

**Peripherer Schwindel.** Die Gleichgewichtsrezeptoren (Bogenläufe, Makulaorgane) arbeiten nach dem Prinzip der lateralen Hemmung. Vereinfacht kann man sich die Verarbeitung der Gleichgewichtsrezeptoren (Innenohr) so vorstellen, dass bei einer Gerade-Ausrichtung des Kopfes eine Ruheaktivität (geringste Erregung) besteht. Mit einer Rechtsdrehung des Kopfes erhöht sich entsprechend dem Bewegungsgrad die Erregung des rechten Bogenganges bei gleichzeitiger Hemmung des linken Bogenganges (reziproke Hemmung). Entsprechendes gilt für die Kopfdrehung nach links. Eine Störung oder ein Ausfall des peripheren Vestibularorgans führt somit zu einer permanenten Dauererregung. Meist entsteht ein intensives Schwindelgefühl, was auch als **Drehschwindel** bezeichnet wird.

**Zentraler Schwindel.** Die Informationen für die vestibuläre Verarbeitung liefern die Vestibularisorgane, die Muskel- und Sehnenspindeln (Propriozeption, vor allem aus der Nackenmuskulatur) und das visuelle System (s. sensorische Systeme, vestibuläres System). Eine Schädigung dieser Modalitäten führt zur sog. Informationsdiskrepanz (Mismatch), wodurch es u. a. zu den Symptomen wie Schwindel, Übelkeit, Erbrechen, Gleichgewichtsstörungen etc. kommt. Die Symptome sind bei einer zentralen Störung meistens weniger ausgeprägt als beispielsweise bei einer peripheren Störung, wobei man anhand des Schwindels nicht definitiv auf die Läsionsstelle schließen kann. Besonders bei langsam fortschreitenden Erkrankungen, wie z. B. einem langsam wachsenden Tumor, können durch die gute Adoptionsfähigkeit des Kleinhirns die Ausfallerscheinungen lange Zeit unerkannt bleiben. Der zentrale Schwindel zeigt sich meist als Schwankschwindel, Taumeligkeit sowie durch ein allgemeines Unsicherheitsgefühl. Ob es sich um eine zentrale oder eine periphere Störung handelt, lässt sich nicht an der Art des Schwindels erkennen. Einen ersten Hinweis kann jedoch der Stand mit geschlossenen und geöffneten Augen bieten. Ist z. B. der Einbeinstand mit offenen Augen möglich und mit geschlossenen Augen **nicht**, kann dies auf eine periphere Schädigung deuten, da die zentrale Verarbeitung durch die visuelle Kompensation bei geöffneten Augen gegeben ist und beim Schließen der Augen wegfällt (wobei eine

### 4.3 • Dritter sensomotorischer Regelkreis (vestibulär)

geringe Verschlechterung der Standzeit vor allem bei Kindern im Normbereich liegt).

#### Praxistipp

#### Therapierelevanz des vestibulären (peripheren oder zentralen) Schwindels

Wegen der guten Adoptionsfähigkeit des Hirnstamms und des Kleinhirns (motorische Lernfähigkeit) sind durch ein gezieltes Schwindeltraining im Allgemeinen gute Fortschritte zu erzielen. Der Betroffene sollte dabei möglichst oft an den gerade noch tolerierbaren Bereich geführt werden. Hierdurch wird das vestibuläre (und das vegetative) System im Sinne des habituativen Lernens an die neue Reizsituation gewöhnt. Medikamente können bei extremen Anfangsbeschwerden hilfreich sein, sie sollten jedoch nach Möglichkeit (ein bis zwei Tage später) reduziert und ausgeschlichen werden. Sie führen lediglich zu einer Symptomunterdrückung und verhindern den eigentlichen Prozess der Habituation (Lernen durch Gewöhnung).

**Stellung und Fazilitation des Kopfes:** Der Kopf beinhaltet alle Rezeptoren des Gleichgewichtssystems: das Gleichgewichtsorgan im Innenohr (vestibulär), die Augen (visuell) sowie die Muskel- und Sehnenspindeln der Nackenmuskulatur (propriozeptiv), die in großer Anzahl vorhanden sind und permanent Informationen über die Stellung des Kopfes zum Rumpf vermitteln. Damit bildet er einen besonderen Schlüsselpunkt, der sowohl an greif-, ziel- und haltungsmotorischen Prozessen beteiligt ist (► Kap. 11.7 »Fallbeispiel Herr K.«). Erreicht der Patient keine physiologische Kopfposition, so wird auch keine physiologische Bewegung ausgeführt. In der Therapie, vor allem in der Frühphase, ist daher der Erhalt der Kopfmobilität von grundlegender Bedeutung, sei es durch passive oder aktive Mobilisation oder durch eine adäquate, abwechslungsreiche Lagerung. Die meisten physiologischen Bewegungsmuster werden kopfwärts eingeleitet. Man schaut beispielsweise mit dem Kopf weit nach oben (Extension), woraus eine weiterlaufende Bewegung in die Rumpfextension erfolgt. Beim Blick nach unten wird die Flexion des Körpers eingeleitet. Die Seitneigung (Ohr geht zur Schulter) bedingt in ihrer Weiterführung eine Lateralflexion der WS.

#### Beachte

Die Stellung des Kopfes zum Rumpf entscheidet über die Position des Körpers im Raum. Damit bildet der Kopf einen der wichtigsten Schlüsselpunkte des Körpers.

### 4.3.3 Kleinhirn

Das Kleinhirn (Cerebellum) ist das wichtigste Integrationszentrum für die Tonusabstimmung und Koordination von Rumpf- und Extremitätenbewegungen (► Kap. 3 »Motorische Systeme, Kleinhirn«). Alle an der Motorik beteiligten Systeme (► Kap. 3 »Motorische Systeme«) werden im Kleinhirn verschaltet, wodurch eine situationsentsprechende

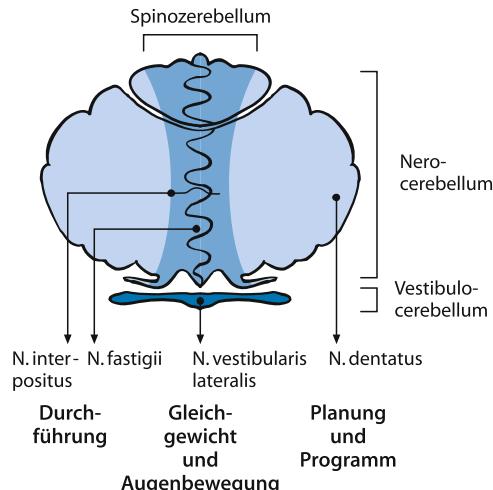


Abb. 4.9. Das Kleinhirn (Aus: Schmidt 2001)

de und harmonische Bewegungsausführung (reziproke Innervation) entsteht.

Aus Entwicklungsgeschichtlicher (Phylogenetische) und funktioneller Sicht wird das Kleinhirn in drei Anteile unterteilt. Entsprechend den einströmenden Afferenzen nennt man die Kleinhirnteile (► Abb. 4.9):

- Vestibulocerebellum,
- Spinocerebellum,
- Neocerebellum.

#### Vestibulocerebellum (Urkleinhirn)

Das Vestibulocerebellum ist der älteste Kleinhirnteil und wird daher auch als Archicerebellum (arche bedeutet Anfang) bezeichnet. Seine Afferenzen erhält es zum größten Teil über die **Vestibulariskerne** aus dem **Vestibularapparat** (Labyrinth) und aus dem **visuellen System**. Durch die Informationen aus den Vestibularorganen **koordiniert es die Augenbewegungen zur Kopfbewegung**. Es gewährleistet damit die Ausrichtung und Stabilisierung der Blickmotorik auf das Blickziel, vor allem bei Bewegungen des Kopfes (**vestibulookulärer Reflex**).

Durch seine engen reziproken Verschaltungen zu den Vestibulariskernen (Vestibularapparat), zum Rückenmark (s. Spinocerebellum) und zum visuellen System erhält das Vestibulocerebellum Informationen über die Stellung und Bewegung des Körpers im Raum.

#### Beachte

Das Vestibulocerebellum integriert die Halte- und Stellreaktionen des Hirnstamms in kortikale Bewegungsprogramme, wodurch es haltungs- und lokomotorische Prozesse steuert und kontrolliert.

Dabei projiziert es vor allem **an der Muskulatur des Rumpfes und an den proximalen Muskelgruppen**, um den Körper gegen die Schwerkraft im Gleichgewicht zu halten. Seine Hauptaufgabe liegt daher (neben der Okulomotorik s. oben) zusammen mit dem Spinocerebellum (s. unten) in der Modulation von Haltung, Tonus und Körpergleichgewicht (im Raum).

## 4

**Beispiel**

**Selbsterfahrung.** Wir fixieren mit den Augen ein Objekt und bewegen dabei den Kopf; die Augen bewegen sich dabei entgegen gesetzt der Kopf- bzw. Körperbewegung. Wir ermöglichen somit der Retina (Netzhaut) eine Blickerfassung bzw. -stabilisierung (s. Bogengangorgane). Der situationsbezogene, sehr schnelle Vorgang verläuft im Wesentlichen ohne bewusste kortikale Steuerung, was durch die direkte Verschaltung des Gleichgewichtssystems mit den motorischen Augenhirnnerven (III. N. oculomotorius, IV. N. trochlearis, VI. N. abducens) ermöglicht wird (vestibulookulärer Reflex).

Die vestibulookulären Reflexe lassen sich in die **statischen und statokinetischen Reflexe** unterteilen.

**Beispiel**

Wenn wir bei unserer Morgentoilette in den Spiegel schauen, um uns zu kämmen und zu waschen, können wir mit unseren Augen unser Spiegelbild fixieren, obwohl sich dabei permanent unser Kopf bewegt. Dies ist durch die reflexhafte statische Position der Augen auf dem Blickziel während der Körperbewegungen möglich.

Der wohl bekannteste statokinetische Reflex ist der **Nystagmus**. Wenn wir aus dem Fenster eines fahrenden Zuges schauen, fixiert unser Auge einen Punkt in der Landschaft. Während sich der Zug langsam an dem Fixierpunkt vorbeibewegt, verfolgen die Augen den Punkt entgegengesetzt der Fahrtrichtung. Entschwindet der Punkt aus dem Gesichtsfeld, springt das Auge nach vorn, um einen neuen Punkt in der Landschaft zu fixieren. Der Wechsel zwischen langsamer Auge folgebewegung (Fixierpunkt) und schnellem Springen zum neuen Fixierpunkt bezeichnet man als Nystagmus. (Das Springen von einem Fixierpunkt zum nächsten nennt man Sakkaden.)

**Exkurs Pathologie des Vestibulocerebellums.** Eine Schädigung zeigt sich vor allem durch Symptome, die die vestibuläre Verarbeitung betreffen. Es kommt zur **Gang-, Stand- und Rumpftaxie** sowie zu **Gleichgewichtsstörungen bei Rumpf- und Kopfbewegungen**. Der Gang wird breitbeinig und unsicher. Die Blickfixierung kann verloren gehen, was sich durch einen Spontannystagmus, der bereits in Ruhe auftritt, zeigen kann. Zudem können Gleichgewichtsstörungen, Übelkeit mit Erbrechen sowie ruckartige oder abgehackte Folgebewegungen der Augen

(Nystagmus) auftreten. Die Extremitäten sind in der Regel nicht betroffen.

**Spinocerebellum (Paleocerebellum oder Altkleinhirn)**

Das Spinocerebellum steht in enger Verbindung mit dem Vestibulocerebellum. Es wird auch als Vermis oder als Kleinhirnwurm bezeichnet. Seine **Hauptafferrenzen** kommen aus dem **Rückenmark (Propriozeption)**. Vor allem die **Nackenmuskulatur** besitzt im Verhältnis zu anderen Muskelgruppen eine besonders **hohe Anzahl an Muskelspindeln**. Dies ermöglicht **sehr exakte Informationen über die Position des Kopfes zum Rumpf** und somit über **die Position des Körpers im Raum**. Zudem erhält es Informationen aus dem motorischen und sensorischen Kortex sowie den vestibulären und visuellen Systemen über den Ablauf von Bewegungsvorgängen.

Es vergleicht dabei den **kortikalen Bewegungsplan und -ablauf** mit gespeicherten Bewegungsprogrammen (**Efferenzkopien**) und den somatosensorischen Informationen aus dem Rückenmark (Soll- und Ist-Zustand). Sobald eine Abweichung von der Efferenzkopie entsteht, greift es kontrollierend über den N. fastigii zu den motorischen Zentren des **Nucleus ruber** (► Kap. 2.2 »Hirnstamm«) an der Rumpfmuskulatur und über den Thalamus und die Basalganglien am motorischen Kortex an den proximalen Muskelgruppen ein.

**Beachte**

Das Spinocerebellum dient vor allem der Koordination von Haltungsbewegungen und Lokomotion.

Zudem unterhält der N. interpositus über den Thalamus Verbindungen zu den motorischen Kortizes, woraus eine modulierende Wirkung auf die distalen Bewegungsabläufe (PS) resultiert.

**Exkurs Pathologie des Spinocerebellums.** Die Pathologie des Spinocerebellums betrifft vor allem die Innervation der Haltungs motorik durch eine funktionelle Fehlabstimmung der entsprechenden Muskelgruppen (Agonisten und Antagonisten). Dies führt zu **Gang- und Standataxien** mit Schwankungen in alle Richtungen (vor, zurück und zur Seite). Vor allem in der unteren Extremität kann es zu einer ataktischen Störung der Zielmotorik kommen.

**i Therapierelevanz**

Um die propriozeptiven Informationen an das Spinocerebellum zu verstärken, werden in der Therapie z.T. Arm- bzw. Gewichtsmanschetten zur Ausführung zielgerichteter Bewegungen benutzt. Das Gewicht der Manschetten darf dabei die konstitutionelle Verfassung des Patienten nicht übersteigen. Der Einsatz von **Gewichtsmanschetten birgt die große Gefahr einer moto-**

#### 4.4 • Vierter sensomotorischer Regelkreis

**rischen Überforderung und der damit verbundenen Einübung von kompensatorischen Bewegungsmustern.** Zu Beginn sollten die Bewegungsziele eher großflächiger gewählt werden (Beispiel: Malen eines Seidentuchs ohne genaue Struktur) und mit Reduktion des Intentionstremors differenzierter (Beispiel: Auf das Seidentuch unten rechts rote kleine Kreise malen etc.). Auch hierbei bildet das vorhandene Bewegungspotenzial die Basis, um darauf aufbauend die Defizite zu therapieren.

#### **Neocerebellum (Cerebrocerebellum, Neukleinhirn oder Pontocerebellum)**

Mit den beiden Kleinhirnhemisphären bildet das Neocerebellum den größten und jüngsten Anteil des Kleinhirns. Seine **Hauptafferrenzen** erhält es über die Pons (reziproke Ver- schaltung) aus dem **Neokortex**. Über den N. dentatus und den Thalamus ist das Neocerebellum mit allen motorischen Kortizes reziprok verschaltet. Durch die neuronale Schleife zwischen Kortex – **Cerebellum** – Thalamus – Kortex, ist das Kleinhirn stets an der neuronalen Bewegungsplanung und Ausführung beteiligt.

##### ➤ Beachte

Die Hauptaufgabe des Neocerebellums liegt in der **Koordination und Harmonisierung** der im Kortex entstandenen Bewegungsabläufe, vor allem bei der Ausführung automatisierter zielmotorischer Bewegungsabläufe (Hand-Auge- und Hand-Hand-Koordination).

**Exkurs Pathologie des Neocerebellums.** Es zeigt sich eine Extremitätenataxie, bei der die Bewegungsimpulse meist überschießend sind und die Extremität über das Ziel hinausführen (**Dysmetrie** oder positiver Rebound). Die Bewegungen erscheinen stark verwackelt und werden bei Zielannäherung stärker (s. unten Intentionstremor). Es kommt zu einem gestörten Zusammenspiel der Extremitäten (**Koordinationsstörungen**). Die Sprache wirkt abgehackt und schleppend, wobei teilweise jede einzelne Silbe des Wortes betont wird (**skandierende Sprechweise**).

#### **4.3.4 Zusammenfassung: die Kleinhirnfunktionen**

- Stabilisierung der Blickmotorik auf ein Blickziel (vestibuloökularer Reflex)
- Steuerung und Korrektur der haltungsmotorischen Anteile (Tonus, Gleichgewicht)
- Harmonische Durchführung der vom Großhirn entworfenen Bewegungsprogramme, vor allem der Zielmotorik
- Koordination der Haltungsmotorik auf die Zielmotorik und Korrektur der Bewegungsabläufe (durch reaferen- ten Input)

##### ➤ Beachte

Die Funktionen des Kleinhirns liegen in der Regulation von Haltungs-, Ziel- und Blickmotorik (Poeck u. Hacke 1998).

**Exkurs Neuropathologie.** Eine zielgerichtete Bewegung beginnt mit der Kontraktion des Agonisten bei gleichzeitiger Hemmung des Antagonisten (s. reziproke Innervation). Gegen Bewegungsende werden die Antagonisten in dem Maße aktiviert, dass sie die Bewegung verlangsamen und zum richtigen Zeitpunkt stoppen. Vor allem propriozeptive Informationen steuern diese Verlangsamung. Bei einer Schädigung des Spinocerebellums ist dieses Zusammenspiel gestört. Die Anfangskontraktion des Agonisten ist verlängert, die Erschlaffung des Antagonisten ist verzögert oder fehlt. Die Kontraktion des Antagonisten, die die Bewegung abbremsen soll, fehlt. Der propriozeptive Input wird dadurch nicht mehr adäquat als Korrektursignal umgesetzt, und die Bewegungen werden abgehackt und überschießend (**Ataxie**). Parallel dazu tritt ein **Intentionstremor** auf, der mit zunehmender Zielannäherung stärker wird (Illert in Deetjen u. Speckmann 1992). **Intentions- oder Aktionstremor:** Der Intentionstremor ist gekennzeichnet durch ein Zittern der betroffenen Körperteile. Er zeigt sich durch eine rhythmisch alternierende Innervation der Agonisten und Antagonisten und ist willkürlich nur bedingt beeinflussbar. Der Intentionstremor tritt im Gegensatz zum Ruhetremor, der bei Störungen in den Basalganglien charakteristisch ist, immer bei einer Bewegungsausführung (Zielbewegung) auf und wird mit der Zielannäherung stärker, weshalb er in der neuen Literatur auch als Aktionstremor bezeichnet wird.

#### **4.4 Vierter sensomotorischer Regelkreis**

##### ➤ Beachte

Aufbauend auf die Haltungsmotorik ist der 4. SMRK [Synonyme: parapyramidales, nichtpyramidales System, extrapyramidal motorisches System (EPS)] vor allem an der **Planung und der automatisierten Ausführung** bewusst eingeleiteter Bewegungsprogramme beteiligt.

Zu seinen neuronalen Strukturen zählen vor allem:

- das limbische System,
- der Thalamus und
- die Basalganglien.

Dabei bildet der 4. SMRK eine Reihe neuronaler Schaltkreise, von denen der Hauptregelkreis zwischen Kortex, Basalganglien (Striatum, Pallidum), Thalamus und Kortex (► Kap. 3, □ Abb. 3.3) liegt. Neben den sensorischen Afferenzen aus dem parietalen Kortex (Somatosensorik) und dem inferior temporalen Kortex (vestibuläres Rindenfeld) spielen die Informationen aus den motorischen Kortizes (vor allem supplementär motorischer Kortex), die parallel zur Pyramidenbahn auch zu den Basalganglien projizieren, eine besondere Rolle.

#### 4.4.1 Funktionsweise

Die Basalganglien (vor allem das Striatum) erhalten Informationen aus:

- dem Gyrus cinguli (limbisches System, emotionale Bewertung),
- dem präfrontalen Kortex (exeukatives Zentralorgan, Bewegungsplanung),
- dem supplementär motorischen Kortex (vor allem interne Bewegungsinitierung, bimanuelle Tätigkeiten),
- dem prämotorischen Kortex [Innervation der Rumpf- bzw. rumpfnahen Muskulatur, deren Bewegung vor allem durch externe Reize (visuell, akustisch) ausgelöst wird],
- dem primär motorischen Kortex (Innervation der distalen Muskelgruppen, bewusste, feinmotorische Bewegungsabläufe).

Innerhalb des Hauptschaltkreises erfolgt eine hemmende (Striatum) oder bahnende (Pallidum) Verbindung, die nach der Umschaltung in den speziellen Thalamuskernen die verarbeiteten Informationen zu den jeweiligen motorischen Ursprungsgebieten der motorischen Kortizes zurückprojiziert. Dabei sind die Hauptverbindungen zwischen den Basalganglien (Striatum) und dem supplementär motorischen Kortex (Umsetzung des inneren Bewegungsplanes zur motorischen Ausführung) zu sehen.

##### Beachte

Die Basalganglien sind maßgeblich und modulierend (Hemmung/Bahnung) an jeder bewusst (willkürlich) eingeleiteten Bewegungsausführung beteiligt.

**Exkurs Neuropathologie.** Innerhalb der Basalganglien bestehen noch weitere Schaltkreise, von denen einer eine besondere therapeutische Relevanz besitzt. Zwischen dem **Striatum** (Eingangsstation der Basalganglien) und der **Substantia nigra** bestehen starke reziproke Verbindungen, bei denen u.a. die Substantia nigra (Pars compacta) durch ihre dopaminerigen Projektionen einen hemmenden Einfluss auf das Striatum ausübt. Man geht davon aus, dass das **Striatum**, das selbst einen hemmenden Einfluss auf die motorische Impulse (aus den motorischen Kortizes) besitzt, in seiner hemmenden Wirkung reduziert wird. Ein Untergang der dopaminerigen Projektionen aus der Substantia nigra hat demzufolge eine übersteigerte Aktivität, d.h. übersteigerte Hemmung der Bewegungsimpulse des Striatums zur Folge. Die Bewegungen werden verlangsamt, zäh fließend, sie »versanden« und werden in ihrem Variationsreichtum reduziert (► Kap. 8.3).

Das dadurch entstehende Krankheitsbild wurde schon vor knapp zweihundert Jahren von dem englischen Arzt James Parkinson als »shaking palsy« (**Schüttellähmung**) beschrieben. Heute weiß man jedoch, dass es sich nicht um eine Lähmung im eigentlichen Sinne handelt, sondern, wie oben beschrieben, mit dem Unter-

gang der dopaminerigen Neuronen in der Substantia nigra zusammenhängt. Man spricht daher heute von der **Parkinson-Krankheit** (Synonyme: Morbus Parkinson, Parkinson-Syndrom). Die Parkinson-Krankheit ist bisher nicht heilbar, dennoch konnten in den letzten Jahren Therapiefortschritte erzielt werden, die neben der Lebenserwartung auch zu einer deutlichen Steigerung der Lebensqualität beitragen.

#### 4.5 Fünfter sensomotorischer Regelkreis (pyramidales System)

Das fünfte sensomotorische System umfasst einen riesigen Leitungsbogen, dessen **afferente Projektionen** aus allen anderen subkortikalen Systemen stammen (aufbauend auf die 4. SMRK):

- dem Rückenmark (Hinterstrang- und Vorderseitenstrangbahnen),
- dem Hirnstamm (Vestibulariskerne),
- dem Kleinhirn (Reafferzenzen),
- den Basalganglien (motorische Planung) und
- dem Thalamus (Tractus thalamocorticalis, sensomotorische Informationen).

Die **efferenten Bahnen**, d.h. die Pyramidenbahn (► Kap. 3 »Motorische Systeme«), projizieren absteigend über die Capsula interna, zu allen oben genannten Eingangsstationen und kreuzen (größtenteils) in der Medulla oblongata (Tractus corticospinalis) direkt zur kontralateralen Seite (Motoneuronen) des Rückenmarks.

Es wird deutlich, dass die alleinige Beschreibung des primären somatosensorischen Projektionsareals »**Gyrus postcentralis**« als **Eingangsstation** und des primären motorischen Projektionsareals »**Gyrus praecentralis**« als **Ausgangsstation** noch nicht ausreicht, um den 5. SMRK zu beschreiben. Das System ist um ein Vielfaches umfassender und beinhaltet neben den großen Sinnensystemen (Auge, Ohr) auch die sekundären und tertiären Assoziationsareale für die höheren kognitiven und exekutiven Gehirnleistungen (► Kap. 6 »Neuropsychologie«).

##### Beachte

Das zentrale Verarbeitungsorgan (Kontrollorgan) des 5. SMRK bildet die gesamte Großhirnrinde.

#### 4.5.1 Funktionsweise

(Siehe auch ► Kap. 2 »Sensorische Systeme« und ► Kap. 3 »Motorische Systeme, Areale der Großhirnrinde«)

Über die funktionelle Beschreibung der Synapsen bestehen unterschiedliche Ansichten:

Einerseits hebt man die architektonische Struktur und damit eine **generelle Verortung der Systeme** hervor (Brod-

## 4.5 • Fünfter sensomotorischer Regelkreis (pyramidales System)

mann-Karte: Jedes System ist bei allen Menschen an der gleichen Stelle im Gehirn angelegt. Brodmann hat den Kortex in verschiedene Areale untergliedert und diese nummeriert). Dem steht jedoch entgegen, dass bei einer identischen Läsion z.T. unterschiedlichste Symptome auftreten können.

Andererseits spricht man von einem **Gesamtnetzwerk**, bei dem jede kortikale Nervenzelle mit jeder anderen kortikalen Nervenzelle in Verbindung steht und deren Funktion übernehmen könnte. Diese Ansicht wird dadurch unterstützt, dass bei der Reorganisation von neuronalem Gewebe Nervenzellen bei bestimmten Funktionen aktiv werden (z.T. hemisphärenübergreifend), die vor der Läsion andere z.T. sehr abweichende Aufgaben erfüllen. Bei 50 Milliarden Nervenzellen würde jedoch daraus eine unvorstellbar hohe Zahl an synaptischen Verbindungen resultieren. Bedenkt man, dass jede Verknüpfung mit einem Axon und seiner Myelinisierung (Gliazellen) verbunden ist, würde diese Ansicht beim Menschen zu einem unlösbaren Platzproblem führen (Roth 2001).

Die plausibelste Erklärung, die auch als Grundlage dieses Buches dient, integriert in abgeschwächter Form beide Ansichten. In dieser Erklärung sind eng benachbarte Zellen über kurze Assoziationsfasern direkt miteinander zu Zellverbänden »**Modulen**« (Aggregaten) verbunden (relative modalspezifische Verortung), während andere Zellen mit entsprechend langen Assoziationsfasern (interhemisphärisch) und/oder Kommissurenfasern (hemisphärisch) die Verbindungen zwischen den Modulen herstellen (**neuronales Netzwerk**). Dabei gestaltet sich die Verbindung der Neurone nicht mehr direkt von einem kortikalen Neuron zu jedem anderen Neuron, sondern über **Zwischenneurone** (man spricht von zwei Umschaltstationen), wodurch sich der Anteil länger reichender Axone um ein Vielfaches verringert und zugleich die Effizienz des Gesamtnetzwerkes gesteigert wird (Roth 2001).

### Beispiel

**Funktionsweise eines Netzwerkes: »Produktionswerk für Pkws«.** Vergleichen wir die Großhirnrinde mit einer Produktionsstätte für Pkws, bei der ca. zehntausend Mitarbeiter (Nervenzellen) beschäftigt sind. Dabei wird schnell klar, dass eine Vollvernetzung, bei der sich jeder Mitarbeiter mit jedem anderen Mitarbeiter austauschen müsste, keine optimale Lösung darstellen würde. Ebenso würde eine zu große Isolation der Mitarbeiter innerhalb einer Abteilung (Verortung) zu keinem positiven Gesamtergebnis »Pkw« führen.

Viel effektiver hingegen ist es, den Grad der Kommunikation (Austausch) innerhalb einer Abteilung in Form von Teams (Gruppenarbeit) möglichst hoch zu halten. Dabei ist ein Team (System oder Modul) für die Einlagerung eigen- oder fremdproduzierter Teile (Speicher), für den Rohbau der Karosserie, für die Lackierung, den Innenausbau, die Endmontage etc. zuständig. Das je-

weilige Gruppenergebnis der Teams bzw. der Abteilungen (parallele Verarbeitung) wird modalspezifisch kanalisiert und durch die Abteilungsleiter (hierarchische Verarbeitung) zu einem Gesamtprodukt zusammengetragen (neuronales Netzwerk).

Werden z.B. besonders viele rote Pkws benötigt, muss, ausgehend vom Verkauf, das Lager die Order zum Einkauf der roten Farbe erhalten und die Lackierung die Order zur Erhöhung der roten Stückzahlen (modalspezifisch). Der Fahrzeugrohbaum, der Innenausbau und die Endmontage sind in diesen Vorgang nur sekundär involviert. Diese Verschaltung begrenzt die Organisation, was wiederum ein planerisches Chaos verhindert und die Effizienz steigert. Wird ein Mitarbeiter aus einer Abteilung ausgetauscht oder versetzt, z.B. weil ein Kollege erkrankt, gelingt dies die Einarbeitung leichter, wenn er vorher eine ähnliche Tätigkeit ausgeführt hat (Feedforward). Fällt gar eine ganze Abteilung (Modalität) aus, hat dies unweigerlich Folgen auf das ganze System. Hierbei muss die Produktion mit den noch vorhandenen Kräften (Ressourcen) oder über den Einsatz freier Kapazitäten aus anderen Abteilungen aufrechterhalten werden.

Das Beispiel zeigt, dass es beim Gesamtergebnis eines Pkws weniger auf die Anzahl der Mitarbeiter (Zellen) ankommt, sondern vielmehr auf ihre adäquate Koordination (assoziierte Verknüpfungen). Dabei kann keine Abteilung alleine einen Pkw herstellen, und der Ausfall einer Abteilung hat unweigerlich auch Folgen auf die Gesamtproduktion (neuronales Netzwerk).

### 4.5.2 Verortung der Modalitäten (Module) innerhalb des neuronalen Netzwerkes

Wie schon erwähnt, kann eine in Art und Ausmaß identische Kortexläsion (PET) zweier Personen unterschiedliche Symptome aufweisen. An welcher Stelle und in welchem Umfang sich letztendlich die kortikalen Verknüpfungen manifestieren, hängt im Wesentlichen von dem Erbgut und von den Umweltfaktoren des Individuums selbst ab. Beispielsweise gibt es Menschen mit besonders guten Sinnesleistungen (Sehen, Hören etc.), einem besonderen handwerklichen Talent oder herausragenden Fähigkeiten in den höheren kognitiven Leistungen, wie z.B. ein fotografisches Gedächtnis. Ebenso besitzen blinde Menschen eine umfangreichere somatosensorische Repräsentation für die Tastempfindung als Sehende. Eine relative Verortung, die sich bei allen Menschen in etwa gleich, schreibt man den primären Projektionsarealen zu (frühmyelinisierende Areale).

#### Beachte

Je komplexer sich ein System gestaltet, umso umfangreicher werden seine assoziativen Verknüpfungen. Dadurch entfaltet sich auch die topische Lage entsprechend weit reichender und individueller (s. auch ► Kap. 4.4.3 »Neuronale Plastizität«).

### Therapierelevanz

Wo und in welchem Ausmaß eine Schädigung der kortikalen Strukturen auftritt, spielt für den Therapeuten nur eine sekundäre Rolle. Entscheidender ist die Art der Erkrankung und die daraus resultierende Funktionseinschränkung (Symptomatik). Sie bildet die Grundlage der therapeutischen Vorgehensweise.

## 4

### 4.5.3 Neuronale Plastizität

Die Aufnahme, Verarbeitung, Speicherung und Abgabe von Informationen durch das neuronale Netzwerk an die Umwelt bilden die Grundlage für die Anpassung und das Überleben des Individuums. Die Planung und Wiederholung erfolgreicher Handlungen bzw. die Vermeidung von Misserfolgen sichert dabei das Überleben. Diese lebenslange umweltbedingte Anpassung (Adaption) wird durch die Plastizität des Nervensystems ermöglicht.

#### Beachte

Die neuronale Plastizität ist abhängig von der Manipulation und dem Resultat (Erfolg oder Misserfolg) im Zusammenspiel zwischen Mensch und Umwelt. Alle Lernprozesse einschließlich der kindlichen Reifungsprozesse sind Ausdruck neuronaler Plastizität.

Die Aussprossung von Axonen und Dendriten und die damit verbundene Bildung von neuen synaptischen Verknüpfungen schreibt man bestimmten **Wachstumsfaktoren** zu. Diese wachstumsfördernde Proteine, die in den ersten Lebensjahren, in der Pubertät, während der Schwangerschaft und nach einer **Gehirnläsion** (Reorganisation) in **besonders hohem Maß nachgewiesen werden**, spielen dabei eine weSENTLICHE Rolle.

Bedingt durch die ständig neue und lebenslange Auseinandersetzung mit taktilen Reizen und dem damit verbundenen Neuhinzkommen von epikritischen und propriozeptiven Erfahrungen, besitzen die sensomotorischen Kortexareale eine sehr hohe neuronale Plastizität (was sich positiv auf den Rehabilitationsprozess auswirkt).

#### Beachte

Ein Mensch entwickelt im Laufe seines Lebens sein ganz persönliches neuronales Netzwerk.

Neben seinen genetischen Programmen übt er einen Beruf mit bestimmten Fertigkeiten aus, betreibt besondere Hobbies oder spezielle Sportarten und gestaltet dadurch sein eigenes individuelles Netzwerk. Untersuchungen durch bildgebende Verfahren (Positronenemissionstomographie-PET) zeigen, dass z.B. Klavierspieler oder Blinde, die die Braille-Schrift (Blindenschrift) lesen, eine größere kortikale Repräsentation der feinmotorischen Areale besitzen

als andere, die keine derartigen Fertigkeiten entwickelt haben.

#### Beachte

Ein verändertes sensomotorisches Erleben führt zur strukturellen (anatomische Architektur) und funktionellen Veränderungen des ZNS.

Einerseits werden dabei wichtige, relevante Information gespeichert und zweckbezogen (erfolgreich) umgesetzt und andererseits unzweckmäßige Verknüpfungen entfernt (► Kap. 6 »Neuropsychologie, Lernprozesse«).

### 4.5.4 Reorganisationsprozesse

Eine zentralnervöse Schädigung (z.B. Infarkt) führt meist zu einer drastischen Veränderung der Lebenssituation. Selbst einfachste Aufgaben wie das Waschen, das Anziehen, die Nahrungsaufnahme (ADLs) oder die Mitteilung der Grundbedürfnisse sind dem Patienten nicht mehr oder nur noch eingeschränkt möglich. Zu diesem Zeitpunkt besteht eine sehr hohe Anforderung an die zentrale Plastizität (s. oben Ausschüttung der Wachstumsfaktoren). Das ZNS ist zur schnellstmöglichen Wiederherstellung der grundlegenden Funktionen gezwungen, d.h. zur Erfüllung der Pri-märbedürfnisse.

Die motorische Art und Weise mit der der Betroffene dabei seine Situation meistert, ist prägend für die weiteren Reorganisationsprozesse. In dieser Phase besteht zwar eine erhöhte Bereitschaft zur Rückgewinnung verloren gegangener Funktionen, bedingt jedoch durch eine fehlende Stimulation (gelernte Inaktivität), den Gebrauch kompensatorischer Bewegungsmuster oder gar falsches Handling, kann daraus eine unzweckmäßige Reorganisation resultieren.

#### Beachte

Unmittelbar nach einer Läsion liegt das primäre Ziel in der Rückgewinnung normaler Bewegungsmuster. Kompensatorische Bewegungsstrategien hemmen physiologische Bewegungsabläufe. Ein frühestmöglicher Therapiebeginn im Sinne »normaler Bewegungsanbahnung« ist daher unabdinglich.

Die von der Läsion zerstörten Zellverbände (► Abb. 4.10, schwarzer Bereich) sind in der Regel nicht mehr reversibel. Um diese Gebiete (► Abb. 4.10) befinden sich jedoch Zellstrukturen, die zwar, bedingt durch die Läsion, ihre Verknüpfungen bzw. Funktion (Funktionsstoffwechsel) verloren haben, jedoch in ihrem Strukturstoffwechsel (Existenzstoffwechsel) noch intakt sind. Da für jede Zelle sowohl der Struktur als auch der Funktionsstoffwechsel überlebensnotwendig ist, führt die mangelnde oder fehlende Stimu-

#### 4.6 · Zusammenfassung: die sensomotorischen Regelkreise

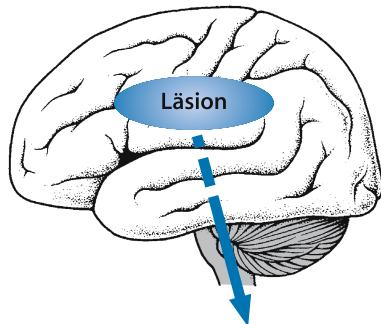


Abb. 4.10. Reorganisation

lation (Funktion) dieser Randgebiete zur Abwanderung und damit verbunden zur **Funktionsübernahme in anderen Zellverbänden**. Im Zuge dessen kommt es zu einem weiteren kortikalen Repräsentationsverlust der ohnehin auf der zum Läsonsort kontralateralen Körperseite betroffenen Körperregionen. Ein frühestmöglicher Therapiebeginn (soweit es die konstitutionelle Verfassung des Patienten erlaubt) ist unabdinglich, um einerseits eine Abwanderung zu verhindern und andererseits die Zellverbände an die Funktionsübernahme der geschädigten Strukturen zu binden.

#### 4.5.5 Sensomotorische Funktion

Auf die enge Verflechtung der Großhirnrinde mit den Basalganglien [5. (PS) und 4. SMRK (EPS)], vor allem zwischen dem supplementär motorischen Kortex und dem Striatum, wurde schon im Kapitel »Motorische Systeme« hingewiesen. Eine **Untergliederung** liegt darin, dass:

- der 4. SMRK [Basalganglien (Stammganglien)] eher für die automatisierten (proximalen, grobmotorischen) und
- der 5. SMRK (Kortex) eher für die bewussten (distalen, feinmotorischen) **Anteile eines Bewegungsablaufs** verantwortlich ist.

Das vierte System innerviert dabei im Wesentlichen an der proximalen bzw. an der rumpfnahen Muskulatur, während das fünfte System die Adaption der differenzierten Greifformen über die distalere Muskulatur reguliert (Abb. 3.2), wobei jedoch auch diese Einteilung nur bedingt anwendbar ist, da z.B. das Wegschlagen einer Fliege oder das Wegziehen der Hand von einem heißen Gegenstand zwar völlig automatisiert bzw. automatisch ausgeführt wird, aber dennoch eine Innervation der distalen Muskelgruppen voraussetzt. Hierbei wird vor allem dem **Nucleus ruber** (► Kap. 3 »Motorische Systeme, Hirnstammkerne«) eine besondere Bedeutung zugeschrieben. Das Wegziehen der Hand wird dabei

vielleicht in der Geschwindigkeit und im Ausmaß variieren, es wird jedoch immer das stereotype Wegziehen der Hand bleiben und nie die Variationsbreite der komplexen distalen Bewegungsmöglichkeiten, wie sie durch das fünfte System möglich werden, erreichen.

#### Beachte

Durch das fünfte sensomotorische System ist es dem Menschen möglich, neue, höchst differenzierte, zielgerichtete Bewegungen bewusst einzubüben und situationsentsprechend erfolgreich einzusetzen (z.B. beim Sport, bei Artistik, beim Spielen von Musikinstrumenten etc.).

Bei dem Selbstversuch in ► Kap. 3 »Motorische Systeme«, ► Abschn. 3.2.4, wurde 4-mal der Buchstabe A, ohne Vorgabe von Form und Größe, aufgeschrieben. Die Bewegungsausführung erfolgte weitgehendst automatisiert (4. SMRK), wohingegen das bewusste exakte Nachfahren der As eher der kortikalen Steuerung (5. SMRK) unterlag.

**Die bewusste Steuerung** (über den 5. SMRK)

- benötigte eine **höhere Aufmerksamkeit**,
  - wurde mit einem **höheren Tonusniveau** und
  - mit einer **geringeren Bewegungsgeschwindigkeit** ausgeführt als die vorherige automatisierte Steuerung.
- Automatisierte Bewegungen orientieren sich dabei an bestehenden Feedforward-Programmen, d.h., es sind Bewegungen, die schon durch frühere Erfahrungen (Feedback) gewonnen wurden.

#### Beachte

Bei neuen differenzierten, sehr bewussten Bewegungen muss das ZNS die Bewegungsausführung stärker mit den Feedbacksystemen (Erzeugungs- bzw. Ergebnisfeedback) vergleichen und evtl. korrigierend eingreifen.

Sie benötigen daher, wie oben beschrieben, eine höhere Aufmerksamkeit und mehr Zeit (Verrechnung im ZNS) für die Bewegungsausführung.

#### 4.6 Zusammenfassung: die sensomotorischen Regelkreise

Die □ Tabelle 4.2 zeigt die sensomotorischen Regelkreise im Überblick.

#### Zusammenarbeit der sensomotorischen Regelkreise

Der pyramidale Leitungsbogen zieht von den sensomotorischen Kortexarealen über die Pyramidenbahn (Tractus corticospinalis) direkt zu den überwiegend kontralateralen Motoneuronen ins Rückenmark. Während einer Bewegungsausführung erfolgen durch die sensorischen Feedbacksys-

■ Tabelle 4.2. Übersicht über die sensomotorischen Regelkreise

Sensomotorische Regelkreise	Zentren des ZNS	Funktion (Motorik)	Rezeptoren	Grad des Bewusstseins	Symptome beim Verlust der suprakortikalen Kontrolle (höherer Zentren)
1. SMRK	Segmentebene im Rückenmark (spinaler Eigenapparat)	Eigenreflexe (monosynaptischer Reflexbogen), automatisierte Tonusanpassung gegen die Schwerkraft	Muskelspindeln und Sehnenspindeln	Automatische, weitgehend unbewusste Reaktionen	Tetra- bzw. Paraplegie
Propriozeption (Tiefensensibilität)					Gesteigerte Reflexaktivität: Klonus, Spastik (► Kap. 8)
2. SMRK	Mehrere Segmentebenen (spinaler Eigenapparat)	Fremdreflexe, Schutzreflexe, Lokomotion, einfache Einzelbewegungen (Wisch-, Abwehrbewegungen)	1. SMRK	Zunehmendes Bewusstsein	Gesteigerte Reflexaktivität
Taktile (Oberflächensensibilität)			Rezeptoren der Haut (Mechanorezeptoren, Schmerz- und Thermozeptoren)		Positive (negative) Stützreaktion Gekreuzter Streckreflex
3. SMRK	Rückenmark, Hirnstamm, Cerebellum	Stell- und Gleichgewichtsreaktionen	1. SMRK	Zunehmendes Bewusstsein	Hirnstamm, gesteigerte Reflexaktivität: (TLR, STNR, ATNR)
Vestibular (Gleichgewichtssystem)		Tonusabstimmung zwischen der kortikalen Zielvorgabe (Ziel- und Greifbewegungen) und der Haltungsmotorik	2. SMRK		
			Vestibularorgan (Visus)		Kleinhirn: Gleichgewichtsstörung, Ataxie (► Kap. 8)

## 4.6 · Zusammenfassung: die sensomotorischen Regelkreise

■ Tabelle 4.2. Übersicht über die sensomotorischen Regelkreise (Fortsetzung)

Sensomotorische Regelkreise	Zentren des ZNS	Funktion (Motorik)	Rezeptoren	Grad des Bewusstseins	Symptome beim Verlust der suprakortikalen Kontrolle (höherer Zentren)
4. SMRK	Rückenmark, Hirnstamm, Thalamus, limbisches System, Basalganglien	Haltungsmotorik, Gleichgewichtsreaktionen (Grobmotorik), Rumpf und proximale Gelenke, erlernte automatisierte Bewegungen, wie z.B. Autofahren	1., 2. und 3. SMRK, vor allem Basissinne	Zunehmendes Bewusstsein	Akinese, z.B. Parkinson
Extrapyramidal-motorisches System (EPS)					Hyperkinese, z.B. Athetose (► Kap. 8)
5. SMRK	Rückenmark, Hirnstamm, Thalamus, limbisches System, Basalganglien, Kortex	Neue, differenzierte Bewegungen, Ziel- und Greifmotorik (Feinmotorik), distale Gelenke	1., 2. und 3. SMRK, alle Sinnesorgane	Hohes Maß an Bewusstsein	Hemiplegie, -parese, Bewegungsstörung vor allem der Feinmotorik, es kommt zu Massensynergien
Pyramidal-motorisches System (PS)					Je nach Läsion sensomotorische und/oder kognitive Ausfälle (► Kap. 8)

teme Reafferzenzen, über die der weitere Bewegungsablauf (Kleinhirn) entsprechend der kortikalen Zielvorgabe moduliert wird. Um diese kortikale Leistung zu ermöglichen, bedarf es der **gesamten Großhirnrinde**, in die auch die großen Sinnessysteme wie Auge und Ohr (Fernsinne) sowie die Areale für die höheren kognitiven und exekutiven Gehirnleistungen im Frontal- und Parietallappen integriert sind.

Früher schrieb man dabei der Großhirnrinde die übergeordnete Kontrollfunktion in einem vom Rückenmark ausgehend hierarchisch aufgebauten System zu.

Aus den vorhergehenden Erklärungen wird jedoch deutlich, dass **alle fünf Regelkreise** in ihrer Gesamtheit für eine physiologische Bewegungsausführung notwendig und verantwortlich sind. Die Innervation der Rumpf-, der Becken- und der Schultermuskulatur (z.B. für die automatisierte Ausführung von Gleichgewichtsreaktionen) erfolgt schon vor dem Heben des Armes und dem bewussten Greifen der Hand.

### Beispiel

**Selbstversuch.** Wenn wir aus dem aufrechten Stand unsere locker herunterhängenden Arme auf ca. 90° Flexion anheben, erfolgt schon kurz vor der Armbewegung eine dezente stabilisierende Schwerpunktverlagerung der Beine und des Rumpfes nach posterior, um so das adäquate Gegengewicht für die Armhebung herzustellen.

**Wechselspiel zwischen bewussten und automatisierten Bewegungsabläufen: Spaziergang.** Wenn sich zwei Menschen bei einem Spaziergang unterhalten, geschieht das Gehen weitgehend automatisiert. Selbst kleinere Hindernisse, die keine besondere Herausforderung für das Gleichgewichtssystem darstellen, werden unter minimaler Beachtung umgangen. Die bewusste Aufmerksamkeit wird weiter dem Gespräch gewidmet. Gewinnt jedoch der Inhalt des Gesprächs eine stärkere Bedeutung, so bleiben die Personen stehen, um ihre ganze Aufmerksamkeit (Bewusstsein) auf das Gespräch zu lenken. Umgekehrt führt ein relativ schweres Hindernis, wie z.B. der schmale Steg einer Brücke,

cke, zum Verstummen des Gesprächs, und die Aufmerksamkeit liegt in der Überwindung des Hindernisses. Bewusste und automatisierte Bewegungen fließen somit graduell und situationsentsprechend ineinander über, wobei man grundlegend davon ausgehen kann, dass der überwiegende Bewegungsanteil eines Erwachsenen im Sinne einer bewussten Handlung automatisiert ausgeführt wird.

## 4

## Praxis

**Gespräche.** Gespräche, die sich nicht auf die Therapieinhalte beziehen, sollten nicht stattfinden bzw. auf den Therapieanfang oder das Ende begrenzt sein. Um dem Gespräch zu folgen, muss der Patient seine Aufmerksamkeit auf das Gespräch lenken, wodurch sie für die Bewältigung der Aufgabe verloren geht (s. oben, Beispiel Spaziergang).

**Bewegungsanweisungen.** Die Bewegungsanweisung sollte im Sinne einer Handlung bzw. einer Zielvorgabe erfolgen. Zudem sollte sich die Anweisung auf die bewussten Bewegungsanteile beziehen, wie z.B. »Holen Sie die Gegenstände aus dem Karton« oder »Streichen Sie mit Ihrer rechten Hand über den linken Ellenbogen« etc. Die Einstellung der Schulter (Zielmotorik), des Rumpfes (Haltungsmotorik, automatisierte Bewegungsanteile) wird eher nonverbal gefacilitiert.

**Funktionsanbahnung.** Bei der Funktionsanbahnung physiologischer Bewegungen sollte einerseits die assoziative Stimulation des defizitären Moduls (z.B. der gestörten Sensibilität) stattfinden, andererseits erleichtern bekannte Bewegungsprogramme (Feedforward-Programme) die assoziative Ausführung. Beide Punkte widersprechen sich nicht, sondern sollten vielmehr die Inhalte der Therapie bestimmen (► Kap. 11 »Fallbeispiele«). Die Aktivitäten müssen sich dabei nicht auf die ADLs beschränken (wobei unbestritten in ihnen eine besondere Priorität liegt), sondern können in therapierelevanter, abgewandelter Form bekannte Aktivitäten (Handlungen) des gesamten Lebens (Hobby, Beruf, bekannte Spiele etc.) beinhalten.

### Beachte

Bei der Funktionsanbahnung sind bekannte Bewegungen, Tätigkeiten, Handlungen etc. leichter wieder zu erlernen als Bewegungsmuster neu zu erlernen.

Die Assoziation (Identifikation und Interpretation) und das Hantieren fällt bei bekannten Gegenständen, wie z.B. einer Kaffeetasse, einem Bügeleisen oder einer Getränkeflasche, deutlich leichter als bei einem relativ abstrakten Therapiemedium. Bei einem bekannten Gegenstand werden geringere Aufmerksamkeitsressourcen benötigt, und die Bewegung (da mehr automatisierte Anteile vorhanden sind) wird mit einem geringeren Tonusniveau und einer höheren Be-

wegungsgeschwindigkeit ausgeführt. Zudem liegt in der Befriedigung der Primärbedürfnisse (Selbstständigkeit) und bei Bewegungen, die einem bestimmten Zweck dienen, ein weitaus höheres Motivationsniveau vor als bei Bewegungsmustern, die nicht unmittelbar einen Sinn ergeben. Hierbei sollten jedoch nicht zu viele alltagsrelevante Medien gleichzeitig eingesetzt werden, da hieraus eine Reizüberflutung resultiert. Vielmehr sollte eine auf die Symptomatik bezogene Auswahl, zu deren Bewältigung der Patient in der Lage ist (obere Leistungsgrenze), stattfinden, beispielsweise für gröbere Greifbewegung eher größere Gegenstände (z.B. Getränkeflasche) bzw. für die Feinmotorik eher differenzierte feinere Objekte (z.B. Stecknadeln oder Geldmünzen). Gleichermaßen gilt für die sensorischen Einschränkungen.

### Beachte

Eine Extremität, die nicht bewusst ist, wird auch nicht vom ZNS eingesetzt.

Das **Bewusstwerden** kann angeregt werden durch:

- Lagerung des Armes im Gesichtsfeld (visuell),
- Zug und Druck bei der passiven Mobilisation,
- aktiv-assistiven bzw. aktiven Stütz oder Stand (propriozeptiv),
- Vibration, Ausstreichen, Bürsten (taktile) oder
- aktiv-assistiven Einsatz der Extremität in eine alltägliche Handlung (Feedforward-Programme).

# Neuromuskuläre Grundlagen normaler Bewegungen

## 5.1 Wirkungsprinzipien der Muskulatur – 84

- 5.1.1 Schwerkraft – 84
- 5.1.2 Bewegungsausführung – 85
- 5.1.3 Konzentrische und exzentrische Muskelkontraktion – 86
- 5.1.4 Wirkungsweisen von Muskelketten – 88

## 5.2 Bewegungsebenen – 89

- 5.2.1 Sagittalebene – 89
- 5.2.2 Frontalebene – 89
- 5.2.3 Transversalebene – 89

## 5.3 Unterstützungsfläche (USF) – 91

- 5.3.1 Grundstellungen – 91
- 5.3.2 Liegen, große USF – 92
- 5.3.3 Sitzen, mittlere USF – 93
- 5.3.4 Stand, kleine USF – 94
- 5.3.5 Nutzung der Unterstützungsfläche – 95
- 5.3.6 Transfer zwischen den Unterstützungsflächen – 95

## 5.4 Schlüsselpunkte (SP) – 95

## 5.5 Gleichgewichtsreaktionen/Balance – 97

- 5.5.1 Equilibriumsreaktionen – 98
- 5.5.2 Stellreaktionen – 99
- 5.5.3 Stützreaktionen – 99

## 5.6 Bewegungsanalysen – 100

- 5.6.1 Vom Liegen zum Sitz – 101
- 5.6.2 Vom Sitz zum Stand – 103
- 5.6.3 Vom Stehen zum Gehen – 105

## 5.7 Lernaufgaben und Lösungen – 115

- 5.7.1 Aufgaben – 115
  - Schultergelenk, Becken und Hüftgelenk* – 116
- 5.7.2 Lösungen – 118

Bereits pränatal, aber vor allem postnatal, setzt sich das Individuum mit der **Schwerkraft** auseinander. Im Zuge der motorischen Entwicklung (d.h. der kortikalen Reifung) differenzieren sich die **Bewegungsmuster**, bis sie schließlich beim Erwachsenen im Sinne einer Handlung (bewusstes Bewegungsziel) überwiegend **automatisiert** und **funktionell** umgesetzt werden.

#### Beachte

Kenntnisse über normale Bewegungsmuster sind die Voraussetzung, um Bewegungsabweichungen und – noch wichtiger – ihre Ursachen zu erkennen und darauf aufbauend Therapieziele festzulegen und die therapeutische Vorgehensweise zu planen.

Schwer betroffene Patienten zeigen häufig eine klarere Symptomatik als Patienten mit eher diskreten Auffälligkeiten, die nur in bestimmten Ausnahmesituationen auftreten. Diskrete Formen können leicht übersehen werden. Innerhalb normaler Bewegungsmuster, die sich im Querschnitt der Bevölkerung nahezu gleichen, kommt es zu mehr oder weniger individuellen Abweichungen.

Ein Mensch hat:

- **angeborene** (automatische) und
- **erlernte** (automatisierte) **Bewegungsmuster**.
- **Physische** (Konstitution) und **psychische** (Angst, Stress, Motivation) Faktoren beeinflussen die Bewegungsausführung.

Bekannte Personen erkennt man akustisch häufig schon am Geräusch ihres Gangbildes, oder man kann visuell von weitem anhand der Körperbewegung darauf schließen, ob es sich um eine Frau oder einen Mann handelt.

Alle Bewegungsmuster mit ihren individuellen Abweichungen im Gesamten zu erfassen und zu beschreiben ist kaum möglich. Es bestehen jedoch innerhalb der Bewegungsabläufe bestimmte **Grundstellungen**, in denen sich der Körperschwerpunkt symmetrisch in seinem relativen Gleichgewicht (**Körpermitte**), d.h. in der körpereigenen Unterstützungsfläche (**USF**) befindet und von denen aus Bewegungen initiiert werden. Diese **Grundstellungen** sind:

- Liegen,
- Sitzen und
- Stehen.

Die Körperposition innerhalb einer Grundstellung, sowie der Positionswechsel von einer Grundstellung zur nächsten, die sich in etwa innerhalb der Gesamtbevölkerung gleichen, bilden, aufbauend auf die biomechanischen Gesetzmäßigkeiten, die Schwerpunkte der weiteren Beschreibung.

**Exkurs, motorische Entwicklung:** Die wohl ersten physiologischen Bewegungsmuster des Neugeborenen sind die sog. Stellreaktionen von Kopf und Rumpf. Sie dienen als Grundlage zur Entwicklung der späteren **Gleichgewichtsreaktionen** (freier Sitz ca.

6/7 LM). Die Extremitätenbewegungen sind anfangs von Massensynergien geprägt, die sich im Zuge der Hirnreifung (Myelinisierung) differenzieren und von proximal nach distal und zu **selektiven Gelenkbewegungen** entwickeln. Die Aneinanderreihung selektiver Gelenkbewegungen führt zu **physiologischen Bewegungsabläufen**, die zu Beginn eher planlos um des Bewegungswillens ausgeführt werden und später in der **Interaktion mit der Umwelt**, im Sinne einer Handlung (Bewegungsziel) funktionell umgesetzt werden. Der wiederholte Einsatz führt schließlich zu **funktionellen, automatisierten Bewegungsmustern** (► Kap. 3 »Motorische Systeme, Feedforward-Programme«), die die normalen Bewegungsabläufe des Erwachsenen prägen.

## 5.1 Wirkungsprinzipien der Muskulatur

### 5.1.1 Schwerkraft

Die Schwerkraft ist eine allgegenwärtige Größe, welche situationsabhängig die Tonusanforderung bestimmt. Um eine Bewegung im Raum auszuführen, vollzieht sich die neuromuskuläre Aktivität stets unter dem Einfluss der Schwerkraft. Ein Großteil aller Muskelaktivität dient der Körperhaltung und Positionierung im Raum (**Haltungshintergrund**, ► Kap. 3 »Motorische Systeme, Haltungsmotorik«).

Welche Muskelgruppen aktiviert werden, hängt von der Position des Körpers und seiner Extremitäten im Raum ab (s. »offene und geschlossene Muskelkette«). Die Art der Aktivität wird von der Bewegungsausführung (s. »konzentrisch – exzentrisch, gegen die Schwerkraft – zur Schwerkraft bremsend«) bestimmt. Die Anforderung an den Haltungshintergrund (Tonus- und Gleichgewicht) hängt vor allem von der jeweiligen USF, der zu bewältigenden Aufgabe und von den Umwelteinflüssen ab.

Das ZNS verfolgt dabei eine ökonomische Arbeitsweise, d.h., es wird stets nur die Muskelspannung (Tonus) aufgebaut, die gerade nötig ist, um das entsprechende Ziel zu erreichen. Eine normale Bewegung wird somit entsprechend des Bewegungsziels und der Schwerkrafeinwirkung moduliert.

#### Beachte

Der Körper setzt die Schwerkraft unterstützend zur Bewegungsausführung ein.

Dies wurde u.a. bei Astronauten deutlich, die in der Schwerelosigkeit eine wesentlich höhere Anstrengung für gezielte Bewegungen aufbringen mussten als auf der Erde. Muskelgruppen, die sich die Schwerkraft zu Nutze machen, müssen ohne sie einen wesentlich höheren Tonus für gezielte koordinative Bewegungen aufbringen. [Hieraus begründet sich die Argumentation, dass bei einer erworbenen zentralen Bewegungsstörungen die **Bewegungsan-**

## 5.1 • Wirkungsprinzipien der Muskulatur

**bahnung** ohne bzw. mit reduziertem Einfluss der Schwerkraft, wie z.B. im Bewegungsbad, nur sehr bedingt einsetzbar ist (► Kap. 4 »1. SMRK«). Eine Ausnahme macht die Bewegungsanhaltung bei zerebral gestörten Kindern, deren motorische Stufe dem des intrauterinen Entwicklungsstandes entspricht. Der Einsatz von Bewegungsbädern bei orthopädischen Leiden, z.B. zur Bewegungsentlastung, steht dabei außer Frage.

### 5.1.2 Bewegungsausführung

Der Bewegungsapparat besteht aus passiven (Skelett, Gelenke und Bänder) und aktiven Strukturen (Muskeln).

Die Hauptaufgaben des Bewegungsapparats sind:

- Aufrechterhaltung des Körpers gegen die Schwerkraft (Haltung, Gleichgewicht),
- Stütz- und Fortbewegungsfunktionen (untere Extremität),
- Hantier-, Gleichgewichts- und Stützfunktionen (obere Extremität).

**Kontraktion.** Ein Muskel kann seine Kraft nur durch das Zusammenziehen (konzentrisch) oder durch ein bremsen des Nachgeben (exzentrisch) seiner kontraktilen Elemente (Muskelfasern) entfalten. Die **Anspannung** (Tonus) der Muskelfasern ermöglicht die Bewegung.

Dabei unterscheidet man:

- **Agonisten:** Muskeln bzw. Muskelgruppen, die Bewegungen gegen die Schwerkraft ausführen,
- **Antagonisten:** Muskeln, die den Bewegungsablauf reaktiv begleiten (Gegenspieler).

Das Zusammenspiel zwischen Agonist (bahnend) und Antagonist (hemmend) dient dazu, den Bewegungsablauf nicht verzögert (z.B. Rigor) oder überschießend (z.B. Ataxie), sondern **harmonisch** zu gestalten (**reziproke Innervation** (Abb. 5.1), s. »Neurophysiologische Grundlagen«).

#### Agonist

Der Agonist ist der Muskel (Haupteffektor), der **gegen die Schwerkraft** arbeitet. Dies kann sowohl konzentrisch als auch exzentrisch geschehen.

#### Beachte

Der Agonist besitzt stets ein höheres Tonusniveau als der Antagonist.

#### Antagonist

Der Antagonist passt sich dem Agonisten reaktiv an (► Kap. 3, Abb. 3.5 »reziproke Hemmung«), wodurch er die Bewegung begleitet (moduliert) und zu einem harmonischen Bewegungsablauf führt.

#### Beachte

Der Antagonist zeigt stets ein niedrigeres Tonusniveau als der Agonist.

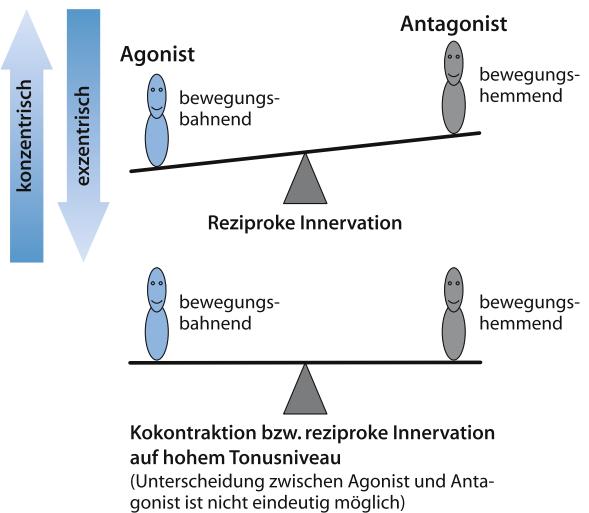
#### Beispiel

**Selbsterfahrung.** Wir zeigen einer Person unseren Bizeps, dabei muss sich der Ellenbogenbeuger isometrisch (im Gelenk findet keine Bewegung statt) kontrahieren, um das Volumen des Muskelbauchs möglichst stark zu präsentieren (**Agonist**). Der M. triceps, Strecker des Ellenbogengelenkes, wird gleichzeitig aktiv, um der Flexionsanspannung einen **antagonistischen** Gegenhalt zu bieten und so dem Beugerkontraktionsvolumen eine hohe **gleichzeitige Muskelanspannung** von Agonist und Antagonist zu ermöglichen. Eine hohe **gleichzeitige Muskelanspannung** von Agonist und Antagonist wird als **Kokontraktion bzw. reziproke Innervation auf hohem Tonusniveau** bezeichnet. Die Kokontraktion dient der Stabilität (z.B. Standbein oder ein Auto wegschieben, s. auch motorische Systeme: □ Tabelle 3.1).

#### Synergisten

**Synergisten** (Zusammenwirken, Mitspieler) sind Muskelgruppen, die an einer gleichsinnigen Bewegung beteiligt sind.

Der Begriff »**Synergisten**« wird in der Literatur z.T. unterschiedlich beschrieben. Häufig findet man die Definition: Alle an einer Bewegung gleichsinnig arbeitenden Muskeln werden als Synergisten (Mitspieler) bezeichnet, die dazu gegensinnig arbeitenden Muskeln als Antagonisten. Das heißt, man teilt die an einer Bewegung beteiligten Muskeln in zwei Gruppen: Zum Beispiel **bei der Hüftflexion** werden alle **Flexoren** als Agonisten bezeichnet und gelten als ago-



□ Abb. 5.1. Reziproke Innervation. Bei Kokontraktion ist eine Unterscheidung zwischen den Aktivitäten von Agonist und Antagonist nicht mehr eindeutig möglich

**nistische Synergisten.** Die gegensinnigen Extensoren werden als **Antagonisten** oder als **antagonistische Synergisten** zusammengefasst. Auf einen **Hauptmuskel** (Haupteffektor), wie z.B. den M. iliopsoas, wird nicht eingegangen. In anderen Vorstellungen sind Synergisten Muskelgruppen, die zwar an der Ausführung einer Bewegung unterstützend beteiligt sind, aber nicht hauptsächlich die Arbeit dafür übernehmen.

#### 5 Beachte

Es gibt **agonistische und antagonistische Synergisten**. Der Tonus der agonistischen Synergisten ist stets geringer als der des **Agonisten** bzw. bei den antagonistischen Synergisten als der des **Antagonisten**.

Synergisten arbeiten wie Agonisten und Antagonisten sowohl konzentrisch als auch exzentrisch.

#### Beispiel

Der stärkste Hüftflexor (Haupteffektor) ist der M. iliopsoas. Da er während der Hüftflexion die größte Arbeit gegen die Schwerkraft leistet, gilt er als Agonist. Andere Muskeln, wie z.B. der M. rectus femoris (längster Kopf des M. quadriceps femoris) sind synergistisch an der Flexion beteiligt. Ist die Bewegungsausführung durch den Hauptmuskels (M. iliopsoas) gestört, führt dies häufig zu einer synergistischen Kompensation des M. rectus femoris, was stets mit seiner Hauptfunktion, der Kniestreckung, verbunden ist.

Der Therapieschwerpunkt liegt in der **physiologischen Funktionsanbahnung** und damit verbunden in der **Reduzierung pathologischer Bewegungsmuster und kompensatorischer Bewegungsstrategien**. Daher wird in der Beschreibung der Behandlungssequenzen folgende **Definition** verwendet:

#### Beachte

Der Hauptmuskel (Haupteffektor) einer Bewegung wird als **Agonist beschrieben, die unterstützenden Muskeln werden als Synergisten und die Gegenspieler zusammenfassend als Antagonisten bezeichnet.**

### 5.1.3 Konzentrische und exzentrische Muskelkontraktion

Die **konzentrische Muskelkontraktion** bewirkt einen der Kraft bzw. Schwerkraft entgegengesetzten Spannungsaufbau. Bei der konzentrischen Aktivität ziehen sich Ansatz und Ursprung des Muskels zusammen: **Der Muskel verkürzt sich.**

#### Beachte

Bewegungen gegen die Schwerkraft oder gegen einen äußeren Widerstand erfordern **konzentrische Muskelkontraktion**.

#### Beispiel

**Konzentrische Muskelkontraktion.** Beim Transfer vom Sitz zum Stand arbeiten die Extensoren im Sprung- (Plantarflexoren), Knie- und Hüftgelenk sowie die Rückenextensoren **agonistisch gegen die Schwerkraft**.

Bei der **exzentrischen Muskelkontraktion** wirkt die Muskelanspannung bremsend zur Kraft bzw. Schwerkraft. Durch die exzentrische Aktivität rücken Ansatz und Ursprung auseinander: **Der Muskel verlängert sich.**

#### Beachte

Bewegungen, die zur Schwerkraft oder gegen den Widerstand **bremsend** ausgeführt werden, benötigen **exzentrische Muskelarbeit**.

#### Beispiel

**Exzentrische Muskelkontraktion.** Beim Transferwechsel vom Stand zum Sitz arbeiten die Extensoren im Sprung- (Plantarflexoren), Knie- und Hüftgelenk, sowie die Rückenextensoren **agonistisch bremsend zur Schwerkraft**, damit sich der Positionswechsel langsam und harmonisch gestaltet.

**Selbsterfahrung.** Wir heben mit den nahezu ausgestreckten Armen im Stand einen vollen Getränkekasten von einem Stuhl, bis die größtmögliche Flexion in den Ellbogengelenken erreicht wird. Danach stellen wir den Getränkekasten wieder langsam zurück. Das Anheben gegen die Schwerkraft geschieht durch eine konzentrische Aktivität der Armbeuger, das Zurückstellen durch eine exzentrische Aktivität. Beide Bewegungsabläufe (auch die augenscheinliche Ellbogenextension) wurden durch eine agonistische Aktivität der Armbeuger ausgeführt. Im Stand gehen wir mit unserem Oberkörper nach vorn und unten bis unsere Fingerspitzen (möglichst nahe) die Zehen berühren, und wieder zurück. Die Vorwärtsbewegung (Hüftflexion) des Oberkörpers wird durch eine agonistisch exzentrische Verlängerung der Hüftextensoren und der ischiokruralen Muskeln (was man durch das Ziehen in der Kniekehle spürt) ausgeführt. Der Rückweg erfolgt durch ihre agonistisch konzentrische Verkürzung.

**Exkurs, Neurophysiologie.** Um den gleichen Widerstand zu kontrollieren, rekrutiert das ZNS bei der exzentrischen Kontraktion weniger motorische Einheiten (neuromuskuläre Aktivität) als bei einer konzentrischen Kontraktion. Dadurch fällt dem Patienten die exzentrische Bewegung häufig leichter (da weniger anstrengend) als die konzentrische.

## Praxis

### Beachte

Einem hemiplegischen Patienten fällt häufig eine exzentrische Aktivität leichter als eine konzentrische.

### Beispiel

Beim **Aufstehen** (konzentrisch) verlässt der Patient seine Unterstützungsfläche (USF), den Stuhl, und bewegt sich in den freien Raum. Er gibt seine sichere USF auf, wird unsicher und muss einen höheren Haltungstonus für den Transfer aufbauen. Das Auftreten einer assoziierten Reaktionen (Spastik) wird wahrscheinlicher. Der Patient kompensiert über die weniger betroffene Seite und verhindert (hemmt) dadurch die physiologische Aktivität der betroffenen Seite. Der Positionswechsel stellt stets eine höhere neuromuskuläre Anforderung als die Einnahme der Position selbst. Daher treten abnorme Bewegungsmuster unter Aktivität deutlicher zum Vorschein. Kann die Ausgangsposition nicht symmetrisch eingenommen werden (s. Grundstellungen), wird auch der Positionswechsel entsprechend erschwert bzw. verhindert.

Daher gilt: »Der Weg ist das Ziel« (s. Bewegungsanalysen).

Beim langsamen **Hinsetzen** (exzentrisch) bewegt sich der Patient zur USF. Er wird sicherer, bewegt sich aus dem Extensormuster (untere Extremität) heraus und benötigt für den Bewegungsablauf eine geringere neuromuskuläre Aktivität. Die physiologische Bewegungsausführung wird wahrscheinlicher.

Beide Bewegungsabläufe wurden durch die agonistische Aktivität der gleichen Muskelgruppen ausgeführt, konzentrisch beim Aufstehen und exzentrisch beim Hinsetzen.

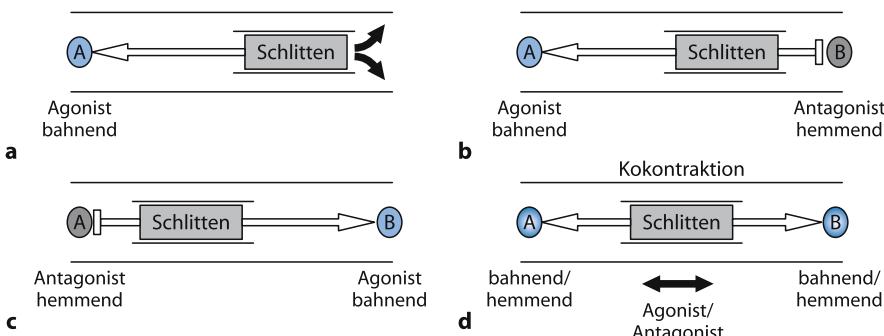
Fordert man den Patienten auf, seinen **betroffenen Arm konzentrisch zu heben** (Abb. 8.7, 1. Phase) und fehlt ihm dabei das Potenzial für eine physiologische Ausführung (hyper- oder hypoton), **kompensiert** er dies durch die Schultergürtelmuskulatur (2. Phase) bzw. durch die kontralaterale Rumpfmuskulatur (3. Phase). Er aktiviert dabei Muskelgruppen, die ihm derzeit zur Verfügung stehen. Dabei werden normale Bewegungsmuster durch stereotype Massenbewegungen (abnorme Bewegungsmuster) kompensiert. Beim Heben des Armes zieht die obere Extremität häufig in ein komplettes Flexionsmuster.

Bringt der Therapeut dagegen den **gestreckten Arm** des Patienten in eine 90° Abduktions- oder Flexionsstellung und fordert nun den Patienten auf, seinen ausgestreckten Arm langsam zur Nullstellung zu senken, erfolgt die Bewegung exzentrisch. Die exzentrische Bewegung fällt dem Patienten oft leichter, da sie aus dem Flexionsmuster herausführt und dennoch die gleichen Muskeln agonistisch, wie beim Heben des Arms (konzentrisch) tätig sind.

### Beachte

Durch einen exzentrischen Bewegungsablauf kann man die Qualität der konzentrischen Bewegung verbessern und umgekehrt.

Abb. 5.2 veranschaulicht die konzentrische und exzentrische Muskelkontraktion an einem einfachen Beispiel.



**Abb. 5.2a–d.** Zusammenfassung: konzentrische und exzentrische Muskelkontraktion. **a** zieht jemand (Agonist, A) einen schweren Schlitten schnell über das Eis, wird er aus seiner Spur ausbrechen. **b** Um dies zu verhindern, wirkt ein Bremsen oder Begleiter (Antagonist, B) bremsend auf die Zugrichtung ein. Dabei bestimmt der Agonist »A« (hemmend, reaktiv) die Aktivität des Antagonisten »B«, und zwar genau in dem Maße, dass der Schlitten in der Spur bleibt bzw. die Bewegung harmonisch ausgeführt wird (reziproke Hemmung). **c** Wechselt die Zugrichtung, wechselt das Agonisten-Antagonisten-Verhältnis »A–B« (reziproke Innervation). **d** Um den Schlitten stabilisierend zu halten, müssen beide Muskeln tätig werden [Kokontraktion (reziproke Innervation auf hohem Tonusniveau)]. Wird der Schlitten in Zugrichtung A einen Berg hochgezogen (entgegen der Schwerkraft), arbeitet A agonistisch konzentrisch, wird er bremsend den gleichen Berg heruntergelassen (bremsend zur Schwerkraft), arbeitet A agonistisch exzentrisch (Entsprechendes gilt für B in Zugrichtung B)

### 5.1.4 Wirkungsweisen von Muskelketten

**Offene Kette.** Bei der offenen, kinematischen Kette wird ein distaler Körperabschnitt (vor allem obere Extremität) gegen die Schwerkraft im freien Raum bewegt oder positioniert. Dies kann konzentrisch, z.B. beim Heben des Armes, oder exzentrisch, z.B. beim Senken des Armes, geschehen. Dabei werden vor allem die Muskelgruppen an der Körperoberseite aktiviert. Heben wir z.B. unseren ausgestreckten Arm nach oben, brauchen wir bei der konzentrischen Aufwärtsbewegung und bei der exzentrischen (langsam) Abwärtsbewegung die Muskelgruppen an der Armoberseite (Agonisten).

#### Beachte

Bewegungen in der offenen Kette können sowohl dynamisch beim Bewegen des Armes als auch statisch beim Halten des Armes in einer Position stattfinden.

**Geschlossene Kette.** Die geschlossene Kette bildet sich, wenn zwei oder mehr Teile des Körpers Bodenkontakt besitzen und der zwischen ihnen gelegene Teil des Körpers von der Basis weggehalten wird. Hierbei werden die Muskelgruppen an der Körperunterseite aktiviert, z.B. Brücke, Liegestütz etc. Ferner spricht man von der geschlossenen kinematischen Kette, wenn sich der Körper in seinem Körperschwerpunkt befindet und sowohl die dorsalen als auch die ventralen Muskelketten in gleicher Weise aktiv sind (Kontraktion), wie z.B. im Stand, oder während der Standbeinphase etc.

#### Beachte

Bewegungen, Positionen in der geschlossenen kinematische Kette werden in der Regel mit einer größeren Gewichtbelastung ausgeführt als Bewegungen in der offenen Kette.

Bei der **offenen Kette** wird ein Körperteil im freien Raum bewegt. Dabei **kontrahieren sich vor allem die Muskelgruppen an dessen Oberseite** (Abb. 5.3, A). Die offene Kette ist meistens mit **dynamischen Prozessen**, wie z.B. dem Hantieren mit Gegenständen, verbunden.

Bei der **geschlossenen Kette** berühren zwei oder mehrere Körperteile die Unterstützungsfläche. Hierbei **werden vor allem die Muskelgruppen an dessen Unterseite aktiv** (B). Die geschlossene Kette dient in der Regel **stabilisierenden Bewegungs- und Haltungsprozessen**, wie z.B. Haltungs- und Stützpositionen.

#### Therapierelevanz

In der Therapie geht es darum den Patienten, möglichst im Rahmen einer Aktivität so zu positionieren, dass die hypotenoten Muskelgruppen oder die, die den Muskelgruppen mit einer pathologischen Tonuserhöhung (Spastik) entgegenwirken (reziproke Hemmung), eine **agonistische Aktivität** ausführen. Dies kann im Rahmen einer offenen Kette, was eher mit dynamischen Bewegungen einhergeht, oder in der geschlossenen Kette geschehen (s. Fallbeispiele), was meist mit einer größeren Belastung im Sinne der Stabilität verbunden ist.

Obwohl man **Bewegungen in der geschlossenen Kette** vor allem der unteren Extremität zuschreibt, sind Funktionsverbesserungen in der oberen Extremität, wie z.B. der Armstütz für die Stabi-

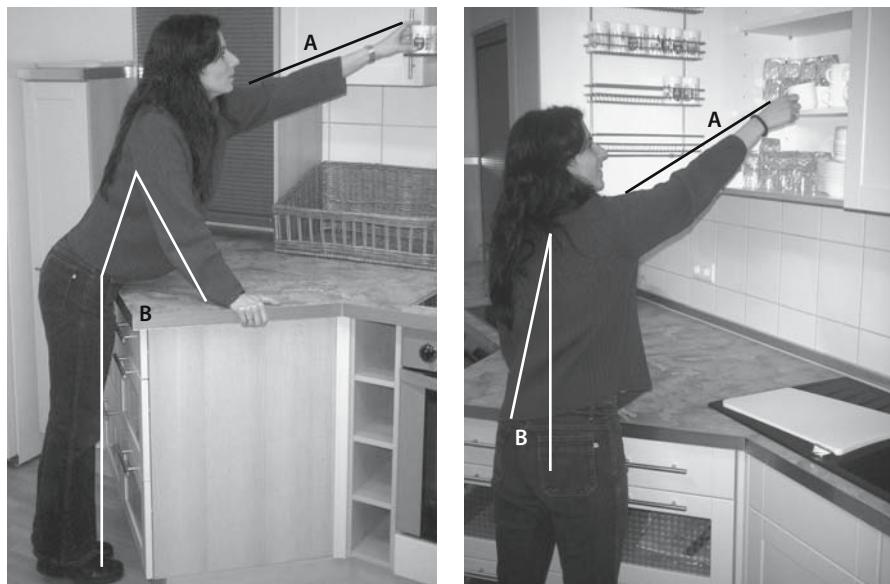


Abb. 5.3. Offene und geschlossene Kette

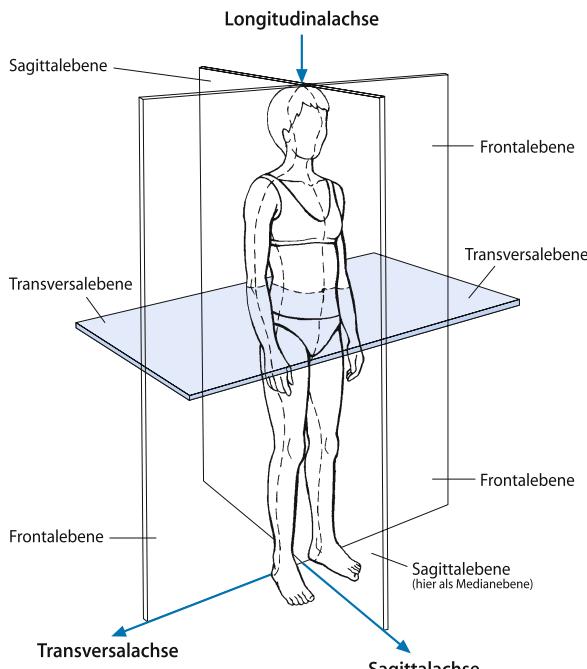
## 5.2 • Bewegungsebenen

lisierung des Schultergürtels, nicht zu unterschätzen. Die Bewegungen in der geschlossenen Kette werden mit einer größeren Belastung ausgeführt, wodurch bestimmte Mechanorezeptoren (► Kap. 4 »Sensomotorik, 2. SMRK – SA Rezeptoren«) sehr intensiv stimuliert werden. Dies erleichtert die Kontraktion der entsprechenden Muskulatur und verbessert neben der Gelenkstabilität die Muskelkraft, -leistung und -ausdauer, was wiederum die koordinativen und gleichgewichtsregulierenden Funktionen der Extremität steigert.

## 5.2 Bewegungsebenen

Um Bewegung im dreidimensionalen Raum zu beschreiben, unterteilt man den menschlichen Körper in Bewegungsebenen. Es werden **drei Hauptebenen** unterschieden (■ Abb. 5.4; nach Klein-Vogelbach 1996):

- Sagittalebene,
- Frontalebene,
- Transversalebene.



■ Abb. 5.4. Anatomische Nullstellung mit Bewegungsebenen

### 5.2.1 Sagittalebene

#### ➤ Definition

Unter der **Sagittalebene** versteht man alle vertikalen Ebenen, die parallel zu einer Ebene durch die Sutura sagittalis (Schädelängsnaht) ausgerichtet sind.

Die mittlere Sagittalebene trennt den Körper in zwei gleichgroße Körperteile (rechte und linke) und wird auch als **Median- oder Symmetrieebene** bezeichnet. In der Stand- und Sitzposition besteht eine vertikale Ausrichtung, in der Seitlage eine horizontale Ausrichtung der Sagittalebene.

#### ➤ Beachte

Die Bewegungen innerhalb der **Sagittalebene** vollziehen sich zwischen **ventral** und **dorsal** sowie zwischen **kranial** und **kaudal**.

#### Beispiel

Wird der Arm aus der anatomischen Nullstellung in die Flexion (Anteversion) und Elevation gebracht, vollzieht sich die Bewegung innerhalb der **Sagittalebene**. Die Flexionsbewegung geschieht über die frontotransversale Bewegungsachse.

### 5.2.2 Frontalebene

Die **Frontalebenen** sind **parallel zur Stirn** ausgerichtet. Die mittlere Frontalebene unterteilt den Körper in einen **ventralen** (vorderen) und einen **dorsalen** (hinteren) Körperabschnitt. In der Stand- und Sitzposition sowie in der Seitlage besteht eine vertikale Ausrichtung, in der Bauch- und Rückenlage eine horizontale Ausrichtung.

#### ➤ Beachte

Die Bewegungen innerhalb der **Frontalebene** vollziehen sich zwischen **medial** und **lateral** sowie zwischen **kranial** und **kaudal**.

#### Beispiel

Wird der Arm aus der anatomischen Nullstellung seitlich vom Körper weggeführt (Abduktion), vollzieht sich die Bewegung in der **Frontalebene** um die sagittotransversale Bewegungsachse.

### 5.2.3 Transversalebene

Die **Transversalebene** unterteilt den Körper in einen **kranialen** (oberen) und **kaudalen** (unteren) Körperabschnitt. Sie verläuft in der Stand- und Sitzposition horizontal, in Rücken-, Bauch- und Seitlage vertikal.

### Beachte

Die Bewegungen innerhalb der Transversalebene vollziehen sich zwischen **ventral und dorsal** sowie zwischen **medial und lateral**

### Beispiel

Wird mit am Körper anliegendem Oberarm und einem 90° flektierten Ellenbogengelenk der Unterarm nach lateral (außen) oder nach medial (innen) (d. h. Innen- und Außenrotation im Schultergelenk) geführt, so vollzieht sich die Bewegung innerhalb der **Transversalebene**. Die Rotation geschieht über die sagittofrontale Bewegungsachse.

### Praxis

#### Praxistipp

**Sagittalebene:** Man erkennt, dass Bewegungen innerhalb der Sagittalebene (Extension und Flexion) den geringsten Anspruch an das Gleichgewichtssystem und die reziproke Innervation zwischen den Rückenextensoren und den Bauchmuskeln (Flexoren) stellen. Der Körperschwerpunkt befindet sich innerhalb seiner Symmetrielinie (Körpermitte), wodurch sich die Körpermassen (rechts und links) gleichmäßig verteilen.

Eine muskuläre Dyskoordination der Rumpfmusculatur, die sich im Sitz (körpereigene USF) nur diskret zeigt, tritt häufig bei Bewegung in der Sagittalebene deutlicher zum Vorschein (Abb. 11.4, Fallbeispiel Herr K., Vorverlagerung des Oberkörpers).

#### Praxistipp

**Frontalebene:** Bewegt sich der Rumpf in der Frontalebene aus seiner Symmetrielinie z. B. nach rechts, müssen Gegengewichte aufgebaut werden (Kopf- und Rumpfstellreaktionen), die den Körper ohne ein Abstützen im Raum aufrecht erhalten. Dies bedeutet einen höheren Anspruch an das Gleichgewichtssystem. Die reziproke Innervation vollzieht sich hierbei schwerpunktmäßig nicht mehr zwischen den Extensoren und Flexoren, sondern zwischen der Rumpfmusculatur der linken Rumpfseite, die sich agonistisch lateralflexorisch verkürzt, und der rechten Seite, die das Körpermassenzentrum übernimmt und sich reaktiv antagonistisch verlängert (► Abschn. 5.5.2 »Rumpfstellreaktion«).

Ein Muskel kann nicht drücken, er kann sich konzentrisch verkürzen, oder er wird exzentrisch verlängert. Daher wird eine Lateralflexion, im Sinne der Rumpfstellreaktion, stets **agonistisch** ausgeführt, wobei sich dabei die gegenüberliegende Rumpfseite, die das Gewicht übernimmt, reaktiv antagonistisch verlängert (Lateralextension). Es macht wenig Sinn, die Lateralextension anzubauen (Ausnahme: Dehnung). Funktionell sollte die antagonistische Lateralextension der belasteten Seite reaktiv durch die agonistische Lateralflexion der gegenüberliegenden Rumpfseite herbeigeführt werden.

**Transversalebene:** Die Rotationsbewegungen in der Transversalebene beinhalten die größten Anforderungen an die Rumpfmusculatur. Flexoren und Extensoren müssen dabei z. T. schon innerhalb des Muskels reziprok zusammenarbeiten. Die Gewichte des Rumpfes bewegen sich nicht mehr innerhalb einer Ebene, sondern werden sowohl über die Sagittal- als auch Frontalebene geführt.

#### Beachte

Eine Bewegung sollte zunächst innerhalb der einfachsten Ebene (Sagittalebene) möglich sein, um sie dann auf die nächst höhere Ebene auszudehnen.

#### Praxistipp

Es macht wenig Sinn, nur Ziele im Bereich der Transversalebene anzubieten, wenn für den Patienten die Positionierung in der Sagittalebene noch nicht erreichbar ist. In diesem Fall sollte die Bewegungsvorgabe reduziert oder die therapeutische Unterstützung vergrößert werden. Um dem Patienten eigenständige Aktivität zu ermöglichen, sollte man eher mit dem Einfachen (Sagittalebene) beginnen und das Bewegungsausmaß mit zunehmendem Fortschritt gemäß den Schwierigkeitsgraden (Frontal, Transversal) ausbauen. Zudem bildet die physiologische Rumpfaufrichtung (Sagittalebene) die Voraussetzung zur Eröffnung höherer Bewegungsebenen (Frontal/Transversal, s. auch ► Kap. 8 »Rumpf«, Abb. 8.3–8.5).

Es ist wichtig, dass die jeweiligen Bewegungsebenen in eine zielgerichtete Handlung (Aktivität) integriert werden. Der Patient sollte die Bewegung möglichst automatisiert und aktiv ausführen, da nur auf diese Weise ein alltagsrelevanter Gewinn gewährleistet wird. Alltagssituationen werden von einem ständigen Wechsel zwischen symmetrischen und asymmetrischen Körperfunktionen geprägt. Nahezu jede Veränderung des Körperschwerpunktes ist mit einer **rotatorischen Komponente** verbunden (Transversalebene). Rotatorische Bewegungsanteile wiederum entstehen durch das harmonische Zusammenspiel (reziproke Innervation) zwischen den Flexoren- und Extensorenaktivität.

Das Verharren in einer Bewegungsebene entspricht nicht der Flexibilität normaler Bewegungsabläufe. Der Positionswechsel von einer Ebene zur anderen sollte deshalb auch schon erfolgen, wenn die Bewegungen der letzten Ebene noch nicht mit Bravour ausgeführt werden. Das Kind wird erst richtig frei sitzen, wenn es bereits stehen kann, bzw. wird erst richtig Stehen, wenn es gehen kann. Entsprechend kann die Feinabstimmung der Bewegung auf der zugrunde liegenden Ebene durch den Einsatz der nächsthöheren verbessert werden, soweit keine Überforderung entsteht.

### Zusammenfassung

- Bewegungen werden anhand von drei Bewegungsebenen beschrieben: Sagittal-, Frontal- und Transversalebene.

### 5.3 • Unterstützungsfläche (USF)

- Die Bewegungen innerhalb der Sagittalebene stellen die geringste Anforderung an die Haltungskontrolle, in der Frontalebene eine höhere und die Transversalebene stellt die größte Anforderung an die reziproke Innervation der Rumpfmuskulatur und an das Gleichgewichtssystem.

## 5.3 Unterstützungsfläche (USF)

Die allgegenwärtige konstante Kraft, die den Tonus und somit die Bewegung des Menschen beeinflusst, ist die **Schwerkraft**. Die Fläche, mit der der Körper Kontakt zur Unterlage hält, und der dazwischen liegende Bereich bilden die **Unterstützungsfläche (USF)**.

### Beispiel

**Selbsterfahrung.** Wir nehmen einen Textmarker und entfernen den Deckel. Nun stellen wir den Textmarker zuerst auf seine breite Rückseite. Dann versuchen wir, ihn mit möglichst wenig Unterstützung auf die Spitze zu stellen. Der Schwerpunkt des Stiftes erhält durch die große USF (Rückseite) eine breite Basis und bleibt stehen, während die Aufrechterhaltung des Stiftes auf seiner Spitze (kleine USF) wesentlich höhere Anforderungen an das Gleichgewicht stellt und der Stand nur mit Halten möglich ist. Versuchen wir die obige Situation mit unserem Körper nachzuspielen. Wir stellen uns mit hüftbreit auseinander stehenden Beinen in den normalen Stand und fühlen die Anforderung an unseren Haltungstonus und das Gleichgewicht. In dieser Position befindet sich der Körper in seiner körpereigenen USF (Körpergewichte sind rechts und links gleichmäßig verteilt), und die Anforderungen sind entsprechend gering. Nun gehen wir in den Einbeinstand (Verringerung der USF). Dabei verlässt der Körperschwerpunkt die körpereigene USF und verlagert sich in die Richtung der unterstützenden Extremität. Es muss eine Extensionsaktivität aufgebaut werden, die der Schwerkraft entgegenwirkt. Die Anforderungen an das Gleichgewicht und den Haltungstonus (Haltungskontrolle) steigen.

Eines der drei Axiome nach Newton besagt: »Wirken zwei Körper aufeinander ein, so ist die Kraft, mit der der erste Körper auf den zweiten wirkt, stets genauso groß (allerdings entgegengesetzt gerichtet) wie die Kraft, mit der der zweite Körper auf den ersten wirkt (Wechselwirkungsgesetz)«, d.h., dass jeder einwirkenden Kraft die gleiche Kraft entgegengesetzt werden muss.

### Beachte

Der Körper muss im Verhältnis zur Unterstützungsfläche einen mehr oder weniger hohen Tonus aufbringen, um eine Bewegung gegen die Schwerkraft auszuführen.

### 5.3.1 Grundstellungen

Je nach Bewegungsziel und Bewegungsausmaß variiert der Mensch die Größe seiner USF, entsprechend muss sich der aufzubringende Haltungstonus permanent an die neue Situation adaptieren. Die USF kann in der kompletten Rückenlage, der Seitenlage, dem Sitz, dem angelehnten Sitz, im Sitz auf einer mobilen Unterlage (Pezziball), im beidfüßigen Stand, im Stand auf einem Wackelbrett, im Einbeinstand, auf den Zehenspitzen etc. variieren.

#### Beachte

Verlässt der Körper die körpereigene USF (symmetrischer Sitz, Stand), muss er durch die Verlagerung des Körpers Gegen Gewichte (Gleichgewichtsreaktion) einsetzen, um dem Einfluss der Schwerkraft entgegenzuwirken.

Um die Bewegung dabei an die ständig wechselnden Anforderungen der Schwerkraft zu adaptieren, benötigen wir ein adäquates **Gleichgewichtssystem** (► Kap. 4.3 »Gleichgewicht«, ► Abschn. 5.5 »Gleichgewichtsreaktionen«).

#### Beachte

Die Grundstellung bedarf einer geringeren neuromuskulären Aktivität als der Transfer von einer Position zur nächsten.

Fehlt dem Patienten schon das Potenzial zur symmetrischen Positionierung in der Grundstellung, so wird ihm der Positionswechsel umso schwerer fallen, da dieser eine weit aus höhere Bewegungsanforderung stellt.

### Beispiel

**Selbsterfahrung: Grundstellung.** Wir nehmen die in der □ Tabelle 5.1 angegebenen Grundstellungen ein und differenzieren die Anforderungen an die Haltungskontrolle (Tonus, Gleichgewicht). In dieser Tabelle sind die Größe der USF sowie der jeweilige Haltungstonus und die Gleichgewichtsanforderung mit + (klein), ++ (mittel) oder +++ (groß) anzugeben.

Bitte erst weiterlesen, wenn Sie die drei Positionen eingenommen haben und die Ergebnisse in die □ Tabelle 5.1 eingetragen haben.

Wir erkennen, dass in der Regel die Rückenlage mit der größten USF die geringste Anforderung an den Tonus stellt. Im freien Sitz sind die Anforderungen an den Tonus höher und die USF entsprechend geringer. Im Stand, mit der kleinsten USF, müssen wir den größten Haltungstonus aktivieren.

#### Beachte

Je größer die Unterstützungsfläche desto geringer die Anforderung an den Haltungstonus und das Gleichgewicht; je kleiner die Unterstützungsfläche desto höher ist die aufzubringende Tonusaktivität sowie die Gleichgewichtsanforderung.

■ Tabelle 5.1. Selbsterfahrung\*

	Rückenlage	Freier Sitz	Stand
Unterstützungsfläche			
Haltungstonus			
Gleichgewicht			

\* Die »Auflösung« (ausgefüllte ■ Tabelle 5.1) finden Sie am Ende des Kapitels, S. 119

## 5

Die Auswahl der USF (groß oder klein, mobil oder stabil) bildet nur **einen möglichen Faktor** zur Beeinflussung der Tonusverhältnisse. Neben der USF spielen u.a. auch die Art und das Ausmaß der Aktivität, Umwelteinflüsse, sowie physische (Konstitution) und psychische Faktoren (Angst, Stress, Schmerzen etc.) eine nicht zu unterschätzende Rolle.

### Beachte

Beginnt man eine Aktivität aus der Liegeposition, d.h. aus der Körperhorizontalen in die vertikale, so ist dies stets mit einer höheren neuromuskulären Anstrengung verbunden als die Grundposition selbst (► Abschn. 5.9 »Bewegungsanalyse«).

### Beispiel

**Selbsterfahrung (zwei Personen).** Person A nimmt auf dem Boden in Rückenlage die Bridgingposition ein (beim Bridging wird das Gesäß vom Boden weggedrückt, sodass eine endgradige Hüftextension bei flektierten Knien entsteht). Person B bleibt daneben stehen. Wer kann seine Position länger halten? Obwohl Person A eine größere USF einnimmt, benötigt sie eine höhere Anstrengung als Person B mit der wesentlich kleineren USF.

### 5.3.2 Liegen, große USF

Die liegende Position wird innerhalb normaler Bewegungsvorgänge eher zum **Ruhen, Entspannen etc.** eingenommen. Zudem erfordert sie nur ein Minimum an Rumpfaktivität im Sinne von Haltungstonus und Gleichgewichtsreaktionen (Haltungshintergrund).

### Vorteile des Liegens

Entsprechend eignet sich z.B. die Rückenlage zur selektiven Funktionsanbahnung der Extremitäten, »das Gefühl für die Bewegung geben«. Es fällt dem Patienten in dieser Position meist leichter, seine pathologische Tonuserhöhung (assoziierte Reaktionen, Spastik) zu hemmen bzw. zu entspannen. Er muss nicht mit seiner mangelnden Rumpfkontrolle (Haltungstonus, Gleichgewicht) kämpfen.

Die Liegeposition kann in ihrer Anforderung stark variieren, z.B. kann von der Rücken- über die Seitlage der Transfer vom Liegen zum Sitz angebahnt werden (► Abschn. 5.9 »Bewegungsanalyse«). Ebenso können in der **Bauchlage** (wird meist nur ungern eingenommen) oder in der **Seitlage**, besonders von sehr schwachen Patienten, physiologische Bewegungsmuster ausgeführt werden. Liegt der Patient auf seiner betroffenen Seite, muss er diese beispielsweise stabilisierend einsetzen, um mit seiner weniger betroffenen Seite Bewegungen auszuführen. Die **Seitlage** auf der weniger betroffenen Seite eignet sich, um eine passive Mobilisation der Muskulatur bzw. der Gelenke, wie z.B. des Schultergürtels, durchzuführen.

Den vorteilhaften Einsatz der **Rückenlage** fasst ■ Übersicht 5.1 zusammen.

### Nachteile des Liegens

Die geringen Anforderungen an die Haltungskontrolle sind zum Aufbau von Haltungstonus bzw. zur Verbesserung der Rumpfaktivität nur sehr bedingt geeignet. Die Rückenlage ist ein **Muster der Extension**, da hemiplegische Patienten häufig über die Rückenextensoren (Tonus gegen die

#### ■ Übersicht 5.1: Vorteile der Rückenlage

- Bei mangelnder Rumpfstabilität hilfreich.
- Geringe Anforderung an das Gleichgewicht.
- Spastik ist durch die niedrige Tonusanforderung (große USF) eher kontrollierbar.
- Tonus kann **selektiv** aufgebaut werden (Hypotonus).
- Der Thorax wird frei (Extension WS), was wiederum die Atmung erleichtert.
- Schultergürtel und Extremitäten können durch Lagerung stabilisiert werden.
- Luxation wird bei einer physiologischen Position der Skapula durch das Dorsalgleiten des Humeruskopfes verhindert.

### 5.3 • Unterstützungsfläche (USF)

Schwerkraft) kompensieren, kann die Position auch eine pathologische Tonuserhöhung herbeiführen.

#### Beachte

Physiologische Bewegungen aus der (horizontalen) Rückenlage erfordern eine sehr hohe neuromuskuläre Aktivität, wie z.B. die Rotation des oberen gegen den unteren Rumpf. Patienten, vor allem in der Frühphase, sind dabei z.T. überfordert.

Der Schultergürtel – und dabei vor allem das Schulterblatt – wird durch das Körpereigengewicht fixiert. Fehlt die Stabilität des Schulterblattes in der Vertikalen (Sitz oder Stand), so können die in der Rückenlage gebahnten selektiven Extremitätenbewegungen **nicht alltagsrelevant** umgesetzt werden. In der Rückenlage kann man zwar dem Patienten das Gefühl selektiver Bewegungsabläufe vermitteln, die letztendliche Funktionsanbahnung muss jedoch unter dem Einfluss der Schwerkraft, d.h. im Sitz und/oder Stand erfolgen.

#### i Therapierelevanz

Die Rückenlage sollte nach Möglichkeit erst in einem späteren Therapiestadium eingesetzt werden, d.h., wenn der Patient schon über die nötige Rumpfkontrolle verfügt, wie beispielsweise zur Anbahnung von selektiven Bewegungen. Häufig findet vor allem in der Frühphase das »Bridging« seinen Therapieeinsatz (s. oben »Selbsterfahrung«). Hierdurch erhält zwar der Patient die Möglichkeit, um sich von einer Bettseite zur anderen zu bewegen (Selbstständigkeit). Um die physiologische Hüftextension mit Rumpfaktivität anzubahnen, bringt der Stand meist die größeren funktionellen Vorteile. Ein Patient, der das Bridging beherrscht, kann in der Regel auch (mit Unterstützung) stehen (Ausnahmen bestätigen die Regel). Im Stand kann man die USF z.B. durch eine ventrale Begrenzung an der Therapiebank, eine Positionierung mit dem Rücken in einer Zimmerecke (beidseitige Begrenzung) oder an der flachen Wand vergrößern. Die Einnahme der Position ist für den Patienten weniger anstrengend, und man erhält mehr selektive Rumpfstabilität. Zudem kann das übertriebene Bridging vor allem bei Patienten, die noch nicht über das nötige motorische Potenzial verfügen, zum Einüben von kompensatorischen Bewegungsstrategien führen. Um die Lage im Bett zu wechseln, reicht schon ein leichtes Anheben des Gesäßes aus!

### 5.3.3 Sitzen, mittlere USF

In der aufrechten Sitzposition befinden sich Becken, ZSP (zentraler Schlüsselpunkt) und Kopf in einer vertikalen Linie übereinander. Dabei stabilisieren im Kopf und Nackenbereich die Extensoren gegen die flexorische Aktivität der Bauchmuskulatur. Gleichzeitig wird die **Beckenkipfung** (Lordose, LWS) durch eine **stabilisierende Verankerung in den Hüftflexoren** gewährleistet. Die Oberschenkel

liegen auf der Unterstützungsfläche. Die Füße übernehmen bei Bodenkontakt lediglich das Eigengewicht der Beine. Die aufrechte **Sitzposition** ist ein **Extensionsmuster des Oberkörpers** (Kopf, Rumpf) und **Flexionsmuster im Unterkörper** (Hüfte, Knie, Sprunggelenk).

#### Vorteile des Sitzens

Die Sitzposition findet im funktionellen Einsatz von Alltagssituationen breit gefächerte Einsatzmöglichkeiten. Dadurch erhält der Therapeut gute Möglichkeiten, das Bewegungsausmaß und/oder die Höhe der therapeutischen Unterstützung an die physiologischen Fähigkeiten des Patienten zu adaptieren. Die Bewegungen können zwischen der Sagittalebene (Rumpfextension, -flexion), der Frontalebene (Lateralflexion) und der Transversalebene (Rumpfrotation) variieren. Für die Bewegungen in der Transversalebene eignet sich sehr der sog. **Rotationssitz**, bei dem der Patient auf der Bancke positioniert wird und die Beine durch die Bankkanten stabilisiert werden (Bewegungen, oberer Rumpf gegen unten). In □ Übersicht 5.2 werden Beispiele für den Einsatz des Sitzens genannt.

#### Nachteile des Sitzens

Für Patienten mit einer mangelnden Rumpfkontrolle kann der freie Sitz eine **Überforderung** darstellen. Häufig fixieren sich die Patienten dabei trotz erhöhter Extensorenaktivität in einem Flexionsmuster (Hemiplegiker) oder in einer Hyperextension (mit hochgezogenen Schultern mit überstreckter WS bei einer Rumpfataxie). Die kompensatorische Fixation hemmt die physiologische Rumpfstabilität. Eine zu weiche USF (Pezziball oder Rollstuhl) kann ein Flexionsmuster (mit Adduktion, Innenrotation) stimulieren.

#### i Therapierelevanz

Patienten sitzen häufig in einem **kompensatorischen Flexionsmuster im Rumpf** (Rundrücken). Im Becken fehlt die Verankerung der Flexoren, wodurch eine verstärkte Hüftextension (man-gelnde Verankerung, LWS-Lordose) entsteht. Einerseits kann aus

#### □ Übersicht 5.2: Einsatz der Sitzposition

Die Sitzposition eignet sich u.a.:

- zur Verbesserung der Stellreaktionen von Kopf, Rumpf und der Extremitäten,
- zur Verbesserung selektiver Beckenbewegungen (s. unten Therapierelevanz),
- zur Verbesserung alltagsrelevanter Arm- und Handfunktionen,
- als Vorbereitungsphase für den Transfer vom Sitz zum Stand.
- Die Art der USF (stabil, mobil) kann variiert werden.

der Hüftextension (proximal) ein pathologisches Extensorenmuster (Massenbewegung) im betroffenen Bein entstehen, andererseits behindert das Flexionsmuster im Rumpf (► Abschn. 5.2 »Bewegungsebenen, Sagittalebene«) die Ausführung von Gleichgewichtsreaktionen sowie den funktionellen Einsatz der Arme. Zudem verliert die Bauchmuskulatur infolge der Flexionsstellung an Effektivität, wodurch viele funktionelle Aktivitäten im Sinne normaler Bewegungsmuster nicht mehr ausgeführt werden können. Es ist daher von grundlegender Bedeutung, frühstmöglich auf die **Einnahme einer adäquaten Sitzposition** (evtl. durch Lagerung) zu achten. Die Positionierung des Beckens (Hüfte) hat dabei eine besondere therapeutische Relevanz. Eine Erhöhung der Sitzfläche (Therapiebank) bei auf dem Boden aufgestellten Füßen kann (Vorspannung der Hüftbeuger: M. iliopsoas) die physiologische Stellung des Beckens verbessern und damit den Transfer vom Sitz zum Stand erleichtern.

### 5.3.4 Stand, kleine USF

Im Stand herrscht ein Muster der **Extension** vor, die USF ist relativ klein, und der Haltungstonus ist entsprechend hoch. Die WS des Menschen ist durch einen S-förmigen Verlauf geprägt. Aufgrund dieser spezifischen Form ist es möglich, mit einem Minimum an Muskelaktivität den Körper im Raum aufrecht zu halten. Die niedrigste Anforderung an die neuromuskuläre Haltungskontrolle entsteht, wenn sich in der vertikalen Frontalebene (von der Seite betrachtet) eine Linie zwischen dem Processus mastoideus (etwas hinter dem Ohr), dem Trochanter major (Femur) und etwas vor dem Malleolus (Sprunggelenk) bildet. Die BWS wird dabei durch die Rückenextensoren stabilisiert, die Schultergürtel liegen auf dem Brustkorb auf, die Arme hängen frei herunter. Die Extensorenmuskulatur in Hüft- (Abduktoren, Außenrotatoren), Knie- und Sprunggelenk (Beine) stabilisieren extensorisch den Oberkörper gegen die Schwerkraft, wobei die Bauchmuskulatur und die Hüftflexoren das antagonistische Gegenlager bilden (die Plantarflexoren zählen physiologisch zu den Extensoren).

#### Vorteile des Stehens

Die Position des Standes bietet ein breites Spektrum an **Variationsmöglichkeiten**. Jede Veränderung der Fußstellung (parallel, Schrittstellung, Einbeinstand) bewirkt eine erneute Anforderung an die Haltungsmotorik und das Gleichgewicht. Vorteile des Stehens werden in □ **Übersicht 5.3** dargestellt.

#### Nachteile des Stehens

Für Patienten mit einem zu niedrigen Haltungstonus kann die Position schnell eine **Überforderung** darstellen. Neben dem mangelnden Tonus können auch Unsicherheiten und Ängste assoziierte Reaktionen und kompensatorische Stra-

tegien fördern, die wiederum physiologische Bewegungsabläufe hemmen. Eine Beugekontraktur in der Hüfte (mangelnde Extension) wirkt der stabilisierenden Gewichtsübernahme der Beine entgegen.

Wenn die stützenden Hilfsmittel (Therapiebank, Stuhl) vor dem Patienten zu niedrig angeboten oder zu stark eingesetzt werden, fördern sie die **Flexionsaktivität** (geschlossene Kette), was wiederum die physiologische Rumpfextension hemmt.

#### ■ Therapierelevanz

Durch eine pathologische Tonuserhöhung der Extensoren kann der Fuß das Gewicht des Körpers nicht übernehmen (► Kap. 3 »Positive Stützreaktion, Vorfußbelastung«) und drückt den Körper nach dorsal. Um nicht nach hinten zu stürzen, bringen die Patienten den Rumpf nach vorn, woraus (**trotz erhöhter Extensorenaktivität**) eine Hüftflexion entsteht. Der dabei entstehende **Zug des Oberkörpers auf die Ischiokruralen** kann eine **Überstreckung (Durchschlagen)** in den Knien herbeiführen.

Sitz- und Standpositionen bieten ein breites Spektrum an möglichen Bewegungsvariationen. Der Therapeut kann, entsprechend der physiologischen Fähigkeiten, unter funktionellen Gesichtspunkten die Rumpfaktivität verbessern. Dabei muss er Kompressionsmechanismen und/oder pathologische Tonusabweichungen (Spastik, assoziierte Reaktionen) erkennen, um nicht in die pathologischen Bewegungsmuster zu therapieren.

Es ist wichtig, soweit es die konstitutionelle Verfassung des Patienten zulässt, frühstmöglich mit der Standposition zu beginnen. Ein zu langes Sitzen im Rollstuhl fördert die Flexionsaktivität, was wiederum der extensorisch vertikalen Aufrichtung zum Stand hemmend entgegenwirkt. Viele Patienten fürchten später die un-

#### □ Übersicht 5.3: Einsatz des Stehens

- In der Schrittstellung kann ein Wechsel zwischen der Gewichtsübernahme und der Gewichtsabgabe stattfinden: Damit wird auf die Stand- und Schwungbeinphase des Gehens vorbereitet.
- Positionen vor, hinter oder seitlich an einer Therapiebank und/oder Wand vermitteln dem Patienten Sicherheit, wodurch er seine physiologischen Ressourcen eher ausschöpft und seine Haltungskontrolle verbessert.
- Der funktionelle Einsatz der Arme stellt erhöhte Anforderungen an die neuromuskuläre Aktivität.
- Arme können zum Hantieren oder zu Stützfunktionen eingesetzt werden.
- Armbewegungen über 90° Schultergelenksbewegung, z.B. Flexion, Abduktion, können die Rumpfbewegungen, z.B. Extension, Lateralflexion der kontralateralen Rumpfseite, facilitieren.

## 5.4 · Schlüsselpunkte (SP)

gewohnte Höhe, was wiederum zu einer pathologischen Tonuserhöhung (assoziierte Reaktionen, Spastik) und/oder kompensatorischen Bewegungsstrategien führen kann. Zudem sind Bewegungsabläufe, die im Liegen ausgeführt werden und auf den späteren Stand vorbereiten sollen, nur sehr bedingt auf die Anforderungen der Haltungskontrolle im Stand reproduzierbar.

### 5.3.5 Nutzung der Unterstützungsfläche

#### Beachte

Die Unterstützungsfläche gilt nur als solche, wenn sie vom Patienten auch entsprechend angenommen wird.

#### Beispiel

Ein hemiplegischer Patient mit Hypertonus steht überwiegend auf seinem weniger betroffenen sicheren Standbein. Der Therapeut fazilitiert ihn zur Gewichtsübernahme auf sein plegisches Bein (das er nicht spürt). Im Zuge der Gewichtsübernahme zieht er in das spastische Flexionsmuster im Arm (assoziierte Reaktion). Dies ist ein Zeichen, dass der Patient für eine physiologische Gewichtsübernahme in seinem betroffene Bein noch nicht bereit ist. Er kann die USF nicht annehmen und reagiert mit einer assoziierten Reaktion im Arm.

### 5.3.6 Transfer zwischen den Unterstützungsflächen

#### Beachte

Der Transfer von einer zur anderen USF bedingt immer eine weitaus größere Tonus- und Gleichgewichtsanforderung als die Einnahme der Position selbst.

Die Auswahl einer USF muss stets an die Konstitution und das Potenzial des Patienten adaptiert werden. Bei schwachen Patienten führt der häufige Wechsel vom Liegen zum Sitz oder vom Sitz zum Stand und umgekehrt zu einer **Überforderung** (Kompensation, pathologische Tonuserhöhung) und somit zur uneffektiven Therapie. Besitzt der Patient das Potenzial die USF physiologisch anzunehmen, sollte der Therapeut in kleinen Schritten die USF reduzieren:

- aus der Rückenlage auf die Seitlage (hohe neuromuskuläre Anforderung) wechseln,
- therapeutische Unterstützung reduzieren,
- Sitzfläche verringern (Hochfahren der Bank, mit/ohne Bodenkontakt),
- Stuhl mit/ohne Rückenlehne einsetzen etc.

#### Therapierelevanz

Grundsätzlich gilt es, den Patienten auf den Transfer vorzubereiten. Ist seine Position oder Alignment (Ausrichtung der Schlüs-

selpunkte), von der die Bewegung ausgeht, unphysiologisch, so wird auch der Transfer und die nächsthöhere Position unphysiologisch ausgeführt bzw. eingenommen.

## 5.4 Schlüsselpunkte (SP)

### Ausrichtung der Kontrollpunkte

Auch der therapeutisch ungeschulte Mensch erkennt die Abweichungen eines im Gangbild gestörten Menschen, wie z.B. eines Hemiplegikers. Anhand von Erfahrungen verfügt unser Gehirn (Gedächtnis) über eine Vorstellung normaler Bewegungsabläufe, wie z.B. das Gehen. Das Gehirn vergleicht die visuellen Eindrücke mit Erfahrungswerten und analysiert auf diese Weise die Bewegung. Es erkennt anhand der **Fehlstellung bestimmter Körperregionen (Kontrollpunkte)** die Abweichung zur normalen Bewegung.

Die spezifischen Körperpunkte bezeichnete Bertha Bobath als **Keypoints (Schlüsselpunkt (SP) bzw. Kontrollpunkt)**. Die physiologische Ausrichtung der Schlüsselpunkte zueinander sowie zur USF, d.h. »Sie wieder in eine Linie bringen«, bezeichnete sie nach dem englischen »alignment« (Anordnung, Ausrichtung in eine Linie).

Schlüsselpunkte sind Stellen am Körper, die über eine hohe Rezeptorendichte (Muskel- und Sehnenspindeln) verfügen (Abb. 5.5). Man kann daher eher von Schlüsselbereichen anstelle von Schlüsselpunkten sprechen. Durch die Fazilitation dieser Bereiche kann man auf abnorme Bewegungsmuster hemmend einwirken und physiologische Bewegungsabläufe bahnen oder durch die Bahnung physiologischer Bewegungsabläufe abnorme Bewegung hemmen.

#### Beachte

Man unterscheidet den **zentralen Schlüsselpunkt (ZSP)** sowie die proximalen- und distalen Schlüsselpunkte.

Zu den **distalen Schlüsselpunkten** zählen die Hände und die Füße (oft wird auch das Knie- und Ellenbogengelenk als SP bezeichnet).

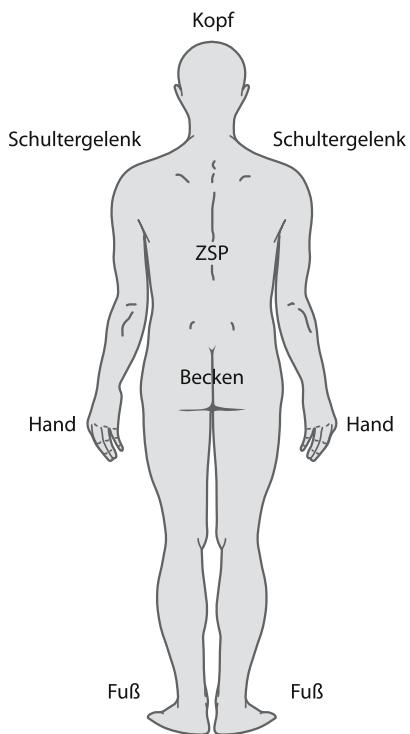
Die **proximalen Schlüsselpunkte** bilden die Schultergürtel (SG) und das Becken (Tabelle 5.2).

Der **zentrale Schlüsselpunkt (ZSP)** unterteilt den oberen und den unteren Rumpf (ca. Th 8–Th 10) und stellt damit den Körpermittelpunkt dar (s. »Exkurs Rumpf«). Der **Kopf** wird je nach Beschreibung teils zu den proximalen und teils zu den distalen Schlüsselpunkten gezählt. Er beinhaltet mit den Augen, den Gleichgewichtsorganen und den Muskelspindeln der Nackenmuskulatur die wichtigste Sensorik für die Bewegungsausführung, und nimmt daher eine **Sonderposition innerhalb der Schlüsselpunkte** ein.

■ Tabelle 5.2. Schlüsselpunkte

Schlüsselpunkte	Proximale	Distale
Kopf	Schultergürtel (SG)	Hände (H)
Zentraler Schlüsselpunkt (ZSP)	Becken	Füße (F)

5



■ Abb. 5.5. Schlüsselbereiche: zentraler Schlüsselpunkt (ZSP), proximale und distale Schlüsselpunkte. (Nach Niethard u. Pfeil 1989)

## Fazilitation

Der Therapeut vermittelt dem Patienten durch seine taktile Unterstützung an den **Schlüsselpunkten** so alltagsrelevant wie möglich **das Gefühl für die Ausführung seiner physiologischen Bewegung**.

### Therapierelevanz

Die Fazilitation beinhaltet eine taktile Interaktion zwischen dem Therapeuten und dem Patienten und orientiert sich an den Ressourcen des Patienten. Die Unterstützung zur physiologischen Bewegungsausführung kann je nach Symptomatik von einer **maximalen Unterstützung** (z.B. ■ Abb. 5.6) bis zu dezenten **taktilen Reizen** (z.B. ■ Abb. 5.7) variieren. Wichtig ist jedoch, dass sich

die Unterstützung des Therapeuten im Zuge physiologischer Eigenaktivität reduziert. Nur durch eigenaktive **Bewegungsanteile** des Patienten kann sich die **räumlich zeitliche Koordination verbessern** und eine **funktionelle Bewegung** gebahnt werden. Bei der Fazilitation (Bahnung) von Bewegungsabläufen geht es nicht um bestimmte Griffen. Es gibt große und kleine Patienten und ebenso gibt es große und kleine Therapeutenhände. Der gleiche Griff kann in einer Situation den Bewegungsablauf positiv verändern, während er in einer anderen Situation oder gar bei einem anderen Patienten das Gegenteil auslöst. Die Fazilitation der Schlüsselpunkte bzw. die der Bewegungsabläufe sollte mit der geringstmöglichen therapeutischen Unterstützung und dennoch physiologisch ausgeführt werden. Die Fazilitation darf keine Schmerzen auslösen, falls die Bewegungsvorgabe nicht adäquat umgesetzt wird, sollte man sich fragen: »Habe ich am richtigen Schlüsselpunkt fazilitiert oder muss ich deutlicher fazilitieren?« Die physiologische Positionierung ist nicht allein auf den Patienten zu beziehen, sondern gilt in gleicher Weise auch für den Therapeuten. Eine zu niedrig eingestellte Therapiebank beispielsweise, führt zu einer verkrampften Körperhaltung des Therapeuten, wodurch die Fazilitation (vor allem das Fühlen) einer Bewegung eingeschränkt wird.

In ■ Abb. 5.6 fixiert der Therapeut mit seinen Knien und mit seiner Hand die Knie und das Becken der Probandin. Er gibt dabei der Probandin eine **maximale Unterstützung**. Um die selektive Gewichtsübernahme des rechten Beins (Standbein) zu verbessern und dabei das Einschießen eines Extensorenmusters zu verhindern, fazilitiert er langsame Flexions- (exzentrisch) und Extensionsbewegungen (konzentrisch).

In ■ Abb. 5.7 wird eine Variante **minimaler therapeutischer Unterstützung beim Gehen** gezeigt: Die Therapeutin setzt am Hosenbund des Probanden einen dezenten Reiz, um die Gewichtsübernahme während der Standbeinphase zu stimulieren und eine Retraktion der rechten Beckenseite zu verhindern.

## Beispiel

**Selbsterfahrung.** Fazilitieren Sie an den Schlüsselpunkten das Gehen an einer oder besser an verschiedenen Personen. Geben Sie die Bewegungsrichtung, das Bewegungstempo und das Bewegungsziel taktil vor (keine verbalen Instruktionen). Versuchen



Abb. 5.6. Maximale therapeutische Unterstützung im Stand

Sie dabei, Ihre Fazilitation auf ein Minimum zu reduzieren, so dass Ihr Proband die von Ihnen gegebene Vorgabe mit Ihrem geringstmöglichen Einsatz umsetzt. Setzen Sie Ihre Reize nicht zu diffus, sondern lassen Sie die Hand bzw. die Finger klar an den Körperregionen und bestimmen Sie die Richtung. Versuchen Sie herauszufinden, an welchem Schlüsselpunkt Sie die Bewegung besonders leicht fazilitieren können bzw. bei welchem Griff Ihr Partner besonders gut auf Ihre Vorgabe reagiert. Die Fazilitation über die Hände sollte beim Gehen von hinten, über die extendierte (Retroversion) außenrotierten Arme mit gestreckten Ellbogengelenken und leicht dorsalflektierten Handgelenken des Probanden erfolgen. Kommt es zu Abweichungen des Probanden, können Sie Ihre Fazilitation kurzzeitig verstärken und bei adäquater Umsetzung wieder verringern (Gehen sollte nach Möglichkeit nicht von vorn fazilitiert werden). Fazilitieren Sie vor allem die Schlüsselpunkte SG, ZSP, Becken und die Hände. Der ZSP kann sowohl ventral (ca. Sternum) und dorsal als auch lateral an den beiden Rumpfseiten fazilitiert werden. Versuchen Sie neben der oben beschriebenen sicheren, ruhigen und klar lokalisierten Fazilitation auch einmal hektisch, diffus mit einem häufigen Wechsel der Griffposition zu führen. Sprechen Sie danach mit Ihrem Probanden, welche der Vorgaben er besonders gut emp-

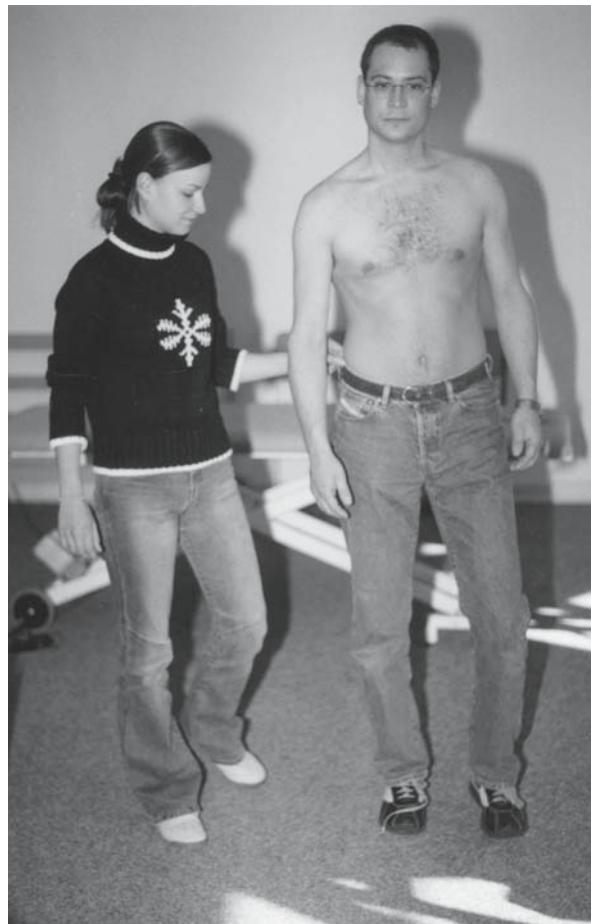


Abb. 5.7. Minimale therapeutische Unterstützung beim Gehen

funden hat, was er eher als unangenehm empfunden hat, wo Schwierigkeiten lagen etc. Wechseln Sie in die Probandenrolle. In der Therapie ist es wichtig, dass der Patient mit der geringstmöglichen Unterstützung die Bewegung möglichst physiologisch ausführt, ähnlich einem Friseur, der durch dezente taktile Reize den Kopf seines Kunden immer wieder neu positioniert.

## 5.5 Gleichgewichtsreaktionen/Balance

(Siehe auch ▶ Kap. 3 »Motorische Systeme, Hirnstamm« und ▶ Kap. 4 »3. SMRK«)

Gleichgewichtsreaktionen sind in der Regel automatisierte Bewegungsabläufe, die nicht der bewussten Steuerung unterliegen. Die Regulation der Bewegung erfolgt vor allem durch die motorischen Zentren des Hirnstamms (Vestibulariskerne) und der Basalganglien. Das zentrale Ver-

schaltungsorgan bildet das Kleinhirn (► Kap. 4 »3. SMRK«). Es besitzt sehr schnell leitende zerebrozerebelläre Bahnen (Verbindungen mit dem Kortex), über die die Koordination und Anpassung der Haltungsmotorik (Haltungstonus, Gleichgewicht), entsprechend der vom Großhirn entworfenen Zielmotorik, erfolgt (Zusammenspiel EPS/4. SMRK und PS/5. SMRK). Zur Ausführung adäquater Gleichgewichtsreaktionen benötigt das ZNS Informationen aus seinen Feedbacksystemen über den Körper (propriozeptiv, taktil), über das Verhältnis des Körpers im Raum (vestibular) sowie über die Umwelt (visuell). Entsprechend der funktionellen Zielvorgabe erfolgt ein Feedforward (Bewegungsprogramm), das während der Bewegungsausführung permanent durch die Feedbacksysteme abgeglichen und bei Bedarf korrigiert wird (► Kap. 3 »Motorische Systeme«).

### Beachte

Gleichgewichtsreaktionen sind das Ergebnis zwischen sensomotorischen (Feedbacksysteme) und kognitiven (kortikale Zielvorgabe, Feedforward) Prozessen.

### Therapierelevanz

Bei einem Hirnschlag sind der Hirnstamm und damit verbunden die Organe des vestibulären Systems eher seltener betroffen (Ausnahme z.B. Basilaristhrombose). Eine kortikale Läsion kann jedoch zu einem **gestörten somatosensorischen Informationsfluss** (propriozeptiv, taktil) führen, der wiederum die Funktionen des vestibulären Systems mehr oder weniger beeinträchtigt. Die primäre Zielsetzung liegt nicht in der Verbesserung der Gleichgewichtsreaktionen, wie es evtl. bei einer Läsion des Hirnstamms oder des Kleinhirns der Fall sein könnte, sondern in der Verbesserung der sensomotorischen Reaktion (Tonus, Sensibilität).

Ebenso können **Störungen des visuellen Systems** bzw. der visuellen Verarbeitung, wie z.B. Hemianopsie, visuelle Agnosie etc. das vestibuläre System negativ beeinflussen. Ein pathologisch erhöhter Tonus, wie z.B. assoziierte Reaktionen, Spastik, Klonus, reduzierte hypotone Tonusverhältnisse oder eine kompensatorische Tonuserhöhung verhindern bzw. behindern die **Ausführung physiologischer Gleichgewichtsreaktionen**. Gleichgewichtsreaktionen (Stellreaktionen), die in einem so geringen Bewegungsausmaß eingesetzt werden, dass sie der Patient noch physiologisch ausführen kann, wirken **hemmend auf die pathologische Tonuserhöhung** ein. Im Zuge der Hemmung kann dann das physiologische Bewegungsausmaß bzw. die Anforderung an die räumlich, zeitliche Koordination erweitert werden.

Da Gleichgewichtsreaktionen nicht der bewussten Kontrolle unterliegen, sollte der Therapeut zur Verbesserung der Reaktionen, Maßnahmen (Funktionen, Aktivitäten) einsetzen, bei denen die Reaktionen auf einem überwiegend automatisierten Niveau ausgeführt werden (z.B. alltagsorientierte Aktivität).

Das Gleichgewicht bildet die **Basis** für:

- Bewegungen gegen die Schwerkraft,

- automatisierte Anpassung an die ständig wechselnden USF,
- Grundlage für selektive Bewegungen,
- die funktionelle Tätigkeit und Geschicklichkeit.

### Beachte

Gleichgewichtsreaktionen sind Adaptionen des Körpers auf die permanent wechselnde USF und dienen der Bewahrung unserer Haltung.

Diese reichen, je nach Situation und Anforderung, von minimalsten tonischen Anpassungsreaktionen »**Equilibriumreaktionen**« bis zu ausgereiften Bewegungsabläufen von Rumpf, Kopf und den Extremitäten »**Stell- und Stützreaktionen**«. Das tägliche Leben wird von einer unendlich hohen Variationsbreite an haltungsbewahrenden Bewegungsabläufen bestimmt. Ob wir uns z.B. auf einem Stehplatz im fahrenden Bus (mobile USF) befinden, unsere Hose im Stehen anziehen (Einbeinstand) oder im Sitzen nach einem weit entfernten Gegenstand greifen etc., insgesamt kommt es zu einer Vielzahl permanent wechselnder Gleichgewichtsreaktionen.

### 5.5.1 Equilibriumreaktionen

#### Definition

Equilibriumreaktionen sind kleinste z.T. unsichtbare, tonische Anpassungsreaktionen, die durch minimalste Gewichtsverlagerungen unseres Körpers entstehen, wie z.B. beim Ein- und Ausatmen, bei Blickbewegungen etc.

Diese Reaktionen sind bewusst nicht steuerbar und **dienen der permanenten Feinjustierung unseres Körpers**.

#### Beispiel

**Selbsterfahrung.** Wir bitten einen Kollegen, seine Schuhe und Strümpfe auszuziehen. Nun heben Sie Ihren rechten Fuß etwas an. Ihr gegenüberstehender Kollege soll nun mit seiner linken Fußsohle die Oberseite Ihres Fußes berühren und der Bewegungsvorgabe Ihres Fußes folgen. Je nach Bewegungsausmaß reagiert Ihr Kollege mit minimalsten tonischen Veränderungen in seinem rechten am Boden stehenden Fuß, was Sie anhand der Kontraktion der kurzen Fußmuskeln im Längsgewölbe des Fußes erkennen können. Wir bitten nun unseren Kollegen, sich auf seine Zehspitzen zu stellen und dabei seinen Körper möglichst ruhig zu halten. Man wird sehr schnell (mehr oder weniger) dezentrale Schwankungen spüren (permanentes Suchen und Finden des Körperschwerpunktes), die durch minimalste tonische Anpassungsreaktionen zwischen der ventralen und dorsalen Körpermuskulatur reguliert werden (Equilibriumreaktionen). Diese **tonisierende Feinabstimmung** im ständigen Wechsel zwischen agonistischer und antagonistischer Aktivität der großen Muskel-

gruppen bzw. ihre ineinander überfließende, reziproke Innervation bildet die stabilisierende Grundlage der physiologischen Körperhaltung (► Kap. 4 »3. SMRK«). Die vertikale Körperposition (aufrechter Sitz, Stand) ist somit keine fixierte Stellung, sondern vielmehr eine **dynamische Stabilität**, die sich permanent neu adaptiert.

### 5.5.2 Stellreaktionen

Bei einer Gewichtsverlagerung aus dem Körperschwerpunkt bewegt sich der ZSP aus der körpereigenen USF. Um dabei die Aufrechterhaltung des Körpers im Raum zu ermöglichen, werden körpereigene Gegengewichte (Kopf, Rumpf und Extremitäten) eingesetzt.

#### ➤ Definition

Stellreaktionen sind Reaktionen des Körpers, die dazu dienen, die Körperhaltung im Raum aufrechtzuerhalten oder wiederherzustellen.

#### Ausgangsstellung, freier Sitz

**Kopfstellreaktionen.** Bei Bewegungen innerhalb der Frontalebene richtet sich der Kopf **symmetrisch (vertikal) im Raum aus**. Eine Rumpfbewegung, z.B. nach rechts, führt zu einer Lateralflexion der linken HWS, die Augen (Ohren) bleiben dabei in einer horizontalen (waagrechten) Linie ausgerichtet. Innerhalb funktioneller Bewegungsabläufe richtet sich der Kopf (Blickkontakt) zum Zielobjekt (z.B. Transversalebene), worauf der Rumpf (ZSP) in einer weiterführenden Bewegung dem Kopf folgt. Beim Gehen bildet der Kopf das Punctum fixum, um das sich der Körper bewegt. Eine Abweichung der physiologischen Kopfposition (Gehen, Stehen, Sitzen) wird vom Betrachter relativ schnell als ungewohnt erkannt (s. Schlüsselpunkte).

**Rumpfstellreaktionen.** Bei Rumpfbewegungen (Frontalebene), z.B. nach rechts, wird die rechte Rumpfseite (Gesäß), die das Gewicht übernimmt, verlängert (Lateralextension), während sich die linke Rumpfseite durch eine agonistische Lateralflexion verkürzt. Dabei zieht die linke Beckenhälfte nach kranial, was wiederum durch eine abduktoriische Stabilisation im rechten Hüftgelenk begleitet wird. Die **Schultergürtel bleiben in einer horizontalen Linie** ausgerichtet. Gewichtsverlagerungen in der Sagittalebene werden nach ventral von einer Extensorenaktivität und nach dorsal von einer Flexorenaktivität reguliert.

**Stellreaktionen der Extremitäten.** Bei einer Seitwärtsbewegung des Rumpfs, z.B. nach rechts (Frontalebene), bei der die Stellreaktionen des Rumpfs alleine die Haltung nicht mehr gewährleisten, werden die Extremitäten stabilisierend hinzugezogen.

- **Untere Extremität:** Falls die Beine keinen Bodenkontakt besitzen, werden sie in der Regel vor den Armen in die Gegenrichtung bewegt. Dabei abduziert das linke Bein entgegen der Schwerkrafeinwirkung nach links, während das rechte dem linken Bein folgt. Bei Rumpfbewegungen nach dorsal erfolgt eine stabilisierende Knieextension, bei Rumpfbewegungen nach ventral eine stabilisierende Knieflexion.
- **Obere Extremität:** Der linke Arm bewegt sich dabei mit zunehmender Extension im Ellbogengelenk in die Abduktion, wobei mit zunehmendem Bewegungsausmaß der rechte Arm über die Körpermittellinie als Gegengewicht zur erhöhten Schwerkrafeinwirkung nach links folgt (Rumpfrotation).

### 5.5.3 Stützreaktionen

Werden die körpereigenen Stellreaktionen unökonomisch, so kommt es zum Einsatz von Stützreaktionen, die die USF vergrößern und damit die Anforderung an die Haltungskontrolle verringern. Dabei werden die Hände (Hand) zum **Stütz auf die belastete Seite** eingesetzt, während in der unteren Extremität **Schutzschritte in die Richtung der Gewichtsverlagerung** stattfinden. Im Zuge der Gewichtsübernahme (Druck auf den Fuß) kommt es dabei zu einer **Steigerung der Extensorenaktivität** in dem gewichttragenden Bein, wodurch wiederum das andere Bein die Freiheit erhält, einen Schutzschritt in die Richtung der Gewichtsverlagerung auszuführen.

#### ➤ Beachte

Stützreaktionen sind Reaktionen der Körperextremitäten, die durch Abstützen (Armstütz bzw. Stütz- und Schutzschritte der Beine) die USF vergrößern und dadurch das Gleichgewicht erhalten.

#### Beispiel

**Stand.** Im Stand reagieren die kurzen Fußmuskeln auf minimalste Veränderungen des Körperschwerpunkts (s. Equilibriumreaktionen). Wird der Körperschwerpunkt nach dorsal verlagert, kommt es zum Abheben der Zehen (Dorsalextension) und zu einer Vorverlagerung des Oberkörpers (Hüftflexion). Die ausgestreckten Arme werden als Gegengewichte nach ventral geführt.

#### Bildfolge, Gleichgewichtsreaktionen

In □ Abb. 5.8 werden Equilibriumreaktionen gezeigt. Der Kopf rotiert zum Bewegungsziel. Dabei befindet sich der Rumpf (ZSP) in seinem Körperschwerpunkt, die Gewichte sind seitengleich (rechts und links) verteilt. Während der Kopfaktivität wird die Haltungsbewahrung im Rumpf durch minimalste tonische Anpassungsreaktionen (Equilibriumreaktionen) reguliert.



■ Abb. 5.8. Equilibrium reactions



■ Abb. 5.9. Rumpfstellreaktion



■ Abb. 5.10. Stützreaktionen

Die □ Abb. 5.9 zeigt Rumpfstellreaktionen. Der Rumpf (ZSP) folgt dem Kopf nach links, und der Arm greift zum Zielobjekt. Die linke Gesäßhälfte übernimmt das Gewicht, wodurch sich die Rumpfseite verlängert. Die rechte Rumpfseite führt stabilisierend eine agonistische Lateralflexion aus. Dabei zieht das rechte Becken nach kranial, und die Schultergürtel liegen in einer nahezu horizontalen Linie auf dem Rumpf auf.

Wird der Einsatz der körpereigenen Gegengewichte unökonomisch, so wird der Arm im Sinne einer Stützfunktion eingesetzt. Dabei wird die USF in Richtung Bewegungsziel vergrößert, um die Körpergewichte wieder innerhalb der USF zu tragen (□ Abb. 5.10).

Bei langsamem Bewegungsabläufen (Verschiebung des ZSP) reagiert das ZNS eher durch Stellreaktionen und bei schnellen Bewegungen, vor allem wenn sie durch eine äußere Krafteinwirkung herbeigeführt werden, eher durch Stützreaktionen.

## 5.6 Bewegungsanalysen

**Komponenten einer normalen Bewegung** (und ihre Abweichungen) sind:

- normaler Tonus [Hypotonus oder Hypertonus (Spastik, assoziierte Reaktionen)],
- normale Sensibilität (fehlende oder zu starke Sensibilität, die Extremität ist nicht bewusst),
- normale reziproke Innervation (muskuläre Dyskoordination),
- normale Haltungsmotorik (fehlende Stabilität im Rumpf und in den Beinen),
- normale Gleichgewichtsreaktionen, Balance (fehlende oder verzögerte Gleichgewichtsreaktionen, Balanceprobleme),
- normale Ziel- und Greifmotorik, räumlich-zeitliche Koordination (mangelnde Griffadaption, Bewegungen nicht zielsicher, mangelnde Koordination).

Erkennt der Therapeut eine von der Normalität abweichende Bewegungskomponente, so setzt er keine Übungen oder bestimmte Griffe ein, sondern erarbeitet vielmehr, individuell und sequenziell, die neuromuskuläre Aktivität normaler Bewegungsabläufe.

Durch die Bewegungsanalyse werden die Bewegungsabläufe in verschiedene **Sequenzen (Phasen)** unterteilt. Die jeweilige Sequenz wird auf ihre physiologische Ausführung bzw. auf die pathologischen Komponenten überprüft, woraus die Grundlage der therapeutischen Vorgehensweise resultiert (► Kap. 11 »Befunderhebung«).

In den folgenden Analysen werden die Grundbewegungsmuster anhand der wichtigsten Schlüsselpunkte beschrieben. An diesen Punkten kann der Therapeut die Bewegung begleiten und durch seine Fazilitation abnor-

## 5.6 · Bewegungsanalysen

me Bewegungsmuster hemmen und physiologische Bewegungsabläufe bahnern. Nicht selten gibt die stärkste **Abweichung eines Schlüsselpunktes** auch den Hinweis auf das Schlüsselproblem.

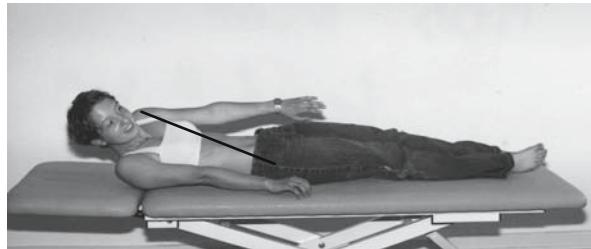
### 5.6.1 Vom Liegen zum Sitz

Die □ Abb. 5.11–5.14 zeigen den Bewegungsablauf vom Liegen zum Sitzen.

**1. Phase (□ Abb. 5.11).** Die Rückenlage ist ein Muster der Extension (► Abschn. 5.3.1 »Grundstellungen«). Durch eine Rechtsrotation und Lateralflexion (links) der HWS leitet der Kopf die Bewegung ein. Ihm folgt der linke Schultergürtel (Protraktion), der durch eine konzentrische Kontraktion der schrägen Bauchmuskulatur (offene Kette) gegen die rechte Beckenseite rotiert. Das Anheben des Kopfes und des oberen Rumpfes durch die Bauchmuskulatur führt zu einem Zug auf das Becken, was wiederum zu einer kurzzeitigen Beckenhebung bzw. zu einer dezenten Hüftextension führt. Mit dem Abheben des Angulus inferior der linken Skapula erfolgt die weitere Flexionsbewegung des Rumpfes durch die Hüftbeuger (M. iliopsoas vor allem rechts, Punctum fixum: Beine und Punctum mobile: Rumpf). Das Hüftgelenk wechselt mit der weiteren Rumpfaufrichtung von seiner dezenten Extensionsstellung zunehmend in die Flexion, wodurch sich das rechte Becken etwas von der Unterlage abhebt. Das linke Bein unterstützt extensorisch durch einen Fersendruck auf die Unterlage die weitere Rumpffrontation. Der linke Arm wird dabei innenrotiert, adduiert und flektiert.

**2. Phase (□ Abb. 5.12).** Der linksseitigen Lateralflexion des Kopfes (Kopfstellreaktion) folgt in der weiterführenden Bewegung die Lateralflexion der linken Rumpfseite, d.h., die linke Rumpf- und HWS-Seite verkürzen sich, wodurch sich die rechte verlängert. Der ZSP liegt dabei hinter den Schultergürteln und dem Kopf. Je nach Konstitution erfolgt die weitere Bewegung über den Arm- bzw. Ellbogenstütz rechts in einer geschlossenen Kette oder über die lateralflexorische Aktivität der linken Rumpfseite (meist mit einer höheren Geschwindigkeit) über die offene Kette. Das rechte Bein wird durch den M. iliopsoas (M. rectus femoris) angehoben und zur Gewichtsverlagerung an die Bankkante geführt.

**3. Phase (□ Abb. 5.13).** Das linke Bein wird zur Stabilisation in einer Außenrotation, Abduktion mit dem rechten Bein über die Bankkante geführt, und der linke Arm wird als Stützfunktion hinzugenommen, um den Rumpf aufzurichten (Beine: Punctum mobile und Oberkörper: Punctum fixum). Die Armaktivität richtet sich dabei nach dem Schwungpotenzial des linken Beines. Bei einer schwungvol-



□ Abb. 5.11. Der Kopf leitet die Bewegung ein



□ Abb. 5.12. Rotation über die Seitlage



□ Abb. 5.13. Rumpfaufrichtung

len Beinbewegung ist der Anspruch auf die Stützfunktion des Armes relativ gering. Die Bewegungsausführung kann entsprechend der Konstitution des Patienten variieren. Ein schwerer Oberkörper mit geringem Beengewicht, setzt eher den Rumpf als Punctum fixum und die Beine als Punctum mobile ein.

Die □ Abb. 5.14 zeigt den aufrechten Sitz.

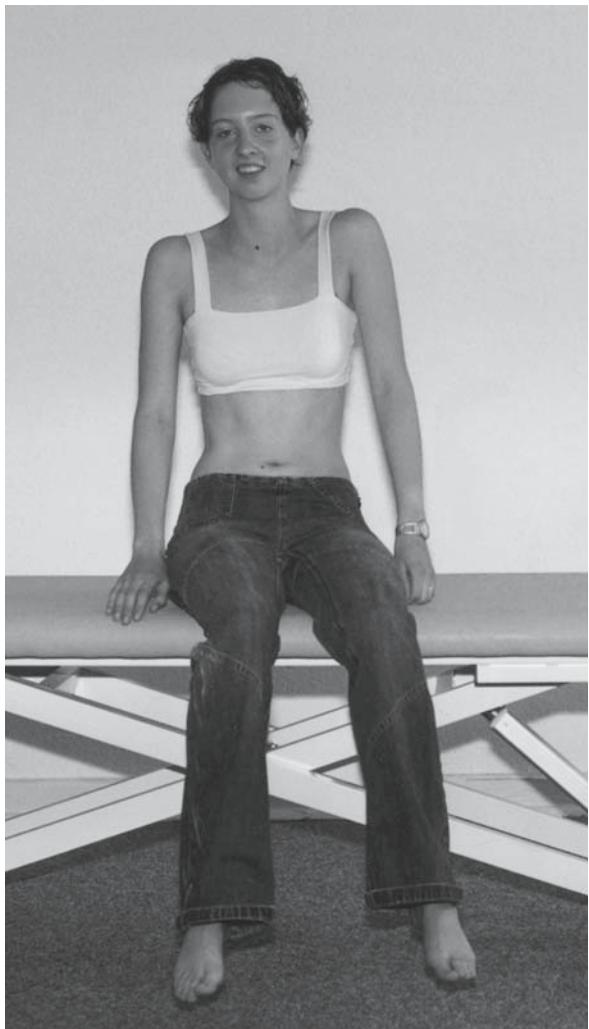


Abb. 5.14. Aufrechter Sitz

## Häufig auftretende Problemstellungen

### Beispiel

In der Rückenlage besteht durch die große USF ein eher niedriger Anspruch an den Haltungstonus (s. 5.3.1 »Grundstellungen«). Der Bewegungsübergang aus der horizontalen Liegeposition (Muster der Extension) in die vertikale Sitzposition stellt dagegen sehr hohe Anforderungen an den Haltungshintergrund dar. Einerseits müssen sich der Kopf und der schwere Oberkörper aus einem Extensionsmuster gegen die Schwerkraft aufrichten (was mit einem hohen Tonusniveau verbunden ist). Andererseits bedingt die Rotationsbewegung (oberer Rumpf gegen unteren Rumpf) ein ho-

hes Maß an reziproker Innervation zwischen den ventralen und dorsalen Muskelgruppen (s. Bewegungsanalyse vom Liegen zum Sitz). Um eine Überforderung und die damit verbundenen assoziierten Reaktionen zu vermeiden, kann der Bewegungsübergang durch eine größere therapeutische Unterstützung oder durch eine erhöhte Lagerung des Oberkörpers (s. unten) vorbereitet und erleichtert werden.

**Bauchmuskulatur.** Das Erscheinungsbild der Hemiplegie ist häufig mit einer gesteigerten Extensorenaktivität verbunden, besonders im Lumbalbereich (*M. latissimus dorsi*) und im Bein. Die Bauchmuskulatur zeigt sich dagegen meist hypoton (s. reziproke Hemmung) und inaktiv. Deutlich wird dies u.a. durch ein markantes Hervortreten der untersten Rippen, wobei die Patienten meist kurztätig sind. Dabei kommt es, bedingt durch die mangelnde Beckenverankerung und das Eigengewicht der Beine, zu einer Beckenkippung, die wiederum mit einer Hyperlordose in der LWS verbunden ist. Der Therapeut kann dabei seine Hand deutlich zwischen die LWS und die Therapiebank schieben. Eine Unterlagerung der Knie (Knierolle) oder ein Anstellen der Beine (zuerst das Betroffene) kann dies verhindern (LWS-Lordose verschwindet).

Beim Heben des Kopfes bzw. des oberen Rumpfes bewegt sich der Thorax nach kaudal. Die Bewegung wird durch die Bauchmuskulatur ausgeführt (s. 1. Phase). Die dabei entstehende Beckenhebung bzw. Hüftextension kann in der weiterführenden Bewegung ein pathologisches Extensionsmuster im betroffenen Bein auslösen (s. Massensynergien).

Bei einer eingeschränkten Aktivität der Bauchmuskulatur, bedingt durch den Hypotonus, kompensieren die Patienten z.T. durch eine Extensionsbewegung des Kopfes bzw. des Schultergürtels. Dabei zieht der ZSP vor dem Kopf bzw. Schultergürtel (Hyperextension in der WS), was der physiologischen Rumpfflexion entgegenwirkt. Ein Anstellen des oberen Bettteils oder eine Unterlagerung des Oberkörpers mit Kissen kann den Bewegungsübergang erleichtern. Die Sequenz – »Kopf heben« (Einleiten der Bewegung) – kann der Therapeut im Vorhinein durch eine alltägliche Bewegungsanweisung vorbereiten, z.B.: »Heben Sie bitte kurz den Kopf an, ich möchte das Kopfkissen etwas ausrichten, oh da ist noch eine Falte etc.« Die Anweisung macht mehr Sinn und wird besser umgesetzt als beispielsweise »Heben und senken Sie Ihren Kopf«.

**Transfer über die betroffene Seite mit einem schwachen Patienten.** Der Patient stellt seine Beine an (plegisches Bein zuerst). Danach greift er mit seiner weniger betroffenen Hand die plegische Hand zum Faltgriff (Handwurzeln müssen sich berühren) und führt die ausgestreckten Hände an die Bankkante zur Seitlage. Nun greift er mit der weniger betroffenen Hand (Stützhand) um die Bankkante und führt seine angewinkelten Beine über die Bankkante. Mit dem Schwung der Beine und durch ein leichtes Abstützen richtet er sich aus der Seitlage in die Sitzposition auf. Während der Aufrichtung wechselt die Stützhand die Körperseite. Die fehlende Eigenaktivität wird durch den Therapeuten unterstützt.

## 5.6 · Bewegungsanalysen

**Transfer über die weniger betroffene Seite.** Die Protraktion eines Schultergürtels (s. 1. Phase linker Schultergürtel) bedingt eine Retraktion der gegenüberliegenden Schulter. Bei einer pathologischen Retraktionsstellung des Schultergürtels kann sich ein Transfer über die gesunde Seite, d. h. aus der Retraktionsstellung heraus, als sinnvoller erweisen.

### 5.6.2 Vom Sitz zum Stand

**1. Phase (Abb. 5.15).** Im lockeren Sitz befindet sich der ZSP hinter dem Becken, Schultergürtel und Kopf. Im aufrechten Sitz führen die ventralen Muskelketten (Hüftbeuger-Becken und Bauchmuskulatur-Rumpf) konzentrisch den Rumpf über das Becken (Crista iliaca). Es folgt ein Wechsel zwischen der agonistischen Tätigkeit der Bauchmuskulatur (Rumpfflexion) und der Aktivitätszunahme der Rückenmuskulatur (Rumpfextension).

**2. Phase (Abb. 5.16).** Der ZSP bildet eine ungefähre Linie mit dem Becken, dem Schultergürtel und dem Kopf. Das Be-

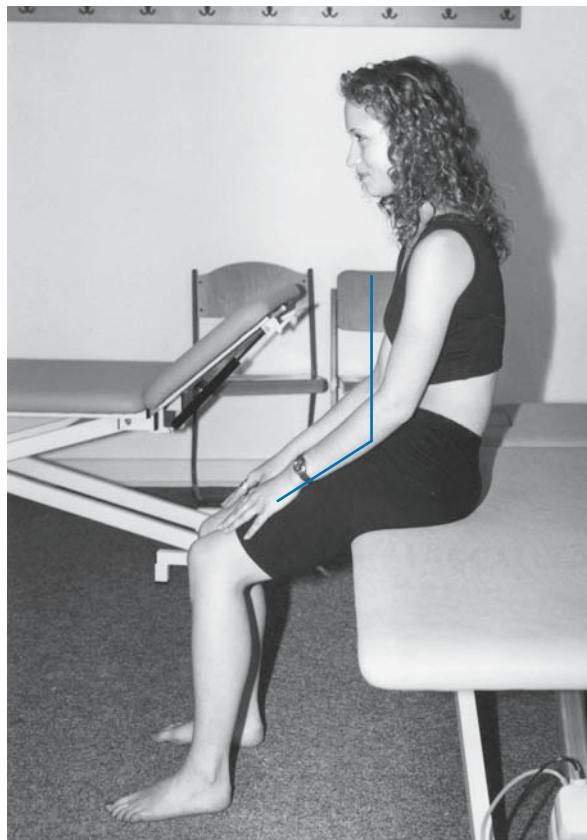


Abb. 5.15. Vom lockeren zum aufrechten Sitz



Abb. 5.16. Aufrechter Sitz

cken wird ventral durch die Hüftflexoren (M. iliopsoas) verankert. Dabei befindet sich der Rumpf symmetrisch innerhalb seiner körpereigenen Unterstützungsfläche über dem Becken. Eine Unterscheidung zwischen der agonistischen Tätigkeit, der ventralen und der dorsalen Muskelketten ist nur schwer möglich. Daher erfordert die Einnahme dieser Position ein hohes Maß an reziproker Innervation (Kokontraktion) zwischen den dorsalen und ventralen Muskelketten (permanentes Suchen und Finden des Körperschwerpunktes, s. Equilibriumreaktionen).

**3. Phase (Abb. 5.17).** Der ZSP wird durch die konzentrische Aktivität der Rückenstrecker symmetrisch zur Rumpfextension vor das Becken geführt. Dabei kontrollieren die Glutealmuskeln (Hüftstretcher) und in erster Linie die Ischiokruralen durch ihre exzentrische Verlängerung die **symmetrische Vorverlagerung des Rumpfes, bis Schultergürtel, Knie und Mittelfuß in etwa eine Linie bilden**. Mit der Vorverlagerung des Rumpfes erhöht sich die Gewichtsübernahme der Beine (Druck auf die Vorfüße). (Menschen mit einem

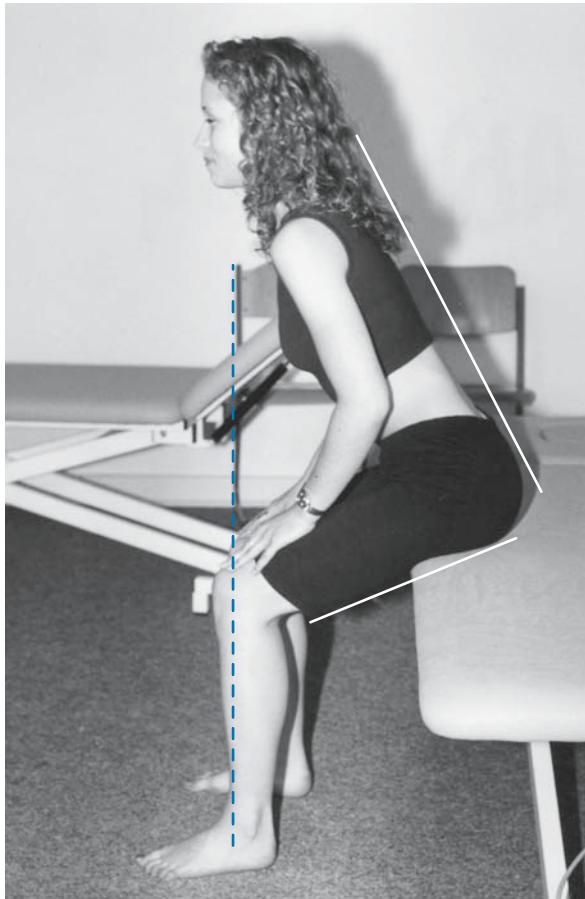


Abb. 5.17. Vorverlagerung des Rumpfes

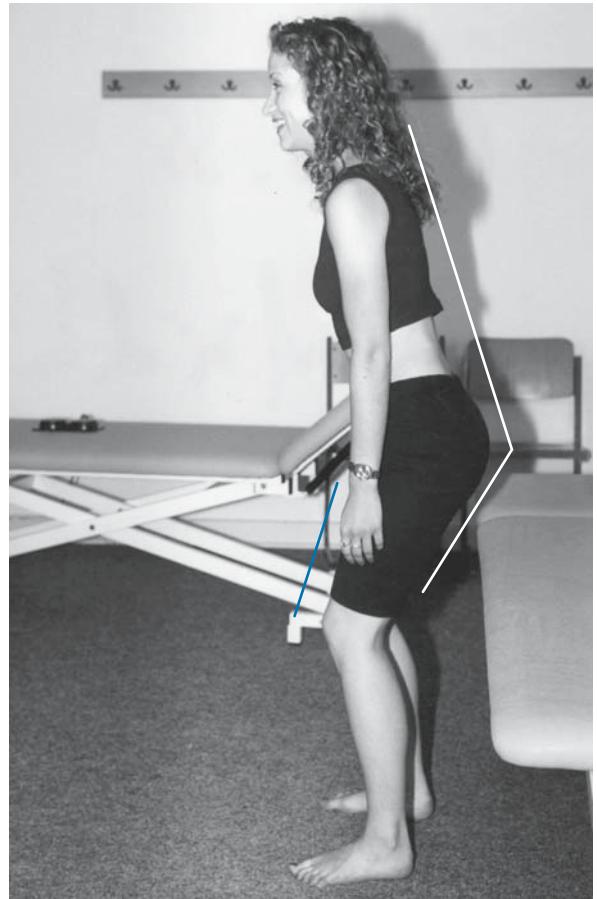


Abb. 5.18. Aufrichtung zum Stand

großen Oberkörper müssen eine geringere Vorverlagerung ausüben (geringerer Bewegungsausschlag) als Menschen mit einem eher kleinen Oberkörper)

**4. Phase (Abb. 5.18).** Die erhöhte Vorfußbelastung bedingt eine weiterführende Extensorenaktivität der Fuß- (Plantarflexoren), Knie-, Hüft- und Rückenstrecker, die durch ihre konzentrische Aktivität zum Abheben des Gesäßes führen und den Körper im Raum gegen die Schwerkraft (extensorisch) aufrichten.

### Häufig auftretende Problemstellungen

#### Beispiel

**Aufstehen.** Bevor der Patient das Aufstehen beginnt, sollte er über die nötige **Rumpfstabilität und Stützaktivität in den Beinen** verfügen. Der Bewegungstransfer kann erleichtert werden, indem man den Patienten etwas näher an der Bankkante positioniert und/oder die **Sitzhöhe der Therapiebank etwas höher einstellt** (Hüftbeuger etwas vorspannt), sodass ihm die Gewichtsübernahme der Füße und die ventrale Verankerung des Beckens (Hüftbeuger) leichter fällt. Um die physiologische Extensorenaktivität im betroffenen Bein zu überprüfen, bittet der Therapeut den Patienten, mehrmals mit seinem Fuß auf den Boden zu stampfen oder mit seiner Ferse auf den Fußrücken des Therapeuten zu drücken. Häufig ist die Aktivität eingeschränkt und muss erst selektiv erarbeitet werden (s. auch ▶ Kap. 8.1.4 »Muskuläre Dyskoordination«).

Häufig befindet sich das Becken der betroffenen Körperseite in einer Retraktion (Wie steht das Becken zur USF? Wie steht der Rumpf auf dem Becken?), wodurch die Rumpfsymmetrie verloren geht und das betroffene Bein keine physiologische Stützaktivität aufbauen kann. Der Therapeut kann den Transfer vom Sitz zum Stand unterstützen, indem er den distalen Oberschenkel, etwa in Höhe des Knies, umgreift. Dabei übt er einen Zug auf den Oberschenkel (um die Retraktion des Beckens zu verhindern) und

## 5.6 · Bewegungsanalysen

gleichzeitig einen Druck auf den Unterschenkel (Fersenkontakt, physiologischer Referenzpunkt) aus.

An den **Ansatzsehnen der Ischiokruralen** (exzentrische Verlängerung), in der Kniekehle, kann der Therapeut bei der Vorverlagerung des Oberkörpers die beginnende Stützaktivität erspüren.

Bei eingeschränkter oder fehlender Aktivität (Tonus) wird die Vorverlagerung des Rumpfes nicht physiologisch möglich sein. Hierbei muss vorher selektiv die Aktivität, z.B. im Stand, angebahnt werden um sie in einem physiologischen Bewegungstransfer alltagsrelevant zu ermöglichen und umzusetzen.

Bei schwächeren Patienten wird der **Transfer** häufig dadurch geübt, dass diese sich mit gefalteten Händen auf einen vor ihnen stehenden Stuhl abstützen, das Gesäß abheben und aufrichten. Dabei ist jedoch zu beachten, dass schon das Falten der Hände, aber vor allem das ventrale Abstützen ein Flexionsmuster im Rumpf und Schultergürtel bedingt, welches der physiologischen Rumpfextension (► Abb. 5.18) entgegenwirkt.

Verfügt der Patient über das entsprechende Potenzial, sollte der Transfer in den Alltag mit einfließen, so z.B. beim Aufstehen von niedrigen Stühlen in einem Café, von der Toilette oder aus dem Auto etc.

**Aufrechter Sitz.** Die aufrechte Sitzposition ist keine starre Fixierung, sondern vielmehr ein permanentes, minimales Suchen und Finden der Körpermitte (Körperschwerpunkt), d.h. dynamische Stabilisation, im Sinne von Equilibriumreaktionen (s. Gleichgewichtsreaktionen). Dabei besteht in der Position über dem Becken (► Abb. 5.16, körpereigene USF) die größte Anforderung an die reziproke Innervation zwischen der ventralen und dorsalen Rumpfmuskulatur. Der permanente, agonistisch/antagonistische Wechsel zwischen der ventralen Bauchmuskulatur und dorsalen Rückenmuskulatur stellt für die meisten neurologisch erkrankten Patienten eine große Herausforderung dar. Die dynamische Rumpfaktivität ist daher nicht nur für die Bewegungsausführung, sondern vielmehr für eine stabilisierende und symmetrische Haltung besonders wichtig.

**Ataktische Patienten** (► Kap. 8) reagieren meist mit schnellen, überschießenden Rumpfbewegungen oder mit einer kompensatorischen Fixation (Hochziehen der Schultern). In die Bewegungsbahnung sollten daher stets Haltephasen innerhalb der körpereigenen USF (finden der Körpermitte) integriert werden, die mit zunehmendem Therapiefortschritt im Bewegungsausmaß und nach den Anforderungen der jeweiligen Bewegungsebene ausgebaut werden können.

**Parkinson-Patienten** (► Kap. 8) sind meist, bedingt durch die pathologisch erhöhte agonistisch-antagonistische Aktivität, in ihrem Flexionsmuster gefangen. Bei ihnen liegt die Zielsetzung eher in mobilisierenden, dynamischen Rotationsbewegungen sowie in der Rumpfaufrichtung.

**Hemiplegiker** (► Kap. 8) zeigen z.T. eine ähnliche Sitzposition.

Hierbei besteht jedoch meist ein Extensionsmuster (untere Extremität, Rumpf), das den Oberkörper (vor allem auf der betroffenen Seite) nach dorsal drückt, worauf der Patient durch eine kompensatorische Vorverlagerung des Oberkörpers im Flexionsmus-

ter reagiert. Dabei entsteht trotz erhöhter Extensorenaktivität ein Flexionsmuster im Rumpf. Der Kopf wird zur Exploration z.T. durch eine Hyperextension der HWS im Raum ausgerichtet, was wiederum das Sprechen und Schlucken erschwert.

(Jede der genannten abnormalen Muskelaktivitäten führt zu einer unzweckmäßigen Überanstrengung, die der physiologischen Bewegungsausführung entgegenwirkt. Der Therapeut sollte, aufbauend auf vorhandene Ressourcen, mit dem Patienten sequenziell und aktiv die jeweilige Tonussituation normalisieren (Hypotonus aufbauen – Hypertonus abbauen/Hemmung durch Bahnung), damit der Patient das Potenzial zur Ausführung einer physiologischen Bewegung erhält.)

### Beispiel

**Selbsterfahrung.** Wie ► Abb. 5.17 zeigt, wird der Oberkörper so weit vorverlagert, bis der Mittelfuß, die Knie und die Schultergürtel ungefähr eine Linie bilden. Je nach Konstitution kommt es zu geringfügigen Abweichungen, da beispielsweise ein großer Oberkörper durch sein Eigengewicht weniger Gewichte vorverlagern muss als ein kleiner. Wir versuchen aufzustehen, ohne den Oberkörper vor das Becken zu bewegen und/oder die Füße vor die Knie zu stellen. Wir bemerken schnell, dass die Bewegungsausführung nahezu unmöglich bzw. nur durch den kompensatorischen Einsatz des Abstützens oder durch Schwungholen möglich wird. Entsprechend schwer wird der Bewegungsablauf einem Patienten fallen, der z.T. nur eine seiner beiden Körperhälften spürt und bei dem zudem noch tonische Missverhältnisse bestehen. Wir müssen daher mit dem Patienten Möglichkeiten erarbeiten, die ihm eine eigenständige, physiologische Bewegungsausführung ermöglichen.

## 5.6.3 Vom Stehen zum Gehen

### Beachte

Die Grundlage für das Gehen bildet nach Sherrington (1939) der gekreuzte Streckreflex in Kombination mit der positiven Stützreaktion, wobei höhere Systeme modifizierende Einflüsse ausüben (► Kap. 3 »Motorische Systeme«).

Neben den Rückenmarksfunktionen spielen vor allem die modulierenden Halte- und Gleichgewichtsfunktionen des Hirnstamms sowie des Kleinhirns eine entscheidende Rolle (► Kap. 3 »Motorische Systeme«).

**Alltagsrelevantes Gehen dient stets einem Zweck**, d.h., wir gehen, um ein Buch aus dem Regal zu holen, um ein Fenster zu öffnen oder um eine Tür zu schließen. Durch die Sinnesorgane erhalten wir unser externes (visuell, akustisch ...) und internes Feedback (Position der Körperteile zueinander und des Körpers im Raum), welches im ZNS verarbeitet und durch ein Bewegungsprogramm (Feedfor-

ward) über eine neuromuskuläre Aktivität (Bewegung) beantwortet wird. Funktionelles Gehen ist somit stets ein integraler Bestandteil höherer, kortikaler Programme (Basalganglien, Kortex).

Jede Schädigung des zentralen Nervensystems spiegelt sich damit in einem abweichenden **Gangbild** wieder (► Kap. 8 »Krankheitsbilder«). Kenntnisse über die Ganganalyse bilden die Voraussetzung, um die jeweilige Problematik des Patienten zu erkennen und entsprechend seiner Abweichung therapeutisch zu intervenieren. Eine effektive **Gangschulung** wird jedoch nur erreicht, wenn die persönlichen Bedürfnisse des Patienten (Treppen, Bodenbeläge etc.), d.h. seine funktionelle Anwendung des Gehens innerhalb der ADL, mit in die Therapie einfließen. Das alltagsoorientierte Gehen bildet einen wichtigen Faktor zur Steigerung der Selbstständigkeit. Entsprechend hoch wird auch die Motivation des Patienten ausfallen, um an der Verbesserung seines Zustandes mitzuwirken.

#### ➤ Beachte

Die **Gangschulung darf sich nicht auf die Therapieräume beschränken**, sondern sollte auf unterschiedlichen Wegstrecken, wie z.B. bergauf, bergab, Treppen etc., sowie auf verschiedenen Untergründen, wie z.B. Pflastersteinen, Rasen, Sand etc., durchgeführt werden. Zudem sollte das Aufstehen und Hinsetzen von verschiedenen hohen Sitzgelegenheiten in die Gangschule integriert werden, wie z.B. Cafestuhl, Parkbank, Straßenbahn.

### Bewegungsinitiierung und -ausführung

Das Bewegungsprogramm (Feedforward) richtet den Kopf zur Zielerfassung in Blickrichtung aus. Der **Kopf**, gefolgt vom Brustkorb (ZSP), geht nach vorne und verlagert den Körperschwerpunkt aus der körpereigenen USF in Richtung Bewegungsziel. Die Masse des Körpers bewegt sich gradlinig (soweit keine Hindernisse vorhanden sind) in die angestrebte Zielrichtung. Dabei greift das Gesetz nach Newton: »Trägheit der Masse«.

#### ➤ Definition

**Trägheit** bedeutet das Verlangen eines Körpers, seinen Bewegungszustand – oder auch Ruhezustand – beizubehalten.

(Die Trägheit der Masse spürt man z.B., wenn man bei einer Vollbremsung mit dem Auto in den Anschnallgurt gepresst wird.)

Das Gesetz besagt, dass sich der Körper, der sich in die Zielrichtung bewegt, das Bestreben hat, **in dieser Bewegungsrichtung zu verharren**. Als Reaktion auf die Vorverlagerung des Kopfes und des Rumpfes (ZSP) aus der körpereigenen Unterstützungsfläche erfolgt eine **Kopf- und Rumpfstellreaktion** in Richtung Extension (gegen die Schwerkraft). Diese nach vorn gerichtete Gewichtsverla-

gerung bewirkt in ihrer weiterführenden Bewegung einen **Schutzschritt** (Stützreaktion) nach vorn, z.B. mit dem linken Bein. Die Masse von Kopf und Brustkorb schiebt sich gradlinig weiter und nimmt das Becken symmetrisch mit, welches über das momentane linke Standbein gleitet. Die dadurch bedingte Hüftextension im zurückbleibenden rechten Bein löst über einen Dehnreiz der Hüftbeugung (M. iliopsoas) reaktiv die **Schwungbeinphase** aus. Das rechte Bein schwingt im Zuge der gradlinigen Gewichtsverlagerung des Oberkörpers für einen Schutzschritt nach vorne und übernimmt mit seinem Fersenkontakt die **Standbeinfunktion** rechts.

#### ➤ Beachte

Gehen ist ein weitgehend automatisierter, rhythmischer und alternierender Prozess.

Er beinhaltet:

- Equilibriumreaktionen,
- Stellreaktionen des Rumpfes und
- alternierende Stützreaktionen in der unteren Extremität.

Gehen ist ein ständiges Verlieren (Vorverlagerung von Kopf und ZSP) und Finden (Schutzschritte) des Körperschwerpunktes (Gleichgewicht). Die gesamte Aktivität, die dabei ein Bein zwischen dem ersten Aufsetzen der Ferse und dem darauf folgenden Fersenkontakt ausführt, bezeichnet man als **Schritzyklus**. Ein Schritzyklus beinhaltet daher die **Standbeinphase** und die **Schwungbeinphase**.

### Kopffreiheit

Der Kopf beherbergt alle Rezeptoren, die für die Ausführung physiologischer Bewegungsabläufe notwendig sind [Vestibularapparat, visuell, propriozeptiv (Nackenmuskulatur)]. Der Kopf ist idealerweise unabhängig vom Rumpf symmetrisch im Raum ausgerichtet, und die Augen bilden eine horizontale Linie. Dabei bildet er einen mobilen Fixpunkt, um den sich der restliche Körper beim Gehen bewegt und der mit der Umwelt exploriert, um z.B. Bewegungsziele zu erfassen und/oder Hindernisse zu umgehen etc. Die meisten automatischen, automatisierten Bewegungsabläufe des Körpers werden kopfwärts eingeleitet.

#### ➤ Beachte

Die Position des Kopfes zum Rumpf entscheidet über die Position des Körpers im Raum.

### Beispiel

**Selbsterfahrung: Kopffreiheit.** Wenn wir mit (großräumigen) En bloc-Rotationsbewegungen von »Rumpf-Kopf« gehen, bemerken wir schnell, wie unphysiologisch dieses Gangbild ist. Die Augen können nur noch bedingt das Ziel fixieren, und der Gang wird zunehmend unsicherer.

## 5.6 · Bewegungsanalysen

**Bewegungsinitiierung.** Gehen wir in der Stadt, ist der Kopf meist entsprechend der Bewegungsrichtung nach vorn ausgerichtet. Sehen wir in einem Schaufenster einen interessanten Gegenstand (visuell) oder ruft uns eine uns bekannte Stimme (akustisch), dreht sich zuerst unser Kopf zur Reizquelle; dann folgt der Rumpf (► Kap. 3 »Motorische Systeme, Stellreaktionen«).

### Beachte

Die Kopffreiheit bildet eines der wichtigsten Kriterien zur Ausführung physiologischer Bewegungsabläufe: »Bekommen wir den Kopf nicht, bekommen wir die physiologische Bewegung nicht.«

### Therapierelevanz

**Tonische Missverhältnisse** der Nacken- und Schultermuskulatur bewirken häufig eine Fehlstellung des Kopfes, wodurch die Rezeptoren (vestibular, visuell und propriozeptiv) keine adäquaten Informationen liefern und die Sinnesverarbeitung (Gleichgewicht) beeinträchtigt wird.

Die Fehlstellung bewirkt eine mangelnde Exploration der Umwelt, weshalb Hindernisse z.T. nicht frühzeitig wahrgenommen werden und Gleichgewichtsreaktionen (Kopf-Rumpf-Stellreaktionen) häufig ausbleiben. Erschwert wird dieser Zustand bei einer Hemianopsie, wobei der Patient den Gesichtsfeldausfall durch eine Kopfdrehung kompensieren muss.

Das fehlende Potenzial selektiver Bewegungsabläufe führt häufig zu einem übersteigerten Einsatz der tonischen Haltereaktionen (► Kap. 3 »Motorische Systeme, Haltereaktionen« und ► Kap. 4 »3. SMRK«). Die Stellung des Kopfes (ist meist zur weniger betroffenen Seite geneigt) beeinflusst dabei den Tonus und die Bewegungen des Rumpfes (z.B. Kopfextension bewirkt Rumpfextension) sowie der Extremitäten (► Kap. 3 »ATNR«). Eine Reduktion der motorischen Anforderung und die Ausführung physiologischer Stellreaktion kann hemmend auf die erhöhte Reflexaktivität wirken. In der Gangschulung beobachtet man häufig Patienten, deren Blickrichtung zu den Füßen führt. Diese Kopfstellung bewirkt eine Flexion in der HWS und BWS (ZSP befindet sich hinter Kopf und Schultergürtel), die der physiologischen Rumpfaufrichtung (s. oben) entgegenwirkt. Dies wirkt automatisierten, alternierenden Gehbewegungen entgegen.

### Rumpfaktivität beim Gehen

Die Rumpfmuskulatur spielt für das physiologische Gehen eine wichtige Rolle. Im Folgenden werden einige Teilespekte der Rumpfaktivität und Beispiele für mögliche Abweichungen innerhalb der drei Bewegungsebenen beschrieben.

### Sagittalebene

Die Aufrichtung des Rumpfes wird durch die agonistische Aktivität der Rückenstrecker (Extensoren) und das antagonistische Widerlager der ventralen, vor allem schrägen Bauchmuskulatur stabilisiert (► Kap. 8 »Exkurs Rumpf«). Das Becken ist dabei ventral durch die Hüftbeuger (M. ili-

opsoas) verankert, wodurch in der LWS eine Lordose besteht (► Abschn. 5.3.3 »Sitzposition«). Die weitere Anteriorbewegung des Oberkörpers wird am Becken (LWS) durch die exzentrische Verlängerung der Hüftstrecker (vor allem M. gluteus maximus und die Ischiokruralen) agonistisch kontrolliert. Die Vorverlagerung des Oberkörpers entscheidet über das Gehtempo. Je größer die Vorverlagerung des Körperschwerpunktes, desto höher die Gehgeschwindigkeit und der Energieverbrauch. Die größten Gelenkbewegungen vollziehen sich beim Gehen innerhalb der Sagittalebene.

### Therapierelevanz

Bei hemiplegischen Patienten fehlt häufig das antagonistische Widerlager der ventralen Bauchmuskulatur, während in den Rückenstrecker eine erhöhte Extensorenaktivität besteht (häufig kompensatorisch durch den M. latissimus dorsi). Die Rückenstrecker dienen dabei nicht nur der Rumpfaufrichtung, sondern führen kompensatorisch den ZSP (Brustkorb) und Kopf in Richtung dorsal, um ein Nach-vorn-Stürzen zu verhindern. Dadurch geht die physiologische Vorverlagerung des Oberkörpers verloren. Die Füße befinden sich in der Regel vor dem Körper, und die Beschleunigungskräfte zum physiologischen Gehen verlieren sich; d.h., die Schritte werden sehr bewusst ausgeführt, wodurch sich der ökonomische »Bewegungsdrive« reduziert (Patienten schreiten).

Die fehlende Stabilität der Hüftstrecker (M. gluteus maximus, Ischiokrurale) kann einerseits zu einer kompensatorischen Dorsalbewegung des Oberkörpers führen, um ein Nach-vorn-Stürzen zu verhindern (s. oben). Andererseits kann der Oberkörper zu weit in die Vorlage kommen, wodurch das Gangtempo zunimmt und dadurch eine erhöhte Sturzgefahr entsteht (► Kap. 4 »4. SMRK, Pulsephänomen«), oder das Becken wird retrahiert (nach hinten gezogen), wodurch die Hüftextension verloren geht.

Die Vorlage des Oberkörpers und die gleichzeitige Retraktion der betroffenen Beckenseite bewirkt einen proximalen Zug auf die Ischiokruralen (die eigentlich die Vorverlagerung des Oberkörpers stabilisierend kontrollieren sollten). Bei mangelnder exzentrischer Verlängerung (► Kap. 8 »Muskuläre Dyskoordination«) führen sie dabei an ihrem distalen Ende zur Überstreckung des Knie (schlägt durch). Dieses Bild zeigt sich häufig bei Hemiplegikern, die mit ihrer »guten« (weniger betroffenen) Seite vorausgehen und dadurch eine Beckenretraktion auf der betroffenen Seite herbeiführen. Die Symptomatik zeigt sich, wenn die ischiokruralen Muskeln, bedingt durch eine muskuläre Dyskoordination, nicht exzentrisch verlängern können. Eine physiologische Aufrichtung des Oberkörpers (Hüftextension), sowie die Tonusnormalisierung der Ischiokruralen kann dieser Symptomatik entgegenwirken.

### Frontalebene

Der Kopf bleibt symmetrisch (vertikal) im Raum ausgerichtet, und der Schultergürtel liegt in einer horizontalen Linie auf dem Rumpf auf. Während der Standbeinphase wird das Standbeinbecken durch die Muskelgruppen der ipsilatera-

len Hüftabduktoren sowie der kontralateralen Rumpfseite (**Lateralflexion**) agonistisch stabilisiert. Zudem verhindern die Hüftabduktoren des Standbeins agonistisch das Absinken der kontralateralen Beckenhebung (Schwungbein). Parallel dazu führt die Lateralflexion der Schwungbeinrumpfseite zum Anheben des Beckens, wodurch sich die gewichtstragende Standbeinrumpfseite reaktiv (antagonistisch) verlängert. Damit stabilisiert die **Lateralflexion** der Schwungbeinrumpfseite das Standbein und erleichtert gleichzeitig die Ausführung der Schwungbeinphase (Abb. 5.19b)

## 5

**Beispiel**

**Selbsterfahrung.** Deutlicher wird uns diese Position, wenn wir den Einbeinstand einnehmen. Durch das möglichst endgradige Anheben des Beines (Schwungbein), zieht das Becken nach kranial, wodurch sich die Rumpfseite agonistisch verkürzt (Lateralflexion) und die Standbeinrumpfseite reaktiv verlängert. Die agonistische Lateralflexion bietet den Halt für das Anheben des Bein gewichtes, wobei das gegenüberliegende Standbeinbecken das kaudale Absinken des Schwungbeinbeckens abduktori sch verhindert (Mm. gluteus medius et minimus, M. tensor fasciae latae).

tae). Der Kopf ist dabei symmetrisch ausgerichtet (Kopfstellreaktion) und die Schultergürtel bilden eine nahezu horizontale Linie (Rumpfstellreaktion).

**Beachte**

Die Hüftabduktoren der Standbeinseite verhindern das Absinken des Beckens (stabilisieren das Becken) auf der Schwungbeinseite.

**Beispiel**

Führen wir jetzt aktiv durch das Senken des Schultergürtels auf der eigentlich verlängerten Standbeinrumpfseite eine extreme Verkürzung herbei, verlieren wir die Rumpfstabilität (Rumpf kollabiert), was in etwa dem Stabilitätsverlust durch eine kompensatorische Rumpfverkürzung beim Patienten entspricht.

**Beachte**

Die symmetrische (vertikale) Ausrichtung des Kopfes und die horizontale Ausrichtung der Schultergürtels geben einen Referenzpunkt für die Qualität der Kopf- und Rumpfstellreaktionen.

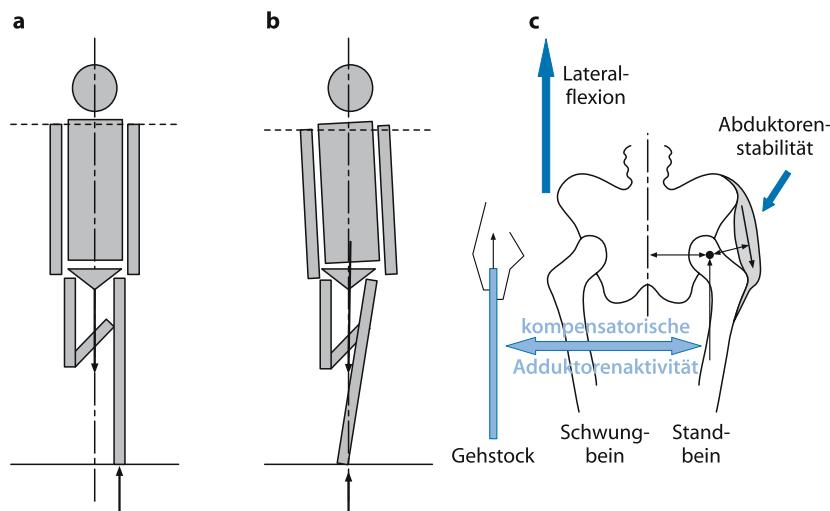


Abb. 5.19a–c. Frontalebene, Einbeinstand. a (Theoretisch) adäquate Kopf- und Rumpfstellreaktion. (Der Einbeinstand, wie er hier gezeigt wird, ist physikalisch nicht möglich.) Der Kopf ist symmetrisch im Raum ausgerichtet, und der Schultergürtel bildet eine horizontale Linie. b Die Abduktoren im linken Standbein (z.B. bei Hemiplegie links) können das Becken (Schwungbein rechts) nicht stabilisieren, und der Rumpf (s. SG/Kopf) kollabiert. c Das Schwungbein (Becken) rechts wird durch eine **agonistische Lateralflexion** der ipsilateralen Rumpfseite und durch die **Abduktorenaktivität der kontralateralen Beckenseite** (vor allem M. gluteus medius, Standbein) stabilisiert. Bedingt durch eine mangelnde Gewichtsübernahme im betroffenen Bein (hier links) und dem (evtl. zu frühen) Einsatz einer Gehhilfe, verschiebt sich der ZSP nach rechts. Das Körpergewicht liegt (Schwungbeinphase rechts) zwischen Gehhilfe und betroffenem Bein (geschlossene Kette – s. Pfeil), wobei das linke Bein häufig mit einer kompensatorischen Extensions-Adduktorenaktivität (Extensionsmuster) reagiert. Die kompensatorische Adduktorenaktivität wirkt wiederum hemmend auf die physiologische Funktion der Abduktoren (s. reziproke Hemmung), und die folgende Schwungbeinphase links wird mit einem zu hohen Extensionstonus eingeleitet (Folge: häufig Zirkumduktion). Es ist daher abzuwägen, ob man ein physiologisches Gangbild anstrebt oder im Sinn der Selbstständigkeit kompensatorische Strategien (mit Hilfsmitteln) zulässt: Ein Gehstock vermittelt oft auch Sicherheit, sodass allein dadurch, d.h. ohne Gewichtsübernahme auf die Gehhilfe, ein physiologischer Gangbild entstehen kann. (Mod. nach Beckers u. Deckers 1997)

## 5.6 · Bewegungsanalysen

Die Abb. 5.19 zeigt den Einbeinstand aus der Frontalebene.

### Praxis

Eine **fehlende Rumpfstellreaktion** kann sich z.B. durch eine Verlängerung (Hypotonus) der unbelasteten Rumpfseite (anstelle einer agonistischen Lateralflexion) oder durch eine Verkürzung (Hypertonus oder Kompensation) der belasteten Rumpfseite zeigen. Die Schultergürtel bilden **keine** horizontale Linie, und der Brustkorb neigt sich beim Gehen nach rechts und/oder nach links. Es kommt zu einer unphysiologischen Lateralverschiebung der Körperlängsachse, und die Vorverlagerung des Oberkörpers für die Beschleunigung geht durch die Seitwärtsbewegung verloren.

Eine **hypotone, verlängerte Rumpfseite** kann während der Schwungbeinphase das Beigewicht nicht heben, was die Hüftflexion erschwert. Die Patienten heben dabei häufig kompensatorisch mit großer Anstrengung schon vor dem Gehen das Becken an (Latissimus dorsi) oder führen das betroffene Bein über eine Gewichtsverlagerung zur kontralateralen weniger betroffenen Körperseite nach vorn. Hierdurch entsteht eine Hüftextension, was ein Extensionsmuster auslösen kann und der physiologischen Bewegungsausführung der Schwungbeinphase entgegenwirkt. Im Extrem ziehen die Patienten das gestreckte Bein über eine ausgeprägte Lateralflexion der kontralateralen Rumpfseite und eine Zirkumduktionsbewegung nach vorn.

**Zirkumduktion.** Durch die Zirkumduktion muss der Patient mit seinem Oberkörper ein Gegengewicht für das seitlich anhängende Gewicht des Beins aufbringen. Zum Ausgleich (Kompensation) führt er dabei häufig seinen Oberkörper zur gegenüberliegenden Seite nach hinten. Der unphysiologische Bewegungsablauf verhindert physiologische Gleichgewichtsreaktionen sowie ein automatisiertes Gangbild.

Neben dem mangelnden Rumpftonus sind häufig auch die Hüftflexoren und -abduktoren der betroffenen Seite inaktiv. Bei Hemiplegikern besteht vor allem im Stand, bedingt durch die Extensorenaktivität (Extensionsmuster: Extension, Adduktion und Innenrotation), ein erhöhter Adduktorentonus (► Kap. 11.7 »Befunderhebung«).

### Beispiel

**Selbsterfahrung.** Um die oben dargestellte Problematik besser zu verstehen, sollte man sich in die Lage eines Betroffenen versetzen. Wir stellen uns vor, wir leiden unter einer rechtsseitigen Hemiparese und spüren bzw. belasten unser rechtes Bein nur sehr ungern. Um das unangenehme Gefühl zu verstärken, kann man sich einen etwas spitzeren Gegenstand (kleines Holzklötzchen o. Ä.) in den Schuh legen. Um nun einen möglichst großen Bewegungsgewinn zu erzielen, wird in der Regel beim Losgehen der rechte »betroffene« Fuß in einem weiten Bogen nach

vorn gebracht. Beim Wechsel zum rechten Standbein wird die Schwungbeinphase links wesentlich schneller mit einer geringeren Schrittänge ausgeführt, um die Belastung auf dem betroffenen rechten Bein möglichst gering zu halten. Das rechte Bein steht dabei häufig noch vor dem linken oder parallel zu diesem. Durch diese Stellung wird die endgradige Hüftextension, die über einen Dehnreiz des M. iliopsoas (Hüftbeuger) die Schwungbeinphase einleitet, nicht eingenommen. Das reaktive Einsetzen der Schwungbeinphase findet nicht statt, und das Gangbild wird unphysiologisch. Das Beispiel macht deutlich, dass die Standbeinphase wesentlich wichtiger ist, als die Schwungbeinphase, da nur durch die physiologische Belastung des betroffenen Beins die Schwungbeinphase reaktiv eingeleitet werden kann.

### Transversalebene

Um die Schwungbeinphase der Beine zu unterstützen, rotiert das Becken alternierend etwas (ca. 4°) nach vorn. Die gegenüberliegende Standbeinbeckenseite gleitet dabei über das Standbein, ohne eine Retraktion auszuführen. Während der Schwungbeinphase wird das Becken (über die schräge Bauchmuskulatur) durch die kontralaterale obere Rumpfseite stabilisiert. Mit zunehmendem Gangtempo (nach Klein-Vogelbach 120 Schritte/min) führt dies zu einer reaktiven Ausgleichsbewegung der kontralateralen Arme. Dabei führt die Schwungbeinphase rechts zu einer reaktiven Vorrückbewegung des linken Armes und umgekehrt (s. auch Schultergürtel- und Armbewegungen beim Gehen).

### Beispiel

**Selbstversuch.** Die Rotationsbewegung des oberen Rumpfes gegen den unteren Rumpf spüren wir am besten, wenn wir die Hände über Kreuz auf die Schultern legen und bei einem etwas höheren Gangtempo auf die Gegenbewegung des Beckens achten.

### i Therapierelevanz

**Eine fehlende Rumpfstabilität** kann zu einer übermäßigen Rumpfrotation führen. Dadurch verlieren die Arme beim Gehen ihre reaktive Mitbewegung. Zudem erfolgt durch die übermäßige Rotation eine Dorsalbewegung des Oberkörpers, was wiederum der physiologischen Rumpfvorverlagerung entgegenwirkt.

Häufig wird die fehlende Rumpfstabilität auch durch eine Fixation des Oberkörpers kompensiert (► Kap. 8 »Ataxie«). Die Schultern werden hochgezogen, und die dynamische Stabilität geht verloren. Im Extrem führt dies zu einem Gehen »en bloc« mit einem Rotationsgang von den Beinen bis zur HWS (ähnlich wie John Wayne oder ein Kamel). Dabei wird das Gehen mit großen seitlichen Ausfallschritten (Abduktionsgang) ausgeführt, wodurch sich die Schrittänge reduziert.

Bei Hemiplegikern besteht häufig eine eingeschränkte Hüftextension (Rumpfaufrichtung), die eine adäquate Gewichtsübernahme in der Standbeinphase verhindert. Bei einer Vorrückbewegung des weniger betroffenen Beines bewegt sich, bedingt durch die mangelnde Hüftstabilisation, das Becken der betroffe-

nen Seite nach hinten (Retraktion). Durch die unphysiologische Vorwärtsverlagerung des Oberkörpers und die Asymmetrie des Beckens entsteht ein verstärkter Zug auf die Ischiokruralen, wodurch häufig das betroffene Knie überstreckt wird (durchschlägt).

### Vorwärtsbewegung von Becken und Beinen

Die Gehbewegungen von Becken und Beinen erfolgen automatisiert. Dabei vollzieht das Becken permanent minimale Stellungsänderungen in der WS (z.B. Lateralflexion – Schwungbein, Lateralextension – Standbein), um den Brustkorb zu stabilisieren. Beim physiologischen Gang erfolgt die Schwungbeinphase reaktiv durch eine Extensionsdehnung der Hüftbeuger.

#### Beachte

Eine endgradige Hüftextension und die physiologische Gewichtsübernahme im Standbein bilden die Voraussetzung zum reaktiven Einsetzen der Schwungbeinphase.

Die **Schwungbeinphase** beginnt mit dem Ablösen des Vorfußes, wobei das gegenüberliegende Standbein noch leicht nach hinten geneigt ist. Das Knie des Schwungbeins initiiert die Vorwärtsbewegung und überholt das nun nahezu vertikal stehende Standbein, welches dabei in die Hüftextension geht. Durch die Vorwärtsbewegung schiebt sich das Becken nahezu symmetrisch über das Standbein nach vorn. Dies führt im Standbein zur Fersenablösung und zur zunehmenden Vorneigung des Rumpfes. In der weiteren Gewichtsverlagerung nach vorne trifft die Ferse des Schwungbeins auf den Boden und leitet so den Übergang zur Standbeinphase ein. Der Vorfuß des bisherigen Standbeins hebt sich vom Boden ab und wird in gleicher Weise zum Schwungbein.

Die größte Muskelanspannung erfolgt am Anfang und am Ende der Standbeinphase (Stabilität). In der Mitte der Bewegung besteht ein eher niedriges Tonusniveau, da die Vorwärtsbewegung vor allem im Zuge der Vorlastigkeit von Rumpf und Kopf (Trägheit der Masse) eher mit Schwung anstatt mit Kraft erfolgt.

### Praxis

#### Beachte

Der M. gluteus medius kann seine abduktori sche Stabilität nur bei nahezu endgradiger Hüftextension entfalten.

**Hüftbeugekontraktur:** Eine eingeschränkte aktive Hüftextension, wie z.B. durch eine Beckenkippung (Hyperlordose in der LWS, Hohlkreuz) und/oder durch eine Hüftbeugekontraktur, können zu einer mangelnden Gewichtsübernahme im betroffenen Bein führen.

Der kompensatorische Einsatz des M. latissimus dorsi bei der Rumpfextension bewirkt zwar einerseits die Aufrichtung des ZSP, jedoch bedingt dies gleichzeitig eine Be-

ckenkippung nach anterior (Hohlkreuz), wodurch die endgradige Hüftextension und damit verbunden die stabilisierende Funktion des M. gluteus medius verloren geht. Die mangelnde abduktori sche Aktivität des M. gluteus medius wird z.T. vom M. tensor fasciae latae kompensatorisch übernommen, was wiederum mit einer beugenden, innenrotatorischen Komponente im Hüftgelenk verbunden ist.

Eine Hüftbeugekontraktur kann sich durch eine Hyperlordose in der LWS (Hohlkreuz) oder durch eine verstärkte Vorlage des Oberkörpers im Stand zeigen. Bittet man den Patienten, sich aufzurichten, zieht der Oberschenkel (distaler Gelenkpartner) nach vorn. Zur Befunderhebung wird der Patient in Rückenlage positioniert (dabei entsteht meist schon eine Hyperlordose in der LWS). Durch das endgradige Anbeugen des kontralateralen Beines kann die Hyperlordose in der LWS ausgeglichen werden. Durch das Anheben des Oberschenkels (Knie) auf der betroffenen Seite zeigt sich das Ausmaß der Hüftbeugekontraktur.

In **Übersicht 5.4** sind die Probleme in der Stand- und Schwungbeinphase zusammengestellt.

### Therapiebeispiele

Um die **Gewichtsverlagerung beim Gehen** zu verbessern, wird der Patient in Schrittstellung positioniert (je weiter die Schrittstellung, desto höher die Anforderung an die Haltungskontrolle). Der Therapeut fixiert mit seinen Zehen leicht die Zehen des betroffenen Beines. Dadurch leitet der Patient automatisiert über das weniger betroffene Bein die Schwungbeinphase ein, und das betroffene wird zum hinten stehenden Standbein. Die Hände des Therapeuten befinden sich rechts und links am Schlüsselpunkt Becken (Crista iliaca), um die physiologische Beckenbewegung über das Standbein zu begleiten (s. Fallbeispiel Herr M., **Abb. 10.19d**).

**Gewichtsverlagerung.** Der Therapeut verlagert nun in der Schrittstellung langsam am Becken das Körpergewicht vom hinteren paretischen Bein nach vorn auf das weniger betroffene Bein, bis sich die Ferse des hinteren Beines leicht vom Boden abhebt. Dabei verringert sich die Belastung des hinteren Beines, und die des vorderen nimmt zu. Vor dem Abheben des hinteren Fußes wird die Gewichtsverlagerung gestoppt und wieder zurückgeführt. Die Sequenz wird mehrmals wiederholt.

Zur **besseren Körperaufrichtung** und einer damit verbundenen verbesserten Hüftextension, kann der Therapeut den Patienten bitten, seine Hände hinter dem Rücken zu falten (die entsprechende Haltungskontrolle vorausgesetzt). Die WS kommt mehr in die Extension, und der Arm befindet sich in einer hemmenden Position, die einer pathologischen Tonuserhöhung (assoziierte Reaktionen, Spastik) entgegenwirkt.

## ■ Übersicht 5.4: Probleme in Stand- und Schwungbeinphase

### — Probleme einer unphysiologischen Standbeinphase:

- Die Schrittlänge und Schrittdauer des gegenüberliegenden Schwungbeins wird verkürzt.
- Durch eine Hyperlordose in der LWS wird die unzureichende Extension im Hüftgelenk kompensiert (M. gluteus medius kann nicht adäquat abduktionsstabilisieren).
- Der Fuß steht instabil auf dem Boden (Sprunggelenk knickt ein).
- Das Becken auf der Standbeinphase dreht nach hinten. Es erfolgt eine verspätete Fersenablösung (Knie schlägt durch), die wiederum das reaktive Einsetzen der Schwungbeinphase verhindert.

### — Probleme einer unphysiologischen Schwungbeinphase:

- Durch eine bestehende Hüftbeugekontraktur wird die Schwungbeinphase zu früh eingeleitet. Die Patienten gehen nicht, sie schreiten mit dem Bein vor dem Oberkörper.
- Bei einer mangelnden exzentrischen Verlängerung der Ischiokruralen gleitet das Knie (Oberschenkel) nicht schnell und weit genug nach vorn. Die Patienten kompensieren durch eine Hyperextension des Rumpfes nach dorsal, um das Bein nach vorn zu bringen (Heben des Beins vor, schreiten). Häufig ist dies mit einer Retraktion im betroffenen SG verbunden.
- Beim Loslassen zum Schwungbein verlässt der Vorfuß den Boden. Durch ein zu hohes Beingewicht, wie z.B. durch eine mangelnde Beckenhebung oder durch eine erhöhte Reflexaktivität, kann ein pathologischer Extensionstonus (positive Stützreaktion) im Bein aufgebaut werden, der die Schwungbeinphase verhindert.

**Einleiten der Schwungbeinphase.** Damit sich der Fuß ungehindert nach vorn bewegen kann, muss sich das Bein verkürzen. Die lateralflexorische Aktivität der vor allem ventralen Rumpfmuskulatur wurde bereits angesprochen. Einen weiteren wichtigen Faktor bildet die **Mobilität des Knie**s. Einerseits entsteht durch die Schwungbeinphase des weniger betroffenen Beines eine Hüftextension im betroffenen Bein, die zu einem Extensionsmuster im kompletten Bein führen kann. Andererseits besteht am Ende der Standbeinphase eine erhöhte Vorfußbelastung, die – bedingt durch eine erhöhte Reflexaktivität (positive Stützreaktion) – eben-

falls eine pathologische Extensorenaktivität herbeiführen kann (s. unten). Daher fällt es den Patienten in dieser Position häufig schwer, das Extensionsmuster zu durchbrechen und die Knieflexion einzuleiten.

Während der Standbeinphase gleitet der Oberkörper (Vorverlagerung ZSP) über das Standbein, wodurch dieses am Ende, hinter dem Körper verbleibt und durch die Hüftextension (Dehnung des M. iliopsoas) reaktiv die Schwungbeinphase einleitet. Im Knie muss nun durch eine exzentrische Verlängerung der Kniestrecken (M. quadriceps femoris) die Knieextension nachlassen, damit der Oberschenkel mit Hilfe der Schwerkraft nach vorn fällt (etwa zum Knie des jetzigen Standbeines) und die Schwungbeinphase ausgeführt werden kann. Nicht selten kompensieren Hemiplegiker die mangelnde exzentrische Verlängerung (ventraleitig – M. quadriceps, dorsalseitig – Ischiokruralen), d.h. das Voreilen des betroffenen Knie, durch ein Einknicken (Knieflexion) im weniger betroffenen Standbein. Hierdurch gleitet das Becken (Oberkörper) nach kaudal, wodurch der Fuß im betroffenen Bein während der Schwungbeinphase auf dem Boden schleift. Es ist daher notwendig, auch während der Standbeinphase im weniger betroffenen Bein auf eine nahezu endgradige Knieextension zu achten.

Um den Bewegungsablauf zu verbessern, positioniert sich der Therapeut vor dem in Schrittstellung stehenden Patienten und fixiert erneut mit seinen Zehen die Zehe des hinten stehenden, betroffenen Fußes. Die Hände befinden sich wie oben seitlich am Becken (und/oder am ZSP) und begleiten die physiologische Vorverlagerung des Oberkörpers. In dieser Stellung bittet nun der Therapeut den Patienten, mehrmals sein Knie zu dem Therapeutenknie zu führen (fallen zu lassen), um es dann wieder zurück in die Knieextension zu bringen. Anweisung: »Führen Sie Ihr Knie zu meinem« oder »Lassen Sie Ihr Knie zu meinem fallen und wieder zurück«. Während der Vorwärtsbewegung (Knie fällt) verlagert sich das Körpermittel auf das kontralaterale Standbein, während der Rückwärtsbewegung (Knie geht wieder zurück in die Streckung) auf das nun wieder ipsilaterale, betroffene Standbein. Die Vor- bzw. Zurückverlagerung des Körpermittels wird am Becken (und/oder ZSP) gefacilitiert. Gelingt die Vorwärtsbewegung des Knie, wird das Bewegungsausmaß zum Schritt ausgebaut, wie z.B. »Lassen Sie Ihren Fuß nach vorn schwingen« (bis zum Fersenkontakt).

## Schrittzyklus, Gehtempo und Spurbreite (In Anlehnung an Klein-Vogelbach 1999.)

Ein **Schrittzyklus** besteht sich aus ca. 60% Standbeinphase und 40% Schwungbeinphase. Daraus resultiert eine Doppelbelastungsphase, in der beide Beine den Boden berühren, von ca. 20%, die das Gehen charakterisiert. Mit zunehmendem Bewegungstempo verringt sich die Doppel-

belastungsphase, bis sie schließlich ganz wegfällt und das Gehen zum Laufen (Joggen) wechselt.

Das normale **Gangtempo** beträgt ca. 108–120 Schritte/Minute. Bei einem langsameren Gang, d.h. unter 80 Schritte/Minute, werden die Schritte nicht mehr reaktiv ausgeführt. Die Armbewegungen werden symmetrisch, und die natürliche Vorwärtsbewegung des Körpers geht auf Kosten von Rechts-links-Bewegungen (Frontalebene) verloren. Steigen die Schritte auf über 140 Schritte/Minute an, zeigt sich der Gang hyperaktiv und wird unökonomisch. Die Schritte werden kürzer, die dadurch zurückgelegte Wegstrecke verringert sich, und die Ermüdung tritt schneller ein.

Die **Spurbreite** ist beim Gehen so groß, dass das überholende Schwunghaben sich gerade noch am Standbein vorbei bewegen kann, ohne dies zu berühren. Die mediale Schwunghabenferse führt dabei gerade noch am Standbein-Innenknöchel vorbei. Bei Abweichungen von der normalen Gangspur, wie z.B. beim Kreuzgang (Minusspur), verringert sich der Weggewinn.

Das Heranholen und Vorsetzen des Fußes in der Schwunghabenphase bestimmt die **Schrittänge**. Die Schrittänge ist von vielen Faktoren abhängig, wie z.B. dem Bewegungstempo, der Konstitution, vom Schuhwerk, der Bewegungsaufgabe etc. Die Schrittänge liegt meist zwischen 60 cm und 70 cm; wobei die Strecke des Heranholens der des Vorsetzens entspricht (z.B. bei 66 cm Schrittänge je 33 cm).

### Abrollen des Fußes in der Standbeinphase

Während des normalen Gehens berührt der Fuß zuerst mit der Ferse den Boden und rollt über die funktionelle Fußlängsachse gradlinig nach vorn, zwischen die Grundgelenke des ersten und zweiten Zehs. Durch den physiologischen Fersenkontakt erfolgt das Abrollen reaktiv. Die Abrollbewegung über die physiologische Fußlängsachse ist am längsten und erzielt somit den größten Weggewinn.

### Praxis

Eine **unphysiologische Ausrichtung der Gelenkachsen**, wie z.B. bei einer verstärkten Außen- oder Innenrotation im Hüftgelenk, führt zur Verschiebung der Fußlängsachse, was sich negativ auf die Stabilität des Beines auswirkt.

**Funktionelle Fußlängsachse.** Ob bei einem Patienten schon vor seiner Läsion eine Fehlstellung der funktionellen Fußlängsachse bestand, kann man anhand der Sohlen seiner gut eingelaufenen Schuhe feststellen. Steht der Fuß nach außen, verschiebt sich die Fußlängsachse nach innen (innerer Rand der Schuhsohle abgelaufen). Steht der Fuß nach innen (z.B. Innenrotation Hüfte) verschiebt sie sich nach außen (Außenrand des Schuhs wird stärker belastet).

**Übergang Standbein – Schwunghaben.** Die Fersenablösung bedingt eine besonders hohe neuromuskuläre Anforderung. Dabei müssen sich die Zehflexoren (besonders der Großzehe) proximal konzentrisch verkürzen, um durch eine Plantarflexion (ca. 20°) die Vorverlagerung des Körperschwerpunktes zu unterstützen, während sich die distalen Anteile exzentrisch verlängern, um die Extension der Zehen zu kontrollieren.

**Positive Stützreaktion.** Eine mangelnde, hemmende, kortikale Kontrolle bzw. eine abnormale Sensibilität können bei der Belastung des Vorfußes (Zehflexoren) eine positive Stützreaktion auslösen. Dies kann zu einer pathologischen Extensorenaktivität (Adduktoren und Innenrotatoren), von distal ausgehend im gesamten Bein bis hin zum Rumpf, führen. Der Oberkörper wird nach dorsal gedrückt, wodurch seine physiologische Vorverlagerung verloren geht. Zudem wirkt eine pathologische Tonuserhöhung der Ausführung selektiver Bewegungsabläufe entgegen.

**Passiv-assistive Mobilisation.** Eine vorherige passiv-assistive Mobilisation des Fußes (vor allem Waden- und Fußmuskulatur), d.h. des Sprunggelenkes, des Fußgewölbes (Dehnung) und der Zehe kann die physiologische Bewegungsausführung verbessern (► Kap. 11 »Fallbeispiel Herr K.«).

**Desensibilisierung.** Zudem können taktile Maßnahmen zur Desensibilisierung dem Auftreten einer positiven Stützreaktion entgegenwirken. Dabei streicht der Therapeut mit seinen Fingern, einer Bürste oder einem Vibrationsgerät vorsichtig vom hinteren lateralen Fußrand nach distal über den Kleinzeh zum Großzeh. Eine taktile Überstimulierung könnte sich durch das Auftreten des Babinski-Reflexes zeigen. Der Reflex gilt ca. ab dem 4. Lebensmonat als pathologisch und ist ein Zeichen einer Läsion der Pyramidenbahn. Durch das Bestreichen der lateralen Fußsohle zieht die Großzehe in eine tonische Hyperextension, während die Kleinzehen eine Plantarflexion ausführen. In diesem Fall müssen die Berührungsreize vorsichtiger, weicher gesetzt werden und können im Zuge der ausbleibenden Reflexaktivität (assoziierte Reaktionen) gesteigert werden.

**Schuhwerk.** Für die Gangschulung sollten gut eingelaufene Schuhe des Patienten verwendet werden. Neben dem Kostenfaktor für neue Schuhe fühlt sich der Patient in seinen eingelaufenen Schuhen wohler. Zudem verringern sie die Gefahr von Blasenbildung, die durch eine mangelnde Sensibilität bei neuem Schuhwerk verstärkt besteht.

Früher verwendete man z.T. Turnerschuhe (Tennisschuhe) mit einem hohen Einstiegshals. Sie sind jedoch relativ schwer, haben eine Gummisohle mit einem hohen Abrollwiderstand, und der hohe Rand bietet meist keine wirkliche Stabilisation für das Sprunggelenk. Dadurch können sie

beim Gehen (Abrollwiderstand) sowie durch das erschwerende An- und Ausziehen zu einer pathologischen Tonuserhöhung führen.

### Schultergürtel und Armbewegungen beim Gehen

Beide Schultergürtel bilden eine horizontale Linie (Frontalebene). Sie sind unabhängig vom Rumpf, wodurch sie den Armen bzw. Händen die Kommunikation und Manipulation der Umwelt ermöglichen, wie z.B. mit den Händen zeigen, winken, erklären (Gestik), das Halten und Transportieren von Gegenständen etc.

Im aufrechten Stand hängen die Arme, ähnlich zweier Pendel, locker am Körper nach unten. Mit zunehmender Schrittänge und zunehmendem Gangtempo (nach Klein-Vogelbach 1996: 120 Schritte/min) werden die Arme als ausgleichende Reaktionskräfte entgegengesetzt zu den Beinbewegungen eingesetzt. Bewegt sich der Rumpf über das linke Standbein nach vorn, geht der Arm auf der kontralateralen rechten Seite in die Extension (nach hinten). Gleichzeitig führt die Schwungbeinphase im rechten Bein zu einer reaktiven Vorwärtsbewegung des linken Armes. Durch die wechselnde Gewichtsverlagerung in der Schwung- und Standbeinphase zwischen rechter und linker Körperhälfte schaffen die Arme im Sinne der Gleichgewichtsreaktion ein entsprechendes Gegengewicht.

#### Therapierelevanz

Der Schultergürtel bildet das Bindeglied zwischen der Aktivität des Rumpfes und der Arme. Eine muskuläre Dyskoordination im Schultergürtel und/oder Arm verhindert die Ausführung physiologischer Stellreaktionen sowohl im Rumpf als auch im Arm. Ein in der Retraktion fixierter Schultergürtel (Beugespastik) kann z.B. die Vorverlagerung des Rumpfes und/oder die seitliche Rumpfverlängerung während der Standbeinphase behindern.

Einerseits führt die Position des Standes bzw. des Gehens vor allem bei unsicheren Patienten zu einem verstärkten Auftreten von assoziierten Reaktionen (Spastik) im betroffenen Arm. Anderseits kompensieren viele Patienten die mangelnde Rumpfstabilität durch eine kompensatorische Tonuserhöhung auf der weniger betroffenen Seite im Rumpf und den Extremitäten. Beide Faktoren wirken den physiologischen Pendelbewegungen der Arme entgegen. Der Einsatz einer alltäglichen Aktivität, in denen die Arme während des Gehens funktionell eingesetzt werden, wie z.B. das Transportieren von Gegenständen in einer stabilen Kartonkiste, könnte diesem entgegenwirken (► Kap. 11 »Fallbeispiel Herr M.«).

Abb. 11.38b). Der Patient spürt anhand der Kartonverformung die assoziierte Reaktion und kann einen kontrollierenden Einfluss darauf nehmen. Zudem erleichtert die Übung durch den automatisierten Einsatz des Gehens den Transfer in die Alltagssituation. Die Rotationsbewegung des Rumpfes bzw. die Pendelbewegung der Arme setzt reaktiv bei einer Gehgeschwindigkeit von ca. 120 Schritten/min ein. Häufig gelingt es den Patienten, durch Rumpfrotation (oberer Rumpf zum kontralateralen Bein) bei ei-

ner weitaus geringen Gehgeschwindigkeit die Extension in der unteren Extremität zu durchbrechen. Dabei ähnelt das Gangbild zwar etwas dem eines Models auf dem Laufsteg, ist aber sicherlich physiologischer als die Zirkumduktionsbewegung.

### Transfer des Gehens in Alltagssituationen

Im Therapieraum hebt sich der Fuß während der Schwungbeinphase etwa 1 cm vom Boden ab, im Freien auf Pflastersteinen ca. 2–3 cm und auf dem Rasen ca. 4 cm. Das Gehen in bergigem Gelände oder die Überwindung von Treppenstufen benötigt eine weitaus höhere Gelenkmobilität als das Gehen auf ebener Fläche. Gehen darf sich daher nicht auf die Therapierräume beschränken, sondern muss im Sinne einer alltäglichen Handlung umgesetzt werden, wie z.B. eine Busfahrt durch die Stadt zum Einkaufen. Neben den umweltbedingten Anforderungen an die Motorik, wie z.B. Steigungen, Witterungsbedingungen, Stehplatz im Bus etc., spielen auch psychische Faktoren, wie z.B. der zeitliche Druck (Stress) im Straßenverkehr (Grünphase an der Fußgängerampel) oder das Beobachtetwerden beim Gehen, eine nicht zu unterschätzende Rolle.

### Bewältigen von Steigungen und Gefälle

Beobachtet man eine Person, die an einem Steilhang steht (bergauf oder bergab), so erkennt man, dass sich der Kopf und der Rumpf entsprechend der Steigung bzw. dem Gefälle vertikal aufrichten. Die gelenkige Regulation der Körperposition geschieht dabei vor allem im Sprunggelenk. Steht die Person bergauf, besteht eine verstärkte Dorsalextension (physiologische Flexion), steht sie bergab, kommt es zu einer gesteigerten Plantarflexion (physiologische Extension). Diese Position setzt sich beim Gehen fort. Kopf und Rumpf bleiben sowohl im Stehen als auch bei sämtlichen Bewegungsabläufen, wie z.B. Treppesteigen, Bergab-/Bergaufgehen etc., in einer aufrechten Körperhaltung.

**Bergaufgehen.** Geht man bergauf, wird der Oberkörper entsprechend der Schwerkrafeinwirkung nach ventrokranial ausgerichtet. Dies führt zu einer verstärkten Dorsalextension im Sprunggelenk, wodurch eher der Vorfuß anstelle der Ferse den Boden berührt. Mit dem Abstoßen des hinten stehenden Beins erfolgt eine Extensionsbewegung im vorderen Bein, das damit die Standbeinfunktion übernimmt. Während der Schwungbeinphase erfolgt eine stärkere Knie- und Hüftflexion als beim Gehen auf einer ebenen Wegstrecke.

**Bergabgehen.** Beim Bergabgehen kommt es zu einer verstärkten exzentrischen Kontrolle der Plantarflexoren (Wadenmuskulatur). Zudem wird die nach vorn gerichtete Fallneigung durch eine dezente Knieflexion (exzentrische Kontrolle der Knieextensoren, M. quadratus) abgedämpft. Hierbei wird die Plantarflexion so weit reduziert, dass sich das Sprunggelenk nahezu in der Nullstellung befindet, wodurch

sich der Körperschwerpunkt auf das vordere Standbein verlagert. Die Knie- und Hüftstrecken führen durch ihre konzentrische Kontraktion die Extensionsbewegung aus. Das hintere Bein leitet daraufhin die Schwungbeinphase ein, die durch eine geringere Hüft- und Kniestreckung als beim Gehen auf der ebenen Wegstrecke charakterisiert ist. Der Fuß geht dabei früher in die Plantarflexion, um sich auf die folgende Standbeinphase vorzubereiten.

**Treppensteigen.** Sieht man von der ebenen Trittfäche der Stufe ab, wodurch das Sprunggelenk nur eine dezente Dorsalextension ausführt, benötigt das Treppensteigen größere Gelenkbewegungen als das Bergaufgehen. Je nach Höhe der Trittstufe wird mit dem aufsetzenden Bein eine Flexionsbewegung von ca.  $60^\circ$  in der Hüfte und ca.  $90^\circ$  im Knie ausgeführt. In der weiterführenden Bewegung schiebt sich der Körperschwerpunkt (ähnlich dem Bergaufgehen) nach ventrokranial, wodurch sich die Flexionsbewegung in Hüfte und Knie sowie die Dorsalextension im Sprunggelenk erhöhen. Im Folgenden kommt es zum Abstoßen des hinteren Beins, wobei gleichzeitig die komplette Extension (Plantarflexion im Sprunggelenk) im vorderen Bein stattfindet. Das hintere Bein kommt in die Schwungbeinphase

und zieht am vorderen Standbein vorbei zur nächsten Stufe. Bei einer normalen Trittstufe von ca. 18 cm Höhe benötigt das Schwungbein eine Hüftflexion von ca.  $75^\circ$ , eine Knieflexion von ca.  $100^\circ$  sowie eine Dorsalextension im Sprunggelenk von ca.  $15^\circ$ .

**Treppe abwärts gehen.** Beim Heruntergehen wird durch die exzentrische Verlängerung der Kniestrecken (Kniestreckung) und der Plantarflexoren (Dorsalextension) des oben stehenden Standbeines der Vorfuß des nach unten gehenden Schwungbeins auf der nächst tiefer liegenden Trittstufe platziert. Um dies zu ermöglichen, wird das Knie des Schwungbeins nahezu vollständig gestreckt und der Fuß im Sprunggelenk ca.  $30^\circ$  plantarflektiert. Mit der Stufenberührung zieht der Fuß in die Nullstellung, das Knie federt dämpfend ab, und der Körperschwerpunkt wird durch die Hüftextension über das neue Standbein verlagert. In dem Moment, in dem der Vorfuß die Stufe berührt, löst sich die Ferse des oben stehenden Standbeines von der Stufe ab, um die darauf folgende Schwungbeinphase einzuleiten. Zu Beginn wird dabei das Knie ca.  $90^\circ$  und die Hüfte ca.  $30^\circ$  flektiert.

Die Abb. 5.20 fasst den Bewegungsablauf beim Gehen zusammen.

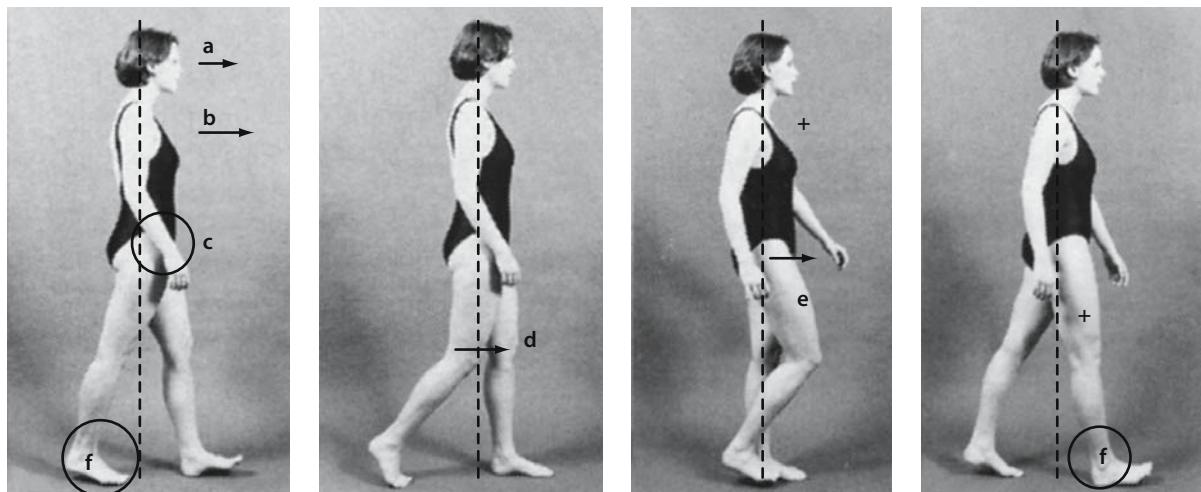


Abb. 5.20a-f. Zusammenfassung: Gehen. a Der Kopf richtet sich entsprechend der Zielerfassung in Blickrichtung aus. b Dieser Bewegung folgt eine **Vorverlagerung des Körperschwerpunktes** aus der körpereigenen USF in Richtung Bewegungsziel. Dabei bewegt sich die Masse des Körpers gradlinig (soweit keine Hindernisse vorhanden sind) in die angestrebte Zielrichtung. Es greift das Gesetz nach Newton: »Trägheit der Masse«. Die Gewichtsverlagerung bewirkt in ihrer weiterführenden Bewegung einen Schutzschritt (Stützreaktion) nach vorn mit dem linken Bein. Die Masse von Kopf und Brustkorb schiebt sich gradlinig weiter und nimmt das Becken symmetrisch mit, das über das momentane linke Standbein gleitet. c Die dadurch bedingte Hüftextension im zurückbleibenden rechten Standbein leitet über einen Dehnreiz der Hüftbeugern (M. iliopsoas) reaktiv die **Schwungbeinphase** ein (Wechsel von Standbein und Schwungbein). d Das rechte Knie gleitet (fällt, exzentrische Verlängerung des ischiokruralen Muskels und des M. quadriceps femoris) im Zuge der Vorrückverlagerung und der Schwerkrafteinwirkung etwa in Höhe des linken nahezu endgradig gestreckten Standbeinknies. e Durch die konzentrische Aktivität der Hüftbeugern schwingt das linke Bein nach vorn und übernimmt mit seinem Fersenkontakt die **Standbeinfunktion** rechts (Wechsel von Schwungbein und Standbein). f Der Fuß rollt über die funktionelle Fußlängsachse nach vorn, wobei das Becken symmetrisch über das Standbein gleitet. (Mod. nach Beckers u. Deckers 1997, S. 21 Abb. 3.4a, e, f, g)

## 5.7 Lernaufgaben und Lösungen

### 5.7.1 Aufgaben

#### 1. Aufgabe: Gelenkbewegungen

Ordnen Sie die Gelenkbewegungen (nach der Neutral-o-Methode) aus der anatomischen Nullstellung (Abb. 5.4) entsprechend den Bewegungsebenen zu:

Körperteile	Sagittalebene	Frontalebene	Transversalebene
Kopf			
Rumpf (oberer)			
Becken			
Obere Extremität			
Schultergelenk			
Ellenbogengelenk			
Handgelenk			
Untere Extremität			
Hüftgelenk			
Kniegelenk			
Sprunggelenk			

#### 2. Aufgabe: Normale Bewegungsabläufe

Ordnen Sie die genannten Bewegungsabläufe den jeweiligen Bewegungsebenen zu:

Körperteile	Sagittalebene	Frontalebene	Transversalebene
Treppe steigen			
Kopf schütteln (nein, nein)			
Kopf nicken (ja, ja)			
Im Seitschritt an der Wand entlanggehen			
Eine Pirouette auf dem Eis drehen			
Mit dem Hammer einen Nagel in die Wand schlagen			
Mit dem nach oben ausgestreckten Arm eine Glühbirne eindrehen			

### 3. Aufgabe: Rumpfmobilisation

Ordnen Sie die Bewegungen des Rumpfes den Bewegungsebenen zu und bewerten Sie die Anforderungsniveaus an die reziproke Innervation (harmonisches Zusammenspiel der Muskulatur) und des Gleichgewichtssystems. Die Rumpfbewegungen sollten entsprechend den Ebenen endgradig ausgeführt werden, um die Anforderungen deutlicher zu spüren:

	Sagittalebene	Frontalebene	Transversalebene
Rumpfbewegung			
Anforderung			

5

(In der Tabelle geht es nicht um den Bezug zum Hüftgelenk, sondern um die Bewegungen in HWS, BWS und LWS/Becken.)

Die Bewertung erfolgt mit + für geringe, ++ für mittlere und +++ für hohe Anforderungen an die Muskelaktivität und das Gleichgewichtssystem.

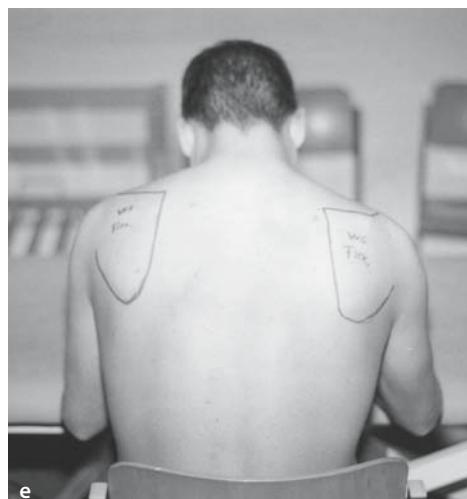
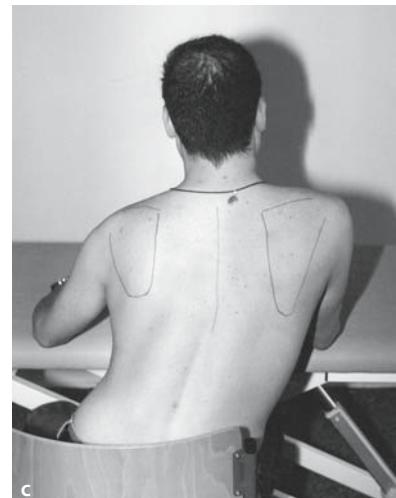
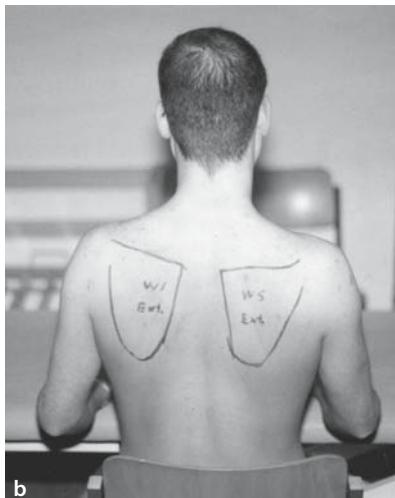
### 4. Aufgabe: Bewegungsanalyse von proximal nach distal: WS, Skapula, Schultergelenk, Becken und Hüftgelenk

Eine Person sitzt mit entkleidetem Oberkörper auf einem Hocker, die Unterarme liegen auf einem Tisch oder einer Behandlungsbank auf (Abb. 5.21a–e). Welche Bewegungen werden im Rumpf, in der Skapula und im Schultergelenk (proximal zu distal) ausgeführt, wenn der ZSP (zentrale Schlüsselpunkt) in verschiedene Bewegungsrichtungen (s. folgende Tabelle) fazilitiert wird?

Bewegung Rumpf	ZSP nach vorne (Sagittalebene)	Nach hinten (Sagittalebene)	Zur unbelasteten Sei- te (Frontalebene)	Zur belasteten Seite (Frontalebene)
WS				
Skapula				
Schultergelenk				
Becken				
Hüftgelenk				

## 5.7 · Lernaufgaben und Lösungen

Bewegungsanalyse im Sitz (☞ Abb. 5.21a–e)



☞ Abb. 5.21. a, b ZSP geht nach vorn (Sagittalebene). c ZSP geht nach hinten (Sagittalebene). d, e ZSP geht nach rechts; rechts belastete Seite, links unbelastete Seite (Frontalebene)

## 5.7.2 Lösungen

### Lösung zur 1. Aufgabe

Körperteile	Sagittalebene	Frontalebene	Transversalebene
Kopf	Ext./Flex.	Lateralflexion und (Lateralex-tension)	Rotation
			(nach recht – positive Ro-tation)
			(nach links – negative Ro-tation)
Rumpf (oberer)	Ext./Flex.	Lateralflexion und (Lateralex-tension)	Rotation
			(nach recht – positive Ro-tation)
			(nach links – negative Ro-tation)
Becken	Beckenhebung und -kippung (Symphysis)	Lateralflexion und (Lateralex-tension)	Rotation unterer gegen obe-rem Rumpf
Obere Extremität	Ext./Flex.		AR und IR
Schultergelenk	(Ante-/Retroversion)	Abd. u. Add.	Supination u. Pronation
Ellenbogengelenk	Ext./Flex.	Dorsalext. u. Palmarflex.	(nicht exakt in der Transver-salebene)
Handgelenk	Ulnarabd. und Radialabd.		
Untere Extremität	Ext./Flex.	Abd. u. Add.	
Hüftgelenk	Ext./Flex.	Supin. u. Pron.	AR u. IR
Kniegelenk	Dorsalext. und Plantarflex. (oberes Sprunggelenk)	(unteres Sprunggelenk, nicht exakt in der Frontalebene)	
Sprunggelenk			

### Lösung zur 2. Aufgabe

Körperteile	Sagittalebene	Frontalebene	Transversalebene
Treppe steigen	X		
Kopf schütteln (nein, nein)			X
Kopf nicken (ja, ja)	X		
Im Seitschritt an der Wand entlanggehen		X	
Mit den Schlittschuhen eine Pirouette auf dem Eis drehen			X
Mit dem Hammer einen Nagel in die Wand schlagen	X		
Mit dem nach oben ausge-streckten Arm eine Glühbirne eindrehen			X

**Lösung zur 3. Aufgabe**

	Sagittalebene	Frontalebene	Transversalebene
Rumpfbewegung	Extension/Flexion	Lateralflexion/Lateralex-tension	Rotation
Anforderung	+	++	+++

**Lösung zur 4. Aufgabe**

Bewegung Rumpf	ZSP nach vorne (Sagittalebene)	Nach hinten (Sagittalebene)	Zur unbelasteten Seite (Frontalebene)	Zur belasteten Seite (Frontalebene)
WS	Extension	Flexion	Lateralflexion Verkürzt/konkav	Lateralextension Verlängert/konvex
Skapula	Adduktion	Abduktion	Depression	Elevation
	Depression	Elevation		
	(Innenrotation)	(Außenrotation)	(Innenrotation)	(Außenrotation)
Schultergelenk	Außenrotation	Innenrotation	Abduktion	Adduktion
	Retroversion	Anteversion	Außenrotation	Innenrotation
	(Extension)	(Flexion)		
Becken	Beckenkippung	Beckenhebung	Spina iliaca hebt sich	Spina iliaca senkt sich
	(LWS – Lordose)	(Rundrücken)		
Hüftgelenk	Flexion	Extension	Abduktion	Adduktion

**Lösung zu Tabelle 5.1**

(Siehe S. 92)

	Rückenlage	Freier Sitz	Stand
Unterstützungsfläche	+++	++	+
Haltungstonus	+	++	+++
Gleichgewicht	+	++	+++

# Neuropsychologie

In Zusammenarbeit mit Irving Speight

**6.1 Bewusstwerden des Wahrgenommenen – 122**

**6.2 Bewusstsein – 122**

**6.3 Aufmerksamkeit – 125**

6.3.1 Aufsteigendes retikuläres aktivierendes System (ARAS) – 125

6.3.2 Bewusste und unbewusst automatisierte Erregung – 126

6.3.3 Zusammenfassung: Vigilanz/Alertness/Arousal – 126

6.3.4 Thalamus: the Gate, »Tor zum Bewusstsein« – 127

*Alertness, Arousal – kortikothalamisches Gating* – 127

6.3.5 Zusammenfassung: neuronale Strukturen der Aufmerksamkeitsprozesse – 127

6.3.6 Aufmerksamkeit, Ressourcen – 128

6.3.7 Formen der Aufmerksamkeit – 128

6.3.8 Aufmerksamkeit und Rehabilitation – 130

**6.4 Gedächtnissysteme – 132**

6.4.1 Gedächtnisfunktionen – 132

6.4.2 Quantitative Gedächtnisfunktion – 132

6.4.3 Qualitative Gedächtnisfunktionen/Speicherung im Langzeitgedächtnis – 137

6.4.4 Gedächtnisstörung, Amnesie-Syndrome – 139

*Patient H.M.* – 139

**6.5 Lernprozesse – 140**

In der phylogenetischen Entwicklung des Menschen haben sich besonders die sog. **höheren Funktionen** entwickelt, durch die der Mensch sich von den Tieren unterscheidet:

- Sprache,
- Denk-, Lern- und Gedächtnisprozesse,
- räumliches Vorstellungsvermögen,
- Aufmerksamkeit,
- Emotionen,
- das Planen von Handlungen und
- das Bewusstsein.

Sie sind in ihrer Gesamtheit, Komplexität und Flexibilität einzigartig.

Bei den höheren Gehirnleistungen unterscheidet man

- **kognitive Funktionen:** komplexes Wahrnehmen, Vorstellen, Denken und Erinnern,
- **exeutive Funktionen:** Vorbereitung, Planung und Kontrolle von Handlungen.

Der Übergang zwischen der Wahrnehmung einer Situation (kognitive Verarbeitung) und der darauf folgenden Handlung (exeptive Funktion) ist meist fließend. In neuerer Literatur beschreibt man das Endprodukt der Wahrnehmung als das gleiche neuronale Substrat, das als Ausgangsprodukt einer Handlung dient.

#### 6.1 Beachte

Bei den **Wahrnehmungsprozessen** geht es um die Repräsentation der Umwelt, bei der **Handlung** um die Repräsentation beabsichtigter, zukünftiger Ereignisse.

Eine neurologische (organische) Schädigung der höheren Gehirnleistungen kann zu einer **Verhaltensänderung** führen. Da diese vor allem den Intellekt und die Psyche des Menschen betreffen, bezeichnet man die Wissenschaft, die sich mit diesen Phänomenen beschäftigt, als »**Neuropsychologie**«: Sie dient als Bindeglied zwischen der klassischen Neurologie und der **Psychologie** (nichtorganisch bedingte Verhaltensänderung).

## 6.1 Bewusstwerden des Wahrgenommenen

#### 6.1.1 Beachte

Die kleinste Intensität bei der ein Reiz gerade noch wahrgenommen wird, bezeichnet man als **Wahrnehmungsschwelle** (Reizschwelle).

Diese bildet sich aus der **Interessensschwelle** und der **Aufmerksamkeitsschwelle** (Gschwend 1998).

Andere Autoren sprechen von der **inneren Aufmerksamkeit**. Der Begriff ist vergleichbar mit den Begriffen »Interesse« oder den »Bottom-up-Prozessen«, die in ▶ Abschn. 6.3.2 näher erläutert werden.

Die innere Aufmerksamkeit wird unterschieden von der **äußereren Aufmerksamkeit**, die eher kognitiv gesteuert wird. Sie entspricht den »Top-down-Prozessen«, die ebenfalls in ▶ Abschn. 6.3.2 geschildert werden. Sowohl die innere als auch die äußere Aufmerksamkeit sind an Wahrnehmungsprozessen beteiligt, lediglich die Gewichtung der Verarbeitung variiert situationsabhängig. Nur ein Reiz, dem die nötige Aufmerksamkeit bereitgestellt wird und der das entsprechende Interesse weckt, gilt als adäquater Reiz. Er passt die Wahrnehmungsschwelle und rückt somit ins Bewusstsein. Im Umkehrschluss erfolgt auf diese Weise eine **Selektion der Reize**.

#### 6.1.2 Beachte

Fehlt die Aufmerksamkeit oder das Interesse am Reiz, so wird er ausgefiltert (gehemmt).

Auf diese Weise ist es möglich, die fast unendliche Anzahl der Sinnesreize zu reduzieren und dabei die relevanten Reize unbewusst (automatisiert) oder bewusst (zielgerichtet) zu verarbeiten.

#### 6.1.3 Beachte

Bewusstsein bezieht sich auf alle Zustände, die vom Individuum erlebt werden und über die es sprachlich berichten könnte (Roth 2001).

Wie ein Reiz wahrgenommen und verarbeitet wird, hängt neben den physiologischen, anatomischen und zerebralen Bedingungen zu einem wesentlichen Anteil von den Erfahrungen und Erlebnissen des Individuums selbst ab.

#### 6.1.4 Beachte

Menschen zeigen z.T. sehr unterschiedliche Reaktionen auf die gleichen Reizsituationen.

Was dem einen noch angenehm ist, stört den anderen, von der Vielzahl der unterschiedlichen Interessengebiete ganz zu schweigen. Somit verfügt jeder Mensch durch angeborenes und aus seiner Umwelt erlerntes Verhalten über eine **individuelle Reizverarbeitung**, d.h. über sein eigenes Bewusstsein. Dies macht deutlich, dass eine genaue Beschreibung der Verortung neuronaler Systeme nur begrenzt möglich ist und im Einzelfall stark voneinander abweichen kann. Die größten Gemeinsamkeiten bestehen dabei wohl in den primären Projektionen (modalitätsspezifisch), wobei auch hierbei Menschen z.T. besser sehen, hören oder riechen können.

#### 6.1.5 Beachte

Umso multimodaler und komplexer (Erinnerung, Denken, Planen) jedoch ein System wird, entsprechend individueller

## 6.2 • Bewusstsein

gestaltet sich seine neuronale Verschaltung (► Kap. 4 »Sensomotorische Systeme, 5. SMRK«).

### 6.2 Bewusstsein

#### ➤ Definition

»Bewusstsein: Allg. Bezeichnung für die Gesamtheit aller psychischen Vorgänge und Qualität von Erlebnissen, verbunden mit Ich-Bewusstsein, Vigilanz (Wachheit), und ungestörter Perzeption (Wahrnehmung) und kognitiver Funktionen.« (Psychyrembel 1991, S. 201)

Bewusstsein lässt sich nicht allein definieren als die Fähigkeit zur Produktion einfacher Bewegungsmuster bzw. zur Reaktionen auf Reize. Beispielsweise besitzen Tiere, deren Verhalten instinktiv oder durch Reflexe gesteuert wird, kein Bewusstsein. In gleicher Weise schreibt man beim Menschen der reinen Spinalebene (► Kap. 4 »Rückenmark, 1. und 2. SMRK«) ebenfalls kein Bewusstsein zu, obwohl von dort viele Reflexe ausgeführt werden. Entwicklungsgeschichtlich ist die heutige Form des Gehirns nicht nur durch eine höhere Gehirnmasse, sondern auch durch das Hinzukommen neuer spezialisierter Gehirnregionen gekennzeichnet. Dies bedeutet, dass sich das Bewusstsein beim Menschen mit der Zunahme neuer Schaltkreise ständig weiterentwickelt hat.

#### ➤ Beachte

Das Bewusstsein ist nicht einer speziellen Region des ZNS zuzuschreiben, sondern spiegelt sich vielmehr in einer hierarchischen und parallelen Verschaltung mehrerer neuronaler Systeme und Zentren.

Neuere Ansätze gehen sogar davon aus, dass die entscheidenden Voraussetzungen für das Bewusstsein nicht nur in hochgradig vernetzten neuroanatomischen Strukturen zu lokalisieren sind, sondern als bestimmte Verarbeitungsprozesse (Informationsschleifen, Phasenkoppelung) aufzufassen sind.

#### ➤ Beachte

Bewusstsein entsteht durch spezifische Informationsverarbeitungsprozesse in dynamischen, sich wechselseitig beeinflussenden Hirnarealen, wobei der Kortex mit seinen beiden Hemisphären das breitgefächerte System für Bewusstseins- und Aufmerksamkeitsprozesse bildet.

Die höheren Zentren sind jedoch aufgrund ihrer Struktur mit tiefer liegenden (Basalganglien, Mittelhirn, Hirnstamm) Zentren verschaltet und somit von diesen elementar abhängig. So hat eine Schädigung des Thalamus (Diencephalon) unweigerlich Folgen auf die Verarbeitung in höheren

her liegenden neokortikalen Arealen. Diese Sichtweise wird durch klinische Beobachtungen an Patienten mit Gehirnläsionen bestätigt.

#### Beispiel

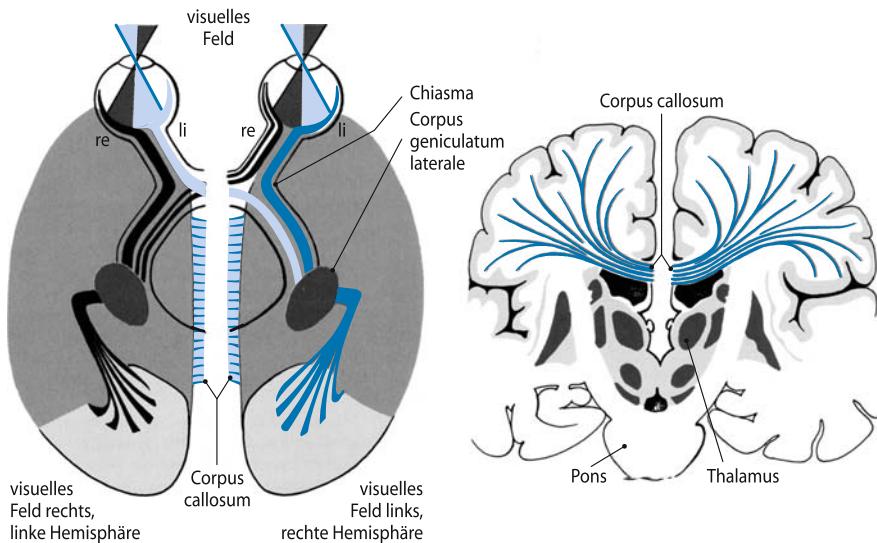
Selbst der in Oliver Sacks »Der Mann, der seine Frau mit einem Hut verwechselte« (1990, S. 42ff) eindrucksvoll beschriebene »verlorene Seemann Jimmy«, der keine neuen Gedächtnisinformationen abspeichern konnte (anterograde Amnesie), unterhielt sich mit dem Doc hinsichtlich seiner Vergangenheit sehr angeregt. Sein Bewusstsein fehlte jedoch entsprechend seiner Störung (Korsakow-Syndrom, Mandelkern betroffen) für die Gegenwart. In der Vergangenheit ist sich Jimmy seiner bewusst.

Ähnlich verhalten sich **Neglectpatienten**, die den Bereich ihres Körpers oder Gegenstände im Raum vernachlässigen, die kontralateral zu der Seite der Hirnschädigung liegen, weil sie ihnen nicht mehr bewusst sind. Befragt man sie bei einem linksseitigen Neglect etwa nach der Wegbeschreibung von Punkt A nach Punkt B, beschreiben sie nur die Merkmale (Gebäude) der rechten (bewussten) Seite. Beim Rückweg hingegen (nach Drehung um 180°) beschreiben sie jedoch die (vorher vernachlässigten) Gebäude der jetzt rechts liegenden Seite. Das Bewusstsein ist somit entsprechend des Störungsbildes für die jeweils kontralaterale Raumhälfte ausgeblendet. Ebenso zeigten Versuche aus der Split-brain-Forschung (Durchtrennung des Corpus callosum, der stärksten Kommissurenverbindung, □ Abb. 6.1) bei Patienten die an schwerer Epilepsie litten, dass beide Hemisphären unterschiedliche Bewusstseinsformen repräsentierten.

Die Spezialisierung der Hirnhälften kann als eine Art Arbeitsteilung des Gesamt-kortex gesehen werden. Beide Hirnhälften bearbeiten dabei den gleichen Reiz mit unterschiedlichen Gesichtspunkten. Während z.B. die **linke Hirnhälfte** mehr die Zahl und Form der Bäume untersucht (sequenziert, analysiert), ist die **rechte Hirnhälfte** eher für die räumlichen Relationen der Bäume und deren Position im gesamten Wald (ganzheitlich, räumlich) zuständig.

Ohne die Verbindung der Kommissurenfasern jedoch kann die linke Seite nicht mehr verstehen, was die rechte tut. So zieht z.B. beim Anziehen, die linke Hand die Hose hoch und die rechte die Hose herunter. Gibt man einem Patienten einen bekannten Gegenstand »nur« in das linke Gesichtsfeld und in die linke Hand, so kann er zwar damit hantieren, die **Benennung** ist ihm aber nicht möglich. Der Patient erkennt mit der rechten Hemisphäre zwar den Gegenstand, durch die Durchtrennung des Corpus callosum wird die Verbindung mit der linken sprachproduzierenden Hemisphäre jedoch unterbrochen und somit eine Assoziation mit der Namensgebung verhindert.

Ebenso zeigen sich unterschiedliche **Emotionen** bei Schädigungen der rechten bzw. linken Hemisphäre. Linkshirnig (rechte Körperseite) betroffene Patienten weinen anfangs häufiger in der Therapie, sie zeigen eher eine depresso-



**Abb. 6.1.** Durchtrennung des Balkens. Nach der Durchtrennung des Balkens (Corpus callosum) und der Sehnervenkreuzung (Chiasma opticum) sind für die rechte Hirnhälfte nur noch Sinneseindrücke aus dem linken Gesichtsfeld erfahrbar. (Aus Birbaumer et al. 2003)

ve Grundstimmung, sie erleben die Situation als einen Verlust von Körperfunktionen. Rechtshirnig betroffene hingegen »scheinen« mit der Situation besser umzugehen, sie sind eher zu einem Spaß bereit und machen sich um ihren Zustand weniger Sorgen. Neben dem limbischen System als Lust-, Unlustzentrum schreibt man auch der rechten Hemisphere eine bedeutende Rolle bei der Gestaltung emotionaler Vorgänge zu.

### Therapierelevanz

Der Patient beginnt während der Therapie zu weinen. Der Therapeut sollte den Patienten in seiner Situation akzeptieren, nicht aber näher auf das Weinen eingehen. Ein Schlüsselsatz in solch einer Situation könnte lauten: »Ja, ich verstehe Sie, aber wir müssen mit der Therapie weitermachen.« In den meisten Fällen, es sei denn, es handelt sich um ein pathologisches nicht situationsadäquates Weinen, wird der Patient mit dem Weinen aufhören und sich der Therapie widmen. Die dabei erzielten Therapiefortschritte wirken positiv auf die Grundstimmung, wohingegen ein Be sprechen der »schlechten« Situation, wie z.B.: »Ach ja, es geht Ihnen sehr schlecht, o. Ä., die depressive Symptomatik noch verstärkt. Ebenso negativ wirkt sich die Beschönigung der Situation aus. Sprüche wie »Ach so schlimm ist es doch gar nicht, es wird bald besser« oder »Schauen sie sich die anderen Patienten an, denen geht es noch schlechter« sind realitätsfern. Zum einen steht das Eigenschicksal für den Patienten im Vordergrund, und bei nicht Eintreten der versprochenen Situation verliert der Therapeut seine Glaubwürdigkeit. Gespräche zur Krankheitsverarbeitung beinhalten ein hohes Maß an Verantwortung und sollten daher nur von Therapeuten mit entsprechender qualifizierter Ausbildung geführt werden.

Es zeigt sich, dass die Steuerung psychischer und physischer Vorgänge von einem störungsfreien Zusammenspiel der beiden Hemisphären abhängig ist. Das Zusammenwirken bedeutet jedoch auch, dass vor allem bei sehr spezifischen Funktionen eine Hemisphere die Dominanz der Steuerung übernimmt.

### Beachte

Je komplexer und differenzierter sich diese Funktion darstellt, desto größer zeigt sich die Seitendominanz.

Am prägnantesten ist dies bei den Sprachregionen (Broca, Wernecke), die bei 99% aller Rechtshänder in der linken Hemisphere lokalisiert sind (s. Störung der Sprache und des Sprechens). Neben der Verarbeitung verbaler Funktionen schreibt man der linken Hemisphere auch die Steuerung und Planung komplexer Bewegungsabläufe (Bewegungsprogramme) zu, während die rechte u.a. für die räumlich-konstruktive Verarbeitung verantwortlich ist.

### Beachte

Bewusstsein ist auf weiträumige (Assoziationsfasern) und hemisphärenübergreifende (Kommissurenfasern) Verbindungen innerhalb des ZNS angewiesen.

### Störungen des Bewusstseins

Ein **Nicht-Bewusstsein** entsteht nur im Tiefschlaf oder unter Narkose (Bewusstlos). Des Weiteren kann eine pathologische Erregungserhöhung kortikaler Strukturen, beispielsweise bei einem epileptischen Anfall (häufig Temporallappen), zu einem Bewusstseinsausfall führen.

### 6.3 · Aufmerksamkeit

Ein **verfälschtes Bewusstsein** kann durch die Einnahme von starken Medikamenten (Schlafmitteln), Drogen (Alkohol), durch sensorische Deprivation (fehlende Sinneseindrücke), Reizüberflutung oder durch eine Schädigung der neuronalen Strukturen des ZNS entstehen.

Zu den Voraussetzung für bewusstes Erleben zählen vor allem **Aufmerksamkeits- und Gedächtnisleistungen**.

## 6.3 Aufmerksamkeit

Ein adäquates Bewusstsein (adäquate Wahrnehmung) basiert auf dem intakten Zusammenwirken verschiedenster neuronaler Netzwerke innerhalb des ZNS. Dies bedingt eine Gehirnleistung, welche die Wahrnehmungsfokussierung auf Informationen, Ereignisse, Gegenstände und Prozesse ermöglicht. Diese Gehirnleistung wird als **Aufmerksamkeit** beschrieben. Eine besondere Rolle in dieser Regulierung der Aufmerksamkeits- bzw. Bewusstseinszustände spielt das **ARAS**.

**Exkurs, Neuropathologie.** Ein intrakranieller Drucksanstieg, meist durch schwere Traumen bedingt, kann zu einem Einklemmen des oberen Hirnstamms führen, woraus das sog. Mittelhirnsyndrom resultiert. Das Mittelhirnsyndrom kann zu Bewusstseinstörungen bis hin zum Koma führen.

### 6.3.1 Aufsteigendes retikuläres aktivierendes System (ARAS)

#### ➤ Definition

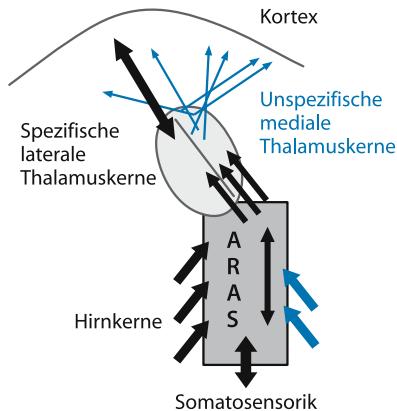
Das ARAS bildet das Zentrum der gerichteten Wachheit und ist ein Teil der Formatio reticularis (FR).

Im klinischen-neuropsychologischen Bereich wird der Begriff »**Alertness**« verwendet. Dieses von der Medulla oblongata bis zum Thalamus aufsteigende Wachheitssystem wird auch als **Arousal-System** bezeichnet. Es empfängt starke sensorische Zuflüsse aus dem Rückenmark sowie aus allen Hirnnervenkernen. Die vom Hirnstamm ausgehende, noradrenerge Aufmerksamkeitsaktivierung wird dann durch überwiegend rechtshemisphärische, reziproke Verschaltungen über dem Thalamus und dem dorsolateralen frontalen und inferioren parietalen Kortex kontrolliert und aufrechterhalten. □ **Übersicht 6.1** stellt die Arousal-Steuering dar.

#### Kortikale Erregung

Die □ Abb. 6.2 zeigt die vereinfachte Darstellung der kortikalen Erregung.

Durch das tonische Arousal erfolgt eine unspezifische (multimodale) Kortixerregung, das phasische Arousal führt



□ Abb. 6.2. Vereinfachte Darstellung der kortikalen Erregung

zur spezifischen Kortixerregung d.h. am modalspezifischen Kortexareal (Eins-zu-Eins-Projektion).

- Das tonische Arousal spielt eine wesentliche Rolle bei der **Daueraufmerksamkeit**.
- Das phasische Arousal ermöglicht die **selektive Aufmerksamkeit** (s. auch ▷ Abschn. 6.3.7 »Gating«).

Beide Systeme müssen reizabhängig aktiviert sein, um den Reiz ins Bewusstsein zu rücken und damit wahrzunehmen. Eins zu Eins bedeutet, bildlich gesprochen, die Projektion aus der Peripherie (z.B. Hand) zum entsprechenden kortikalen Projektionsfeld (▷ Kap. 2, □ Abb. 2.5, Homunkulus). Das phasische Arousal erregt die sinnespezifischen Gehirnareale, das tonische Arousal erregt unspezifisch, um Assoziationen mit anderen Modalitäten herzustellen. Schmerzreize und akustische Reize scheinen eine besonders stimulierende Wirkung auf das System zu besitzen, im Schlaf (Tiefschlaf) hingegen ist die Aktivität entsprechend reduziert. Die Alertness (Wachsamkeit) bildet die Grundlage

#### □ Übersicht 6.1: Arousalsteuerung

- **Alertness:** Wird die Formatio reticularis durch die sensorischen Zuströme erregt, erhöht sich die Wachheit.
- **Tonisches Arousal:** Dies führt über die **unspezifischen Thalamuskerne** zu einer kortikalen Erregungserhöhung.
- **Phasisches Arousal:** Über die Rückkopplung zu den spezifischen Thalamuskernen (kortikothalamisches Gating) erfolgt die Erregung bestimmter sensorische Areale (sinnespezifisch).
- (Alertness: engl.. Wachsamkeit; arousal: engl., Erregung.)

- **Übersicht 6.2: Hauptfunktionen des aufsteigenden retikulären Aktivierungssystems (ARAS)**
  - Unspezifische Kortexerregung für die Daueraufmerksamkeit (tonisches Arousal)
  - Spezifische Erregung oder Hemmung sensorischer Impulse (kortikothalamisches Gating) für die selektive Aufmerksamkeit (phasisches Arousal)
  - Unspezifische Regulierung des Grundtonus  
(► Kap. 4 » $\alpha$ -Motoneuron, 1. SMRK«) über absteigende Projektionen

## Top-down-Prozesse

Um schwache, unbekannte, verborgene Reize aufzuspüren, bedarf es einer weitaus höheren, zum Reiz hingelenkten Aufmerksamkeitsleistung. Das schwache Reizpotenzial muss durch kognitive Prozesse (willkürlich) eine Aufmerksamkeitszuwendung erfahren, um die zur Wahrnehmung nötige Arousal-Erhöhung einzuleiten. Dieser Prozess bedarf einer höheren Aufmerksamkeitsleistung.

Erfolgt die Erhöhung der Alertness durch eine willentliche, kognitive Entscheidung wird von »**Top-down-Prozessen**« gesprochen (top-down bedeutet von oben nach unten).

### Beachte

Top-down-Prozesse sind kognitiv, bewusst gesteuert und von Gedächtnisinhalten abhängig. Sie werden z.B. durch eine bestimmte Erwartungshaltung oder Interpretation eines Gegenstandes ausgelöst. Sie sind stets mit einer höheren Aktivierung der Aufmerksamkeit verbunden als Bottom-up-Prozesse.

Im normalen Leben sind stets beide Prozesse für eine adäquate Wahrnehmung notwendig. Bottom-up- und Top-down-Prozesse bedingen sich stets wechselseitig und bestimmen somit die Wahrnehmungsart äußerer Umweltreize.

## 6.3.3 Zusammenfassung: Vigilanz/Alertness/Arousal

- Im medizinischen Sinne wird die **Grundwachheit** als »**Vigilanz**« bezeichnet. Sie ist tageszeitabhängig und entspricht dem neuropsychologischen Begriff der »Alertness«. Die Alertness lässt sich am ehesten mit dem Begriff der Aufmerksamkeitsaktivierung umschreiben.
- Die **Komponenten der Alertness** sind das tonische Arousal als Maß für die optimale, allgemeine Aufmerksamkeitsaktivierung und das phasische Arousal als Maß für die Fähigkeit, das Aufmerksamtsniveau im Hinblick auf ein erwartetes Ereignis kurzfristig zu steigern.
- Das **Aktivierungsniveau** des Aufmerksamkeitssystems wird durch die Komponenten der Alertness moduliert.

### Exkurs, Neuropathologie: Alertness (Grundwachheit)

Eine Störung unterscheidet man je nach Grad der Vigilanzminderung in

- Benommenheit: die kognitive Verarbeitungsgeschwindigkeit ist reduziert, Aufgaben werden verlangsamt ausgeführt;
- Somnolenz: der Patient zeigt eine abnorme Schläfrigkeit, ist aber durch äußere Reize weckbar;
- Sopor: spontane Bewegungen fehlen, jedoch erfolgt eine adäquate Reaktion auf Schmerzreize;
- Koma: Fehlen jeglicher sensorischer Reaktion.

der Aufmerksamkeitsprozesse und der damit verbundenen Sinneswahrnehmung. Eine adäquate Reizverarbeitung setzt ein optimales Erregungsniveau (»optimal arousal«) voraus. Ein zu niedriges Erregungsniveau kann mangels Reizen bis zur Deprivation führen, ein zu hohes Erregungsniveau zur Reizüberflutung (bis hin zu Anfällen).

Die Hauptfunktionen des ARAS sind in ■ **Übersicht 6.2** zusammengefasst.

Neben der Kortexaktivierung über die Formatio reticularis (ARAS) schreiben zahlreiche klinische Studien der **rechten Hemisphäre** (vor allem dem frontalen und parietalen Kortex) eine dominante Rolle bei der Kontrolle und Intensität der Daueraufmerksamkeit zu (Sturm 1999).

### 6.3.2 Bewusste und unbewusst automatisierte Erregung

#### Bottum-up-Prozesse

Die Umwandlung von Reizen in eine neuronale Erregung (an Sensoren und Rezeptoren, ► Kap. 2 »Sensorische Systeme«) zieht bei entsprechender Intensität und Bedeutungszuwendung die Aufmerksamkeit auf sich. Das dadurch entstehende Potenzial führt über verschiedene neuronale Strukturen (Gating) zur kortikalen Erregung (tonisches und phasisches Arousal) und damit zur Wahrnehmung. Durch das starke Reizpotenzial der einströmenden Reize bedarf es einer geringen neuronalen Aufmerksamkeitsleistung.

Erfolgt die Erregung der Alertness und die damit verbundene kortikale Aktivierung durch sensorische Einflüsse (Umweltreize), spricht man von »**Bottom-up-Prozessen**« (bottum-up bedeutet von unten nach oben).

#### Beachte

Bottum-up-Prozesse sind meist automatisierte Vorgänge, die ohne große Mühe mit einer minimalen Aufmerksamkeitsleistung (unbewusst) stattfinden und über den Thalamus (spezifisch, unspezifisch) zur Erregung kortikaler Strukturen (Wahrnehmung) führen.

### 6.3 · Aufmerksamkeit

Entsprechend der Unterteilung zeigt sich nach der Verlangsamung kognitiver Prozesse, ein Ausbleiben der Reaktionen auf optische Reize, gefolgt von akustischen Reizen. Zuletzt finden auch auf Schmerzreize keine Reaktionen mehr statt.

#### 6.3.4 Thalamus: the Gate, »Tor zum Bewusstsein«

In der mit der Reizselektion verbundenen Bewusstwerdung von Reizen wird dem **Nucleus reticularis thalami (Thalamus)** eine wesentliche Rolle zugeschrieben. Die einströmenden Informationen der Formatio reticularis (Afferenzen aus allen Sinnesmodalitäten mit Ausnahme der olfaktorischen) werden vorab auf neokortikaler Ebene (primäre und sekundäre Rindenfelder) gespeichert. Ein **Gedächtnissystem** mit einer sehr großen Speicherkapazität speichert dabei für wenige Millisekunden alle Sinneseindrücke, die auf den Körper einwirken. Erst in absteigender Form (von höheren zu tiefer gelegenen Strukturen) erfolgt über den Nucleus reticularis thalami die Selektion des afferenten Zustroms bzw. die **Auswahl der bedeutsamen Reize**.

#### Beispiel

Wir sitzen in der Straßenbahn und hören neben dem Zuggeräusch im Hintergrund die Gespräche verschiedener Personen (neokortikale Analyse). Gewinnt dabei ein Gesprächsthema unser besonderes Interesse oder hören wir gar unseren Namen, richten wir unsere besondere Aufmerksamkeit auf dieses Gespräch und lauschen ihm intensiver. Durch diese Selektion rückt der akustische Reiz (Gespräch) in unser Bewusstsein.

Man nennt daher den Nucleus reticularis thalami (Thalamus) das »**Tor des Bewusstseins**«. Er besitzt eine multimodale topographische Gliederung, d.h., er selektiert **sinnespezifisch** die einströmenden Reize und projiziert sie innerhalb des Thalamus zu den spezifischen Thalamuskernen. Diese leiten den Reiz zu den topographischen Arealen im Neokortex weiter. Durch die Selektion und Verschaltung ist der Nucleus reticularis thalami wesentlich an der Steuerung der selektiven Aufmerksamkeit mitbeteiligt (Birbaumer u. Schmidt 1996).

#### Alertness, Arousal – kortikothalamisches Gating

Die Alertness führt zur Erregung der kortikothalamischen Strukturen: »Achtung, es kommt etwas.« Das phasische Arousal gestaltet die Erregung zwischen Thalamus und Kortex: »Was kommt?« (**kortikothalamisches Gating**), und ist dadurch wesentlich an der Steuerung der selektiven Aufmerksamkeit beteiligt.

#### Therapierelevanz

##### Selektive Aufmerksamkeit

Obwohl durch computergestützte Trainingsprogramme zur neuropsychologischen Therapie von Störungen der selektiven Aufmerksamkeit signifikante Verbesserungen erzielt werden können, sollte man (und dies gilt für alle Aufmerksamkeitsstörungen) ein Training am PC allein eher kritisch betrachten. Am PC können bestimmte Funktionsstörungen von Sinnessystemen (optisch, akustisch) isoliert in einer künstlichen Laborsituation angesprochen werden, was zu Beginn einer Behandlung von selektiven Aufmerksamkeitsstörungen sinnvoll und erwünscht ist. Im Verlauf der Funktionsverbesserung muss jedoch zunehmend der **Transfer auf Alltagsfunktionen** und -situationen zum zentralen Bestandteil der ergotherapeutischen Behandlung werden, weil nur so ein multimodaler Einsatz der selektiven Aufmerksamkeitsfunktionen trainiert werden kann.

Besteht eine Beeinträchtigung primär in der Informationserfassung, was sich u.a. durch eine Aufmerksamkeitsstörung nur in bestimmten Sinnesmodalitäten zeigt, macht eine speziell auf die Aufmerksamkeit bezogene Therapie wenig Sinn. Sie sollte in diesem Fall vielmehr begleitend zu einer alltagsrelevanten Therapie eingesetzt werden. Daher ist es wichtig, bei der Befundung die Beeinträchtigung möglichst genau zu fokussieren.

#### 6.3.5 Zusammenfassung: neuronale Strukturen der Aufmerksamkeitsprozesse

Für das subjektiv bewusste Erleben und für die damit verbundenen Aufmerksamkeitsprozesse sind verschiedenste neuronale Strukturen mit jeweils unterschiedlichen Aufgaben verantwortlich:

- **Formatio reticularis, ARAS:** Durch das aufsteigende retikuläre aktivierende System erfolgt in der FR die Alertness (Wachheit). Über den Thalamus werden die unspezifischen thalamischen und neokortikalen Zellen erregt (»Arousal-System«). Der rechten Hemisphäre schreibt man ebenso eine wichtige Rolle bei der Wachsamkeitsregulierung zu (s. Neglect).
- **Thalamus:** Über die Erregung der unspezifischen (medialen) Thalamuskerne erfolgt die unspezifische neokortikale Erregung (**tonisches Arousal**), was wesentlich die Dauer der Reizzuwendung bestimmt, d.h. die **Daueraufmerksamkeit**.

Durch die Rückkopplung zu den spezifischen (lateralen) Thalamuskernen erfolgt die spezifische Erregung der entsprechenden neokortikalen Areale (Eins-zu-Eins-Erregung; **phasisches Arousal**). Bei diesem Vorgang spricht man vom »Tor des Bewusstseins« (thalamokortikales Gating). Hierbei erfolgt die Selektion der neokortikalen Reizaufnahme, d.h. die **selektive Aufmerksamkeit**.

- **Basalganglien (Striatum):** Hemmung neokortikaler Übererregung über den Thalamus und somit Aufgabe irrelevanter Ziele (unwichtige Info wird weggehemmt).
- **Parietaler Kortex:** Zusammentragen der Informationen, Abgleich im Kurzzeitgedächtnis, Projektion ins limbische System und in den präfrontalen Kortex (emotionale Bewertung).
- **Limbisches System:** emotionale Bewertung des Reizmusters (Lust oder Unlust), unspezifische Erregung.
- **Temporaler Kortex:** Abgleich der Informationen über den Hippokampus mit dem Langzeitgedächtnis
- **Präfrontaler Kortex:** Entscheidungsdominanz, Zielpriorität setzen, Fokussierung der Aufmerksamkeit im Sinne der Zielsetzung (motivationsspezifische Erregung; ▶ Kap. 3.5.2 »Motorische Systeme, präfrontaler Kortex«).

**Exkurs, Neuropathologie.** Die Komplexität der Systeme, die an Aufmerksamkeitsfunktionen mit beteiligt sind, erklärt, dass bei nahezu 80% aller neurologisch erkrankten Patienten eine Einschränkung der Aufmerksamkeitsleistungen besteht. Die Aufmerksamkeitsstörung stellt dabei nicht nur das häufigste Störungsbild, sondern auch das persistierendste dar (Sturm 2000). Des Weiteren geht eine Aufmerksamkeitsstörung meist mit einer Kombination mit anderen Hirnleistungsstörungen, wie z.B. Gedächtnisstörungen (vor allem Kurzzeitgedächtnis), einher. Die wohl schwerste Form der Aufmerksamkeitsstörung wird durch eine Störung des ARAS oder durch eine Unterbrechung seiner Verbindungen zum Neokortex bewirkt. Dies führt zu dem Zustand des Wachkomas oder apallischen Syndroms. Da alle Afferenzen mit Ausnahme der olfaktorischen über den Thalamus führen und beim apallischen Syndrom eben dieses Tor verschlossen ist, versucht man über Gerüche (olfaktorische Stimulation – Verarbeitung im limbischen System) das Bewusstsein des Betroffenen zu wecken.

### 6.3.6 Aufmerksamkeit, Ressourcen

Nahezu alle Theorien sprechen bei Aufmerksamkeitsleistungen von einer begrenzten Kapazität (limited capacity). Wird die Aufmerksamkeit auf ein neues Reizmuster gelenkt, so spricht man von **kontrollierter, bewusster Aufmerksamkeit**. Hierbei muss ein relativ hohes Potenzial an Aufmerksamkeitsressourcen vorhanden sein, um die Wahrnehmungsschwelle zu senken und so z.B. ein neues komplexes Reizmuster ins Bewusstsein zu rufen (▶ Abschn. 6.3.2 »Top-down«).

Häufige Wiederholung gleicher oder ähnlicher Vorgänge (Lernen) führt zu einer Intensivierung der Reizmuster, was wiederum die Wahrnehmungsschwelle senkt. Der Reiz wird leichter wahrgenommen und benötigt eine geringere Aufmerksamkeitsleistung (**automatisierte, unbewusste Aufmerksamkeit**) (▶ Abschn. 6.3.2 »Bottom-up«).

#### ➤ Beachte

Für das Erlernen neuer Bewegungen und Handlungen ist häufige Wiederholung wichtig.

### 6.3.7 Formen der Aufmerksamkeit

Man unterscheidet verschiedene Formen der Aufmerksamkeit; in □ Übersicht 6.3 sind sie dargestellt.

#### Aktiviertheit/Alertness

##### ➤ Definition

Unter der Aktiviertheit bzw. unter dem im klinischen Alltag gebräuchlicheren Begriff »Alertness« versteht man die Wachheit des Individuums.

Man unterscheidet die Alertness in

- eine **automatisierte Alertness** (tonisches, unspezifisches Arousal), welche tagesszeitabhängig das Aufmerksamtsniveau reguliert, und
- die **kontrollierte Alertness** (phasisches, spezifisches Arousal). Diese erhöht über eine spezielle Reizdarbietung, z.B. einen Warnreiz, die Aufmerksamkeit und verkürzt dadurch die Reaktionszeit (»Achtung, es kommt etwas«).

Es findet ein kontinuierlicher Wechsel zwischen automatisierter und kontrollierter Alertness statt. Bewusstes Wahrnehmen tritt nur in der kontrollierten Alertness ein und erfordert eine wesentlich höhere neuronale Leistung. Somit reguliert die Alertness die Verarbeitung kognitiver Prozesse (▶ Abschn. 6.3.1 »ARAS«). Häufig werden die daraus resultierenden Einschränkungen unterschätzt, und das kann zu einer kognitiven Überforderung des Patienten führen.

#### Selektive Aufmerksamkeit (Konzentrationsfähigkeit)

##### ➤ Definition

Unter selektiver Aufmerksamkeit versteht man die aktive Fokussierung der Aufmerksamkeit auf bestimmte Reize oder Reaktionen.

##### □ Übersicht 6.3: Formen der Aufmerksamkeit

- Aktiviertheit/Alertness (Arousal-System)
- Selektive Aufmerksamkeit (fokussierte Aufmerksamkeit, Konzentrationsfähigkeit)
- Geteilte Aufmerksamkeit
- Daueraufmerksamkeit

### 6.3 · Aufmerksamkeit

Oft wird im Deutschen der Begriff »Konzentrationsfähigkeit« anstelle selektiver Aufmerksamkeit verwendet. Bestimmten Reizen wird eine höhere Priorität für die Weiterverarbeitung eingeräumt. Die selektive Aufmerksamkeit erfolgt über das kortikothalamische Gating (phasisches Arousal), wobei dem linken orbitofrontalen Kortex zusammen mit den Basalganglien und dem Thalamus eine besondere Bedeutung zukommt.

#### ➤ Beachte

Eine Beeinträchtigung der selektiven Aufmerksamkeit zeigt sich vor allem durch eine erhöhte externe oder interne Ablenkbarkeit.

#### Beispiel

Die interne Ablenkbarkeit besteht z.B., wenn der Patient leicht ins Grübeln gerät oder in sich selbst versunken erscheint. Externe Ablenkbarkeit wird durch äußere Reize (Gespräche, Bilder etc.) ausgelöst.

### Geteilte Aufmerksamkeit

#### ➤ Definition

Unter der geteilten Aufmerksamkeit versteht man die Fähigkeit, die Aufmerksamkeit auf mehrere Reize zu richten oder verschiedene Tätigkeiten gleichzeitig auszuführen, z.B. Musik hören und einen Brief schreiben oder Auto fahren und sich mit dem Beifahrer unterhalten.

Voraussetzung für die geteilte Aufmerksamkeit ist die selektive Aufmerksamkeit, da man die Aufmerksamkeit auf mehrere Reize (teils bewusst, teils unbewusst) lenkt. Die Leistungen der Aufmerksamkeitsteilung sind in hohem Maße von Frontalhirnfunktionen abhängig.

### Daueraufmerksamkeit

#### ➤ Definition

Die Daueraufmerksamkeit ist die Fähigkeit, seine Aufmerksamkeit und Reaktionsbereitschaft ununterbrochen über einen längeren Zeitraum auf relevante Reize zu richten.

Teilweise wird das Synonym »Vigilanz« anstelle der Daueraufmerksamkeit verwendet. Unter neuropsychologischer Vigilanz wird jedoch die längerfristige Aufrechterhaltung des Aufmerksamkeitsniveaus unter extrem monotonen Bedingungen bei einer geringen Frequenz der kritischen Signale verstanden.

### Praxis: Fragen zur Diagnostik der Aufmerksamkeit

- Wachheitsgrad (Vigilanz): Kann der Patient an ihn gestellte Aufgaben verstehen und umsetzen, ermüdet der Patient schnell und in welchen Situationen?
- Ablenkbarkeit, selektive Aufmerksamkeit: Kann der Patient seine Aufmerksamkeit auf bestimmte Reize fokussieren?
- Selektive Aufmerksamkeit, Daueraufmerksamkeit: Ist die Aufmerksamkeitsstörung auf ein bestimmtes Sinnssystem beschränkt (modalspezifisch) oder besteht sie multimodal?
- Geteilte Aufmerksamkeit: Welche Situationen und Umweltbedingungen (z.B. Stresssituationen, Therapie im Gruppenraum) stellen eine besondere Schwierigkeit dar?
- Daueraufmerksamkeit: Inwieweit und wie lange kann der Patient Aufgaben folgen?
- Senkung der Wahrnehmungsschwelle: Gibt es Dinge, Situationen (evtl. ADLs), die das besondere Interesse des Patienten wecken?
- Sensorik: In welchen Sinnesmodalitäten (optisch, akustisch, taktil etc.) treten Schwierigkeiten auf?

Zu den ADLs, den Aktivitäten des täglichen Lebens im weiteren Sinne, zählen über die klassischen Bereiche wie Hygiene, Anziehen, Essen etc. hinaus auch Freizeitaktivitäten, Hobbys, Beruf, Urlaubssituationen etc.

Zur Abtestung der Aufmerksamkeitsbereiche gibt es spezielle standardisierte und apparative Testverfahren, die dem Bereich der neuropsychologischen Behandlungsverfahren zuzuschreiben sind und auf die in diesem Buch nicht näher eingegangen werden kann.

### Wahrnehmungsschwelle

Im oberen Abschnitt wurde darauf hingewiesen, dass über 80% der neurologisch erkrankten Patienten eine Aufmerksamkeitsstörung aufweisen (Prosiegel 1998). Hierdurch wird die Aufnahmefähigkeit für neue Reize und Situationen (Senkung der Wahrnehmungsschwelle) wesentlich erschwert bzw. unmöglich. Kann ein Mensch eine Situation kognitiv nicht verarbeiten, reagiert er meist in den Extremen Aggressivität oder Rückzug (depressive Tendenzen). Teilweise werden in der Therapie Medien eingesetzt, die der Patient nicht kennt, mit denen er nichts anfangen kann (Apraxie) oder bei denen er die therapeutische Anweisung nicht versteht (Aphasie). Bezieht man die Aufmerksamkeitsstörung mit ein, so kann man sich manche psychisch auffällige Verhaltensweise der Patienten erklären.

Ebenso wurde auf die begrenzte Aufmerksamkeitskapazität hingewiesen. Eine neue oder bewusst gesteuerte Tätigkeit bedarf eines großen Potenzials an Aufmerksamkeitsressourcen – im Gegensatz zu einer automatisierten, bekannten Handlung. Nicht selten hört man in der The-

rapie die Anweisung »Konzentrieren Sie sich auf die Bewegung, die Aussprache, achten Sie auf die Stithaltung« (Top-down)! Gerade diese primär top-down gesteuerten Prozesse sollte man kritisch hinterfragen. Kann der Patient der Aufgabe folgen, wird die **Funktion** im Sinne der Alltagstauglichkeit wirklich besser?

### Beispiel

**Verhaltensbeobachtung zur Senkung der Wahrnehmungsschwelle bei 2 Probanden.** (Wir können die Beobachtung auch an uns selbst durchführen, indem wir uns an einem Tag für ca. 30 min dem Pschyrembel widmen und an einem anderen Tag dem Comic.) **Aufgabe:** 30 min in einem Buch lesen:

- Proband A liest ein klinisches Wörterbuch (Pschyrembel).
- Proband B liest ein Comicheft (Asterix und Obelix, »Der Seher«)

**Proband A** fällt es nach ca. 9 Minuten sichtlich schwer, seine Aufmerksamkeit auf das Buch zu lenken. Nach ca. 13 Minuten zeigt der Proband verstärkt somatische und vegetative Reaktionen. Er nimmt eine verkrampfte Sitzhaltung ein, fährt sich öfter durch die Haare, bläst sich über die Unterlippe Luft ins Gesicht und schaut ständig auf seine Uhr. Unruhig und abgeschlafft beendet er den Versuch nach 28 Testminuten. Sein Interesse an der Wahrnehmung der Inhalte des Pschyrembels war eher gering, daher benötigte er zur Senkung der Wahrnehmungsschwelle ein sehr hohes Maß an Aufmerksamkeitsressourcen (Top-down).

**Proband B** verhält sich deutlich ruhiger, ab und an fährt ein Lächeln über seine Lippen. Reaktionen wie Luft ins Gesicht blasen oder auf die Uhr schauen, traten nicht auf. Nach 33 Minuten musste er dazu aufgefordert werden, das Heft abzugeben. Proband B zeigte sich ruhig und entspannt und hätte am liebsten den Versuch weitergeführt (um das Heft fertig zu lesen). Er zeigte ein starkes Interesse (Motivation), durch das er mit weit weniger neuronalem Aufwand (Aufmerksamkeit) die Wahrnehmungsschwelle für die Inhalte des Comics senkte.

### i Therapierelevanz

#### Aufmerksamkeit, Hemmung durch Bahnung

Dieser Grundsatz gilt ebenso wie bei der neurophysiologischen Bewegungsausführung auch für die neuropsychologischen Qualitäten. Geht die **hemmende Kontrolle** der neuronalen Strukturen verloren, kommt es zu einer kortikalen Übererregung. Der Patient kann sich nicht mehr gezielt Reizen/Aufgaben zuwenden. Die selektive Aufmerksamkeit geht verloren, und der Patient wird leicht ablenkbar. Die **Nutzung der patientenspezifischen Interessensbereiche** erleichtert es dem Patienten, seine Aufmerksamkeit auf die Behandlungsinhalte zu lenken. Diese Interessenzuwendung (Bahnung) ist daher ein möglicher Weg, um kortikale Übererregung zu hemmen (Hemmung durch Bahnung).

### 6.3.8 Aufmerksamkeit und Rehabilitation

Da die Aufmerksamkeit mit der Lernfähigkeit (► Abschn. 6.5 »Lernprozesse«) korreliert, kann man eine grobe Einschätzung zwischen den bestehenden Aufmerksamkeitsleistungen und einem Rehabilitationserfolg ableiten.

#### Beachte

Bekannte eingeübte Reize (Bottom-up) werden leichter wahrgenommen als unbekannte neue Reize (Top-down).

Daher wird gerade bei schwer aufmerksamkeitsgestörten Patienten der Einsatz von Medien wichtig, die das Interesse des Patienten wecken. Besteht eine Störung der Alertness, so ist die therapeutische Zielsetzung weit niedriger anzusetzen. Hierbei geht es in erster Linie darum, den Patienten zu aktivieren, zu mobilisieren (Bettkante, Rollstuhl), ins Bewusstsein zurückzuführen und seine wachen Zustände auszubauen; d.h. die Voraussetzungen für kognitive Prozesse zu schaffen und zudem ein Potenzial für spätere Bewegungen zu erhalten (passive Mobilisation, Lagerung zur Kontrakturprophylaxe).

### Auswahl der Therapiemedien

Fragen, die sich der Therapeut stellen sollte:

- Wo liegen die Interessen (Hobbys, Beruf etc.) des Patienten?
- Welche Aufgaben, Tätigkeiten sind für ihn kognitiv erfassbar?
- Welche Bewegungen, Tätigkeiten oder Aktivitäten sind automatisiert?

Der Therapieinhalt richtet sich nach dem Potenzial des Patienten. Eine grobe Richtung, die zwar je nach Tagesverfassung und Therapiefortschritt variieren kann, sollte hierbei zugrunde liegen.

### Tonische Alertness

Grundvoraussetzung für die Verarbeitung von Reizen bildet die »tonische Alertness« (Wachheit). Daher sollten vor allem in der Frühphase alertnesssteigernde Maßnahmen die Therapie bestimmen:

- Mobilisation an die Bettkante, ins Stehbrett, ins Stehbett, in den Rollstuhl (Mobilisationsrollstuhl) mit zeitlich steigender Tendenz.
- Stimulation der Oberflächensensibilität durch Ausstreichen (basale Waschung, abklopfen, Vibrax etc.). Passive Mobilisation durch Druck und Zug auf die Gelenke zur Stimulation der Tiefensensibilität kann ebenso Vigilanzsteigernd wirken.
- Über möglichst viele Sinneskanäle das Bewusstsein wecken (Überstimulation vermeiden). Olfaktorische Reize (Parfüm der Ehefrau, Rasierwasser etc.), die im Gegensatz zu nahezu allen anderen Sinnesmodalitäten nicht

### 6.3 · Aufmerksamkeit

über den Thalamus verlaufen, sondern direkt im limbischen System verarbeitet werden, können ebenso einen positiven Einfluss auf die Vigilanz besitzen (vor allem bei apallischen Patienten).

#### Phasische Alertness

Im weiteren Verlauf geht es um die Verbesserung der phasischen Alertness.

##### Beachte

Meist führen bekannte Sinneseindrücke (**Bottum-up-Prozesse**), die das Interesse des Patienten wecken, eher zum Erfolg als eine kognitive Verarbeitung (**Top-down-Prozesse**), die mit einer schnellen Ermüdung einhergeht.

Die Umgebung sollte eine stimulierende Wirkung auf den Patienten besitzen, indem spezifische Reize hervorgehoben werden, vor allem in der Anfangsphase sollten aber keine allzu großen Anforderungen an die Aufmerksamkeitsleistungen gestellt werden (Ermüdung).

Beispiele für eine stimulierende Umgebung:

- Gespräche mit Mitpatienten,
- Rollstuhlfahrten in den Park,
- Beschäftigungen mit großem Interesse,
- Liedergruppe.

#### Aufmerksamkeit

Zeigt der Patient eine relativ stabile Wachsamkeit (Alertness), kann mit Medien zur Verbesserung der **selektiven Aufmerksamkeit** begonnen werden. Mit zunehmendem Therapiefortschritt sollte auch der kognitive Anspruch steigen und der zeitliche Rahmen ausgebaut werden, wodurch die **Daueraufmerksamkeit** verbessert werden kann. Richtet der Patient seine Aufmerksamkeit über längere Zeit auf bestimmte Medien, ohne dabei Ermüdungszeichen zu zeigen, kann der Therapeut versuchen, neue Medien/Aufgaben/Gespräche parallel zur bisherigen Aufgabenstellung mit einzubauen (»**geteilte Aufmerksamkeit**«). Je größer sich die Reize oder Aufgaben unterscheiden, umso leichter fällt es, die geteilte Aufmerksamkeit darauf zu richten. Beispielsweise fällt es schwer, zwei verschiedene Radiosender gleichzeitig zu hören, wohingegen das Zeitlesen und gleichzeitig die Nachrichten hören eher möglich ist.

Störungen der Alertness, der selektiven und geteilten Aufmerksamkeit sowie der Daueraufmerksamkeit treten häufig bei ausgedehnten neurologischen Hirnschädigungen zusammen auf.

Diese Funktionen können aufgrund ihrer unterschiedlichen zerebralen Lokalisationen im individuellen Fall dennoch isoliert gestört sein. Sie müssen daher nach einer eingehenden neuropsychologischen Aufmerksamkeitsdiagnostik entsprechend ihrer Störungsstruktur und Ausprä-

gung individuell und nicht nach dem »Gießkannenprinzip« durch Ergotherapeuten und Neuropsychologen parallel behandelt werden.

#### Neuropsychologische Methoden zur isolierten Behandlung von basalen Aufmerksamkeitsstörungen:

- spezialisierte PC-Programme,
- funktionsorientiertes, neuropsychologisches Aufmerksamkeitstraining mit audiovisuellen Materialien.

#### Alltagsorientierte, ergotherapeutische Behandlungsbeispiele:

- Regelspiele,
- feinmotorische Tätigkeiten,
- differenzierte handwerkliche Techniken,
- kognitive Spiele oder Aufgaben (Rechnen, Lesen, Schreiben) mit zeitlicher Vorgabe,
- Zuordnungsaufgaben (motorisch, sensorisch oder kognitiv),
- Zeitungsaufgaben lesen und die Inhalte wiedergeben,
- ADLs, z.B. den Salat zubereiten und gleichzeitig auf das Essen im Herd achten,
- in der Kochgruppe verbal die Arbeitsritte begleiten (Mitpatienten erklären).

Die Therapieinhalte sollten den Patienten fordern, jedoch nicht überfordern, um so eine schnelle Ermüdung zu vermeiden. Geschieht dies dennoch, sollten die kognitiven und/oder die zeitlichen Anforderungen reduziert werden. Ein permanentes Versagen bei den Übungsaufgaben führt zur Frustration und zum Motivationsverlust.

#### Aufmerksamkeit und berufliche Wiedereingliederung

Im Zuge der beruflichen Wiedereingliederung werden die durch Aufmerksamkeitsstörungen verursachten Beeinträchtigungen oft unterschätzt:

- leichte Ermüdbarkeit,
- erhöhte Ablenkbarkeit,
- verlangsamte kognitive Verarbeitung.

In diesem Falle sollten die Aufgaben in der Therapie auf die kommende Arbeitssituation adaptiert werden. **Handwerkstechniken** wie Holz, Metall und Ton bieten ideale Bedingungen, um arbeitsvorbereitend eingesetzt zu werden. Die Herstellung von höheren Stückzahlen (Quantität) oder das Arbeiten mit einer entsprechenden Sorgfalt (Qualität) sind nur zwei Bewertungskriterien. Zudem können kognitive Prozesse wie die Ausarbeitung eines Arbeitsplanes (mit Arbeitsstruktur, Materialberechnung, Zeiteinteilung etc.) mit einfließen. Im Falle der beruflichen Wiedereingliederung sollte der **zukünftige Arbeitsplatz** an die Fähigkeiten des Patienten adaptiert werden.

#### Beispiel

Zu Beginn eine eher geringe tägliche Arbeitszeit (2 bis 3 Stunden), die entsprechend der Fortschritte ausgebaut wird.

- Flexible Pausenregelung, um dem Patienten bei Überforderung eine Erholung zu ermöglichen.
- Reizärmer Arbeitsplatz (optisch/akustisch etc.), um der erhöhten Ablenkenbarkeit entgegenzuwirken.
- Kognitive Prozesse vereinfachen (PC) oder eine verlängerte Bearbeitungszeit einplanen.

- das **nondeklarative oder implizite Gedächtnissystem**, bestehend aus perzeptuellem (Wort- und Objektformen) und prozeduralem Wissen (insbesondere assoziatives Wissen und motorische Fertigkeiten).

## 6.4 Gedächtnissysteme

Nach den Aufmerksamkeitsstörungen stellen Gedächtnissstörungen das zweithäufigste Störungsbild nach erworbenen Hirnschädigung dar. Gedächtnissstörungen sind meist mit anderen Hirnleistungsstörungen, wie z.B. Aufmerksamkeitsstörungen, und/oder der Störung höherer exekutiver Hirnfunktionen gekoppelt.

### 6.4.1 Gedächtnisfunktionen

Die Gedächtnisfunktionen bilden die Grundlage, um Informationen zu **enkodieren (aufzunehmen)**, zu **speichern (behalten)** und kurz- und/oder langfristig **abzurufen (reproduzieren)**. Ohne Gedächtnisfunktionen ist es nicht möglich, Erfahrungen oder Informationen zu speichern, um **Assoziationen** zu knüpfen (► Kap. 2.1 »Wahrnehmung«) und so die Zukunft zu planen. Im Abschnitt Wahrnehmung wurde bereits am Beispiel des Apfels die multimodale Wahrnehmung über die Assoziationsfelder erklärt. All dies wäre nicht möglich, könnten wir nicht Geruch, Geschmack, Form, Gewicht, Farbe und Oberfläche des Apfels in unserem Gedächtnis abspeichern. Sehen wir einen Apfel, können wir die oben genannten Eigenschaften in etwa vorher sagen.

#### Beachte

Zwischen Wahrnehmungs- und Gedächtnisprozessen besteht ein permanentes Wechselspiel.

Das Gedächtnis kann man in quantitative und qualitative Gedächtnisfunktionen unterteilen.

Die **quantitative Gedächtnisfunktion** bezieht sich auf die Dauer der Informationsspeicherung sowie auf die Speicherkapazität. Man unterscheidet:

- Ultrakurzzeitgedächtnis oder sensorisches Gedächtnis,
- Kurzzeit- oder Arbeitsgedächtnis,
- Langzeitgedächtnis.

**Qualitative Gedächtnisfunktionen** beziehen sich auf die Art der Gedächtnisinhalte.

Man unterscheidet beim Langzeitgedächtnis:

- das **deklarative oder explizite Gedächtnissystem**, bestehend aus episodischem (autobiographisches Wissen) und semantischem Langzeitgedächtnis (Faktenwissen).

### 6.4.2 Quantitative Gedächtnisfunktion

Um die komplexen Vorgänge des Erinnerns zu beschreiben, nutzt man die Sprache der Programmierer. Dabei vergleicht man das Abspeichern von Informationen im Gehirn mit dem Abspeichern von »Bits« im Computer. Teilweise findet man Beschreibungen, die alle Gehirnfunktionen mit der Funktionsweise eines Computers vergleichen. Das menschliche Gehirn ist jedoch weitaus komplexer verschaltet, als es ein Computer je sein wird. Das Grundprinzip des Computers basiert auf zwei Möglichkeiten »Null oder Eins« (an oder aus). Die Aneinanderkettung von Nullen und Einsen (8 Bits) ergibt ein »Bite«, die weitere Abfolge der Bites ergibt das Programm. Es ist ein durch und durch logischer Aufbau, dessen Ergebnis stets von der Eingabe des Programmierers abhängt.

#### Beachte

Das menschliche Gehirn reagiert nicht nach einer strikten Vorgabe. Seine Reaktionen können sehr stark im Ergebnis variieren, da es multiple Faktoren wie Gefühle, Motivation, Erfahrungen, Erwartungen, Umwelteinflüsse etc. in die Reaktion mit einbezieht.

Schon beim **Abspeichern** einer Information bestehen deutliche Unterschiede: Der Computer speichert seine Informationen jeweils an freiem Platz auf der Festplatte ab. Der Mensch hingegen speichert seine Informationen, indem er sie einer bereits bestehenden Erinnerung hinzufügt, sie emotional bewertet und entsprechend modifiziert (► Kap. 2.1 »Wahrnehmung, assoziierte Verschaltungen«).

Das **Abrufen** der Erinnerung geschieht beim Computer durch einen Befehl, auf den die exakte Informationswiedergabe folgt. Beim Menschen werden die Informationen unbewusst (prozedurales Gedächtnis), situationsabhängig oder bewusst (deklaratives Gedächtnis) abgerufen. Meist entspricht die Erinnerung nicht einer exakten Kopie der früheren realen Erfahrung. Ist man sich der Komplexität unserer Gedächtnisfunktionen bewusst, erscheint der Einsatz der Programmiersprache zur vereinfachten Darstellung der Systeme dennoch sinnvoll.

In der Computersprache wird die Fähigkeit des Erinnerns in **drei Phasen** unterteilt:

- Enkodierung,
- Speicherung,
- Abruf.

## 6.4 · Gedächtnissysteme

### Enkodierung

Sinneseindrücke (► Kap. 2.1 »Wahrnehmung«) werden in eine Art neuronalen Kode umgewandelt, der vom Gehirn verarbeitet werden kann. Die Enkodierung basiert auf der selektiven Aufmerksamkeit, die den Sinneseindruck/Reiz aus einer Vielzahl von Eindrücken auswählt.

#### Beispiel

Ein Umweltreiz (Ereignis) findet unsere besondere Aufmerksamkeit. Das Erlebte wird sowohl durch Bottom-up- als auch durch Top-down-Prozesse »analysiert«.

Der **Bottom-up-Prozess** analysiert, mit welcher Sinnesmodalität der Reiz aufgenommen wurde, ob es ein Geräusch (akustisch), ein Bild (visuell) oder eine Berührung (taktile) war, wo der Reiz war etc.

Über **Top-down-Prozesse** wird der Reiz mit Bekanntem verglichen und zugeordnet (»interpretiert«). Welche Art von Berührung – eine angenehme oder unangenehme, zartes Streicheln oder eher festes Massieren, mit einem Gegenstand oder mit den Händen?

#### ➤ Beachte

Die Zuordnung einer Information in verschiedene Kategorien (Schubladen) erfolgt während der Enkodierung.

Diese können sehr spezifisch sein: »Herr Müller aus dem Büro im zweiten Stock hat mich am Arm angerempelt«, oder eher allgemein: »Jemand hat mich angerempelt«. Der Enkodierungsprozess wird sehr schnell, meist unbewusst und damit automatisiert ausgeführt. Bekannte Reize, die man bereits erfahren hat, werden umgehend verschaltet: »Der schon wieder!«

#### ➤ Beachte

Die Speicherung der enkodierten Reize (Informationen) gelingt umso besser, je mehr Verbindungen mit bereits eingespeicherten Informationen zustande kommen.

»Der hat mich angestoßen« wird schnell vergessen oder erst gar nicht richtig eingespeichert. Herr Müller hat mich angestoßen (Verknüpfung zum bekannten Herrn Müller) bleibt entsprechend länger im Gedächtnis. Sieht man Herrn Müller nach einer Woche, ist die Verbindung noch da: »Ach ja, der hat mich angerempelt.«

### Speicherung

Die enkodierten Informationen werden eine gewisse Zeit abrufbereit gespeichert. Je öfter Informationen

- wiederholt oder
- mit bereits abgespeicherten Inhalten in Verbindung gebracht (Sinn verstehen) und
- je emotionaler sie bewertet werden (limbisches System), desto höher ist die Wahrscheinlichkeit und die Dauer der Einspeicherung.

### Abruf

Zu einem späteren Zeitpunkt werden die gespeicherten Informationen z.T. innerhalb von Sekundenbruchteilen situationsadäquat abgerufen. Je nach Art des Speichersystems und Art der Information sind die gespeicherten Informationen nur für kurze Augenblicke oder während des ganzen Lebens abrufbar.

#### Beispiel

**Namensgedächtnis.** Hört man den Namen eines Menschen, schenkt diesem aber keine Bedeutung, wird der Name schnell wieder vergessen. Besteht jedoch ein besonderes Interesse für die Person (Enkodierung), kann man den Namen durch Wiederholung im Langzeitgedächtnis abspeichern (Speicherung). Der Gedächtnisinhalt (Engramm) verstärkt sich, je öfter man an den Namen denkt (Wiederholung) oder mit einer bedeutsamen Information, z.B. Gesicht, in Verbindung bringt (abruft).

Man unterteilt in der Neuropsychologie die quantitativen Gedächtnisfunktionen in **drei grundlegende Speichersysteme**, die auf die Enkodierung, Speicherung und Abruf (Erinnerung) spezialisierter Informationen ausgelegt sind (► Übersicht 6.4).

### Ultrakurzzeitgedächtnis (sensorisches Gedächtnis)

Man geht davon aus, dass es sich um ein System mit **sehr großer Speicherkapazität** auf den modalspezifischen Ebenen handelt. Es speichert für wenige Millisekunden alle Sinneseindrücke, die wir hören, sehen, riechen, fühlen etc. und stellt somit die Vorstufe des Bewussten dar. Mit seiner **geringen Speicherdauer** wird es den höheren Wahrnehmungsprozessen (► Kap. 2.1 »Wahrnehmung«) zugeschrieben und als Vorstufe zum Kurzzeitgedächtnis angesehen.

Die geringe Speicherdauer ist notwendig, um die Vielzahl an permanent eintreffenden Sinneseindrücken zu bewältigen. Die meisten Sinneseindrücke werden daher schon früh vergessen.

#### ► Übersicht 6.4: Speichersysteme

- **Ultrakurzzeitgedächtnis:** sensorisches Gedächtnis, Speicherzeit weniger als 1 Sekunde
- **Kurzzeitgedächtnis:** primäres Gedächtnis, Speicherzeit maximal 20 Sekunden
- **Langzeitgedächtnis:**
  - sekundäres Gedächtnis, Speicherzeit Minuten bis Jahre und
  - tertiäres Gedächtnis, Speicherzeit lebenslang

### Beachte

Die Sinneseindrücke, denen man (selektive) Aufmerksamkeit schenkt und für die ein gewisses Interesse besteht (**Enkodierung**), passieren die Wahrnehmungsschwelle.

Das Ultrakurzzeitgedächtnis stellt somit den **Transfer zum Kurzzeitgedächtnis** dar.

### Kurzzeitgedächtnis (KZG) (primäres Gedächtnis/Arbeitsgedächtnis)

Das KZG wird in zwei Subsysteme unterteilt. Die **linke Hirnhemisphäre** ist meistens zuständig für die Speicherung und Verarbeitung von Sprache, visuell-räumliche Beziehungen werden dagegen überwiegend von der **rechten Hirnhälfte** verarbeitet. Die Informationen aus dem sensorischen Gedächtnis gelangen in Form von visuellen Bildern und verbalen Klängen oder Wörtern in akustischer Form ins KZG (**Enkodierung**). Neuropsychologische Tests zeigten, dass bei Buchstaben die rein optisch wahrgenommen wurden, die Wiedergabefehler in einer Klangverwechslung und nicht einer Verwechslung der Buchstabenform auftrat. Das »D« wurde beispielsweise mit dem »T« verwechselt und nicht mit dem ähnlich aussehenden »O«. Dies zeigt, dass eine gewisse **Dominanz der akustischen Speicherung** besteht. Wenn wir aus dem Gedächtnis Informationen abrufen, werden sie meist in sprachlicher Form wahrgenommen.

Die Speicherkapazität des KZG liegt im Sekundenbereich. Ohne eine entsprechende Aufmerksamkeitszuwendung geht die Information spätestens nach 20–60 Sekunden verloren. Neben der geringen Speicherdauer wird ihm zudem eine sehr begrenzte Speicherkapazität (unmittelbare Gedächtnisspanne) zugeschrieben, d.h. sieben +/- zwei Elemente/Chunks (ein Chunk entspricht einer bedeutungsvollen Informationseinheit).

### Beispiel

**Selbstversuch.** Wiederholen Sie die unten stehende Zahlenreihe, decken Sie die Zahlenreihe ab und schreiben Sie die Zahlen in der möglichst richtigen Reihenfolge auf.

4 2 7 5 7 8 9 3 5 4 1 6. Lösung: \_\_\_\_\_

Wiederholen Sie die Buchstabreihe und verfahren Sie wie oben.

D F R Q K Ü L A N E. Lösung: \_\_\_\_\_

Die meisten Menschen erinnern sich bei dieser Aufgabe (Kurzzeitgedächtnis) an sieben Zahlen bzw. Buchstaben (+/- zwei).

Man kann sich die Speicherung durch das Kurzzeitgedächtnis in etwa so vorstellen: Auf eine 70 Zentimeter lange Tischplatte werden sieben Teller mit einem Durchmesser von jeweils 10 Zentimetern platziert. Schiebt man einen neuen Teller dazu, fällt der hintere herunter. Ähnlich wie der neu hinzugekommene Teller den alten verdrängt, verdrängen neue Informationen die alten. Bei den meisten

Menschen ist diese Tischplatte 70 Zentimeter lang, wobei 50 bzw. 90 Zentimeter noch im Normbereich liegen.

Die **zwei wesentlichsten Mechanismen**, die der Mensch nutzt, um die begrenzte Speicherkapazität des Kurzzeitgedächtnisses zu verbessern, sind:

- Chunking und
- Wiederholen.

Beim **Chunking** werden viele Einzelchunks zu einem Gesamtchunk zusammengefasst, d.h., die Zahlen 1 5 7 7 5 8 werden zu den Zahlen 15 77 58 oder 157 758 oder zur Zahl 157758 zusammengefasst. So wird beispielsweise die Speicherung von sieben Zahlen wie 157758, 345678 etc. möglich. Entsprechendes gilt für Buchstaben die zu Wörtern zusammengefasst werden.

### Beachte

Die Speicherung der Chunks wird wesentlich effektiver, wenn die Informationen eine bestimmte Bedeutung wie Telefonnummer, Geburtsdatum, Buchtitel, Namen u.ä. erhalten.

Durch **Wiederholung** verbleibt die Information länger im Kurzzeitgedächtnis (der letzte Teller wird vom Tisch genommen und vorn neu hinzugeschoben). Der Transfer ins Langzeitgedächtnis ist hierdurch jedoch noch nicht gesichert.

### Beachte

Erst wenn die Information erkannt wird und eine Bedeutung besitzt (Abgleichung mit bereits gespeicherten Informationen, verstanden wird), wird sie dem Langzeitgedächtnis zugeordnet.

So würde man sich z.B. eine Telefonnummer langfristig merken, wenn sie häufig gebraucht wird.

### i Therapierelevanz

Gedächtnisdefizite sind neben den Aufmerksamkeitsstörungen bei neurologischen Erkrankungen das zweithäufigste neuropsychologische Störungsbild. Die selektive Aufmerksamkeitsfähigkeit bildet die Voraussetzung, um einen Reiz aus dem sensorischen Gedächtnis wahrzunehmen. Die Speicherung von sieben Chunks übersteigt oft die Fähigkeiten des Patienten, vor allem wenn es sich um neue Informationen handelt.

Die Inhalte der Therapie dürfen daher nicht zu komplex dargeboten werden. Sie müssen vielmehr auf die Fähigkeiten (aufbauend auf vorhandenes Potenzial) des Patienten abgestimmt sein.

Das KZG ist die einzige Gedächtnisform, die Informationen bewusst verarbeitet (wahrnimmt und versteht) und wird daher auch als »**Arbeitsgedächtnis**« bezeichnet. Es bildet das »Hier und Jetzt« und somit den grundlegenden Faktor der »**Gegenwartsdauer**«. Baddeley und Hitch (Sturm et al. 2000) beschreiben das KZG als eine Instanz, die mehrere

## 6.4 · Gedächtnissysteme

re Speichersysteme kontrolliert und koordiniert. In diesem Modell dient es der kurzfristigen Speicherung von Informationen, wie sie für das Verstehen eines Satzes oder für das Kopfrechnen benötigt werden. Um Kopfrechnen zu können, benötigt man die Zahlen visuell oder akustisch (sensorisches Gedächtnis) und muss zudem die Rechenschritte beherrschen (deklaratives Langzeitgedächtnis).

### Beachte

Das Arbeitsgedächtnis stellt das Bindeglied dar zwischen dem sensorischen Gedächtnis, von wo die Informationen eintreffen, und dem Langzeitgedächtnis, in welchem Informationen eingelagert bzw. abgerufen werden.

### Exkurs, Neurobiologie: Kurzzeitgedächtnis

Patienten mit einer Schädigung des linken parietalen Assoziationskortex zeigen Einschränkungen in der Speicherung von verbalen Informationen (Merkspanne). Die Reduzierung der Merkspanne zeigt sich beispielsweise bei der verbalen Wegbeschreibung. Werden die Informationen zu umfangreich, so wird sich der Patient nicht mehr an die Wegbeschreibung erinnern.

**Störungen des rechten parietalen Assoziationskortex** können sich in einer Einschränkung der visuell-räumlichen Speicherung bemerkbar machen, beispielsweise findet der Patient nicht mehr zu seinem Zimmer auf der Station zurück, er verlegt Gegenstände etc. In modernen neurologischen Reha-Kliniken werden aus diesem Grund wichtige Räume (wie z.B. Behandlungsräume) neben dem beschreibenden Türschild mit geometrischen Formen markiert. Entsprechend findet man bestimmte Wegmarkierungen, wie z.B. gelbe Aufkleber zum Behandlungstraum, grüne Aufkleber zur Cafeteria etc., mit dem Ziel, die Orientierung des Patienten zu erleichtern.

Nach einer **Schädigung des präfrontalen Kortex** wurden zwar keine Einschränkungen der spezifischen Merkspanne festgestellt, wohl aber deutliche Störungen in der Informationsverarbeitung; d.h., die gleichzeitige Aufnahme, Verarbeitung und Kontrolle von Informationen zeigte sich deutlich reduziert. In der obigen Theorie von Baddeley wäre die Zuordnung des präfrontalen Kortex als übergeordnete Instanz zu den beiden parietalen Assoziationskortizes als Subsysteme durchaus stimmig (Sturm et al. 2000).

### Beachte

Der Transfer (Einspeicherung) ins Langzeitgedächtnis erfolgt immer über das Kurzzeitgedächtnis, ebenso geschieht die Reproduktion der Informationen aus dem Langzeitgedächtnis durch das Kurzzeitgedächtnis.

### Beispiel

**Stadtpark.** Sie gehen durch den Stadtpark und erfreuen sich an dem wunderschönen Wetter und dem Vogelgesang. Beim Blick auf den Weg erkennen Sie eine übel riechende bräunliche Masse: Der visuelle Sinneseindruck meldet »bräunliche Masse« und der olfaktorische Sinneseindruck, verbunden mit der Reaktion des

limbischen Systems, bewertet »negativ/übel riechend«. Der Reiz bekommt eine Aufmerksamkeitszuwendung, das taktile System meldet anhand von Erfahrungen/Engrammen eine klitschige/ klebrige Konsistenz. Die modalspezifischen Sinneseindrücke (Projektionsareale) passieren die Wahrnehmungsschwelle im sensorischen Gedächtnis und werden im Kurzzeitgedächtnis mit bereits bestehenden Erfahrungen/Engrammen aus dem Langzeitgedächtnis (Assoziationsareale) abgeglichen mit dem Ergebnis »Hundekot«. Die motorische Antwort besteht in einem kurzen Ausweichmanöver.

Wir gehen weiter und begegnen einem jungen athletisch gebauten Mann, mit einem etwas größeren Audioabspielgerät auf den Schultern, welches leider die Ruhe der Natur empfindlich stört. Kurz nachdem er uns passiert hat, ca. 10 Sekunden später, hören wir ihn laut »Sch...« schreien. Aus allen akustischen Informationen wie dem Vogelgesang, der Musik des Audioabspielgeräts etc., die in das sensorische Gedächtnis gelangen, wurde durch die selektive Aufmerksamkeit der Schrei »Sch...« herausgefiltert und ins Kurzzeitgedächtnis transferiert. Durch den Abgleich mit der vorher erfahrenen Situation und mit vorhandenen Engrammen im Langzeitgedächtnis konnte eine relativ wahrscheinliche Interpretation der Situation erfolgen.

Das Beispiel beinhaltet zwei wesentliche Kriterien, die für die langfristige Informationsspeicherung von Bedeutung sind. Zum einen sollte das Beispiel dem Leser ein leiches Schmunzeln entlocken. Die positive Emotion »Schmunzeln« wird wesentlich über das limbische System (Lust-/Unlustzentrum) gesteuert. Da dieses enge Verknüpfungen zur Hippokampusformation besitzt, werden Lern- und Gedächtnisleistungen positiv beeinflusst. Dies zeigt sich u.a. dadurch, dass positive Informationen in der Regel häufiger und länger im Gedächtnis abgespeichert werden. Zum anderen erfolgt die Verknüpfung mit einer alltäglichen Situation, die man stets vermeiden möchte (ebenfalls limbisches System beteiligt). Beim Anblick von oder beim Hören des Wortes »Hundekot« oder beim Erklingen lauter Musik im Park wird man sich an das Beispiel und somit an die Gedächtnisfunktionen erinnern.

Die Abb. 6.3 zeigt die Verschaltung der Gedächtnissysteme nach der Speicherart und der Speicherdauer (Quantität).

### Langzeitgedächtnis (LZG)

Die Speicherdauer des LZG kann sich über einige Minuten, einige Jahre bis über das ganze Leben erstrecken.

### Beachte

Das LZG speichert die unbegrenzte Anzahl der Informationen eines Menschen über sich und die Welt.

Im Gegensatz zum KZG, in dem die Informationen entsprechend der Zutrittsreihenfolge erfasst werden, speichert das

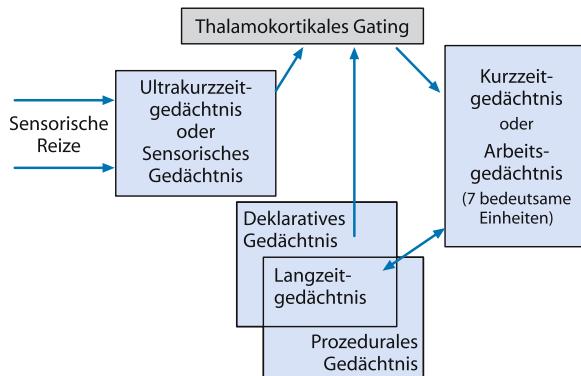


Abb. 6.3. Verschaltung der Gedächtnissysteme nach der Speicherart und der Speicherdauer (Quantität)

LZG im Sinne der Bedeutsamkeit (**Enkodierung**). Eine Information wird mit bereits bestehenden Inhalten, evtl. auch mit mehreren und unterschiedlichen, assoziiert und abgespeichert (**Speicherung**).

#### Beachte

Die Speicherung eines Textes, dessen Sinn man nicht verstanden hat, ist langfristig nahezu unmöglich (das Gehirn lernt nichts Sinnloses).

### Enkodierung im LZG Kategorisierung

#### Beachte

Durch die Gruppierung von Begriffen zu bedeutsamen Kategorien (Schubladen) ist es möglich, weit mehr Informationen langfristig abzuspeichern.

#### Beispiel

**Einkaufsliste.** Brot, Limonade, Schokolade, Kaffee, Rotwein, Kekse, Schnitzel, Braten, Aufschnitt, Fleischwurst, Brötchen, Orangensaft, Kuchen, Kaugummi.

Um die vierzehn Begriffe über längere Zeit zu speichern, kann man ihnen über die Einteilung in bestimmte Kategorien eine Bedeutung zuschreiben:

Brottheke	Fleischtheke	Getränke-regal	Süßigkeiten
Brot	Schnitzel	Limonade	Schokolade
Brötchen	Braten	Rotwein	Kekse
Kaffee	Aufschnitt	Orangensaft	Kaugummi
Kuchen	Fleischwurst		

Eine Alternativbedeutung wäre in der Zuordnung zur Essenszeit:

Frühstück	Mittags-essen	Kaffeetisch	Abendessen
Brötchen	Schnitzel	Kuchen	Brot
Kaffee	Braten	Kaffee	Aufschnitt
Orangen-saft	Limonade	Schokolade	Fleischwurst
		Kekse	Rotwein

**Exkurs, Pädiatrie.** Beobachtungen mit Kindern der dritten Klasse (ca. 7–9 Jahre) zeigten, dass die Kinder Information auf reiner Wiederholungsbasis aufnahmen. Ältere Kinder in der sechsten Klasse speicherten die Informationen über die Zuordnung zu Kategorien (s. oben) mit einer weitaus besseren Gedächtnisleistung. Wurden die jüngeren Kinder an die Kategorisierung herangeführt/beübt, so entsprachen ihre Ergebnisse denen der älteren.

#### Eselsbrücken

#### Beachte

Neue Informationen werden mit bereits ähnlichen gespeicherten Informationen assoziiert und später über diese abgerufen.

#### Beispiel

**Merksätze.** Um sich die Namen der Handwurzelknochen zu merken (neue Begriffe), verbindet man diese mit einem Merksatz: Ein Schifflein fuhr im Mondenschein dreieckig um das Erbsenbein ... Beim Aufsagen des Merksatzes assoziiert man die Namen der Handwurzelknochen mit den jeweiligen Begriffen. Der sprichwörtliche Knoten im Taschentuch oder der Notizzettel kann ebenso als Eselsbrücke dienen.

#### Visualisierte Abspeicherung

#### Beachte

Eine sehr effektive Form der Abspeicherung ist die bildhafte Vorstellung von Informationen (rechthirnige Verarbeitung).

Durch die Kombination zwischen einer akustischen Information (hören) und der bildhaften Vorstellung bedient man zwei Speicherungsmodalitäten zugleich. Man liest eine Geschichte und stellt sie sich bildhaft vor. Je mehr Bedeutung man diesen Bildern schenkt, umso leichter kann man sich an den Inhalt erinnern. Dies zeigt in gleicher Weise, dass stets die Bedeutung einer Information gespeichert wird und nie der genaue Wortlaut der Sätze.

## 6.4 · Gedächtnissysteme

### Umfeldgestaltung bei der Abspeicherung

Das Umfeld der Einspeicherung sollte nach Möglichkeit dem der Abrufsituation entsprechen. Versuche mit Tuchern zeigten, dass Informationen, die unter Wasser gelernt wurden, auch leichter unter Wasser abrufbar waren, selbst wenn diese Informationen nicht mit Wasser in Verbindung standen (Baddeley in Sturm et al. 2000).

### Praxis: Strategien zur Verbesserung der Gedächtnisleistungen

In der neuropsychologischen Therapie nutzt man die gleichen Mechanismen (in abgeschwächter Form), die auch ein gesunder Mensch zur Verbesserung seiner Gedächtnisleistungen einsetzt. Jedoch ist das Gedächtnis kein Muskel, den man durch ein intensives Training in seiner Funktionsleistung verbessern kann.

**Ziel** eines neuropsychologischen Gedächtnistrainings kann nach vorausgehender Diagnostik und Abklärung der Störungsstruktur immer nur die Vermittlung von **individuellen Kompensationsstrategien** zur effektiveren Nutzung der Restgedächtniskapazität sein. Eine weitgehende Generalisierung der erworbenen Strategien auf die spezifischen Alltagsanforderungen des Patienten sollte angestrebt werden.

**Kategorisierung.** Zwischen mehreren Informationen sollte eine Gruppierung stattfinden, s. Kategorisierung der Einkaufsliste.

**Eselsbrücken.** Verknüpfung der Informationen mit bestimmten Gegenständen, Situationen, Personen oder Geschichten.

**Bildhafte Vorstellung.** Man verknüpft einen Namen oder ein Wort mit einer bildhaften Vorstellung, wie beispielsweise die Reihenfolge bestimmter Begriffe mit der Anordnung von Möbelstücken in einem bekannten Zimmer. Beim imaginären Abgehen des Zimmers erinnert man sich anhand des Möbelstücks an den Begriff (»Veronas Gedächtnistraining«)

**Umfeldgestaltung.** Die Therapiegestaltung sollte im räumlichen und zeitlichen Kontext zur Alltagssituation stehen. Das bedeutet beispielsweise, dass das Waschtraining immer im Bad zu der entsprechenden Waschzeit des Patienten stattfinden sollte (morgens). Ein Anziehtraining macht wesentlich mehr Sinn, wenn man es zu der Zeit durchführt, in der der Patient sich sowieso anziehen (morgens) bzw. ausziehen (abends) würde. Entsprechendes gilt für das Esstraining (Frühstück, Mittagessen, Abendessen). Der Patient hat die Möglichkeit, auf über lange Zeit eingespielte Verhaltensmuster zurückzugreifen, und wird so zudem auf die spätere Selbstständigkeit adäquat vorbereitet.

**Wiederholen.** Der Patient wiederholt mehrmals einen Begriff oder eine Nummer. Nach kurzem Abstand erfolgt eine weitere Wiederholung, bis der Abstand zwischen den Wiederholungen zunehmend größer wird und die Wie-

derholung schließlich ganz verschwindet. Die Wiederholung als solche erhöht zwar den Input vom Kurzzeit- ins Langzeitgedächtnis, jedoch garantiert sie nicht, dass die Information tatsächlich behalten wird. **Wesentlich effektiver ist es auch hierbei, der Information ein gewisse Bedeutung (Sinn) zu schenken**, wie z.B. eine wichtige Telefonnummer, Einkaufsliste etc.

**Intervalle.** Mehrere kurze Therapieintervalle täglich (fünf mal 10 min) kann der Patient besser bewältigen als eine längere Einheit von 45 min.

Die **Instruktionen** des Therapeuten sollten während der Therapie möglichst kurz und einfach erfolgen. Eine häufige Wiederholung verstärkt die Behaltenstleistung. Einen zusätzlichen Vorteil birgt die Wiederholung durch den Patienten. Man erkennt, ob die Aufgabe gespeichert und zudem verstanden wurde. Es sollten nie mehrere Instruktionen gleichzeitig oder kurz hintereinander erfolgen.

#### Beachte

Gespräche zwischen Therapeut und Patient, die nicht mit der Therapie in Verbindung stehen, lenken in der Regel von den Therapiezielen ab.

Es besteht ein allgemeiner Konsens darüber, dass eine Verbesserung der Lern- und Gedächtnisleistungen (deklaratives Gedächtnis) nach der Spontanremissionsphase kaum noch möglich ist. Die Therapieschwerpunkte sollten sich daher auf die wesentlichen Kriterien konzentrieren, die für die zukünftige Selbstständigkeit des Patienten eine besondere Bedeutung besitzen. Zudem sollten **Kompensationsmedien oder externe Hilfen**, wie z.B. Gedächtnisbuch, Struktur- oder Tagesplan, Notizblock, Knoten im Taschenbuch (symbolhafte Hilfen), Markierungen (Küche) etc., eingesetzt werden, soweit sie dem Patienten eine gewisse Selbstständigkeit ermöglichen.

### 6.4.3 Qualitative Gedächtnisfunktionen/ Speicherung im Langzeitgedächtnis

Die Gedächtnisforschung beschreibt mit unterschiedlichen Ansätzen die Lern- und Gedächtnisleistung. Die Ansicht der **Behavioristen** favorisiert die klassische, instrumentelle Konditionierung, während **Kognitionspsychologen** die Informationsverarbeitung beim Menschen eher als kognitiven, assoziativen Prozess beschreiben. Im Zusammenhang gesehen, besitzen beide Ansätze ihre Berechtigung (Schmidt 1997).

Die Konditionierung dient vor allem dem Erwerb von Verhaltensweisen, wohingegen die Wissensspeicherung über kognitive Prozesse verschaltet wird. Man unterscheidet nach Qualität der Inhalte:

- das **prozedurale Gedächtnis** (implizites oder Verhaltensgedächtnis) und
- das **deklarative Gedächtnis** (explizites oder Wissensgedächtnis).

## Prozedurales Gedächtnis

### Beachte

Im prozeduralen Gedächtnis werden die Inhalte **unbewusst ohne Aufmerksamkeitsfokussierung** wiedergegeben.

Dazu gehören unter anderem Erwartungen, Fertigkeiten, Gewohnheiten, Bewegungsfolgen bzw. alle Verhaltensweisen, die man sequenzieren kann (Procedere, □ Tabelle 6.1), weshalb auch das Synonym »**Verhaltensgedächtnis**« verwendet wird.

## Deklaratives Gedächtnis

### Beachte

Beim deklarativen Gedächtnis handelt es sich um die bewusste, willentliche Wiedergabe von Gedächtnisinhalten, die selektive Aufmerksamkeitsressourcen benötigen.

Man findet auch die Unterteilung in semantisches und episodisches Gedächtnis.

- Zum **semantischen Gedächtnis** zählt man das Wissen über gespeicherte Fakten, wie z.B. Gras ist grün, der Himmel blau, der Eifelturm steht in Paris etc.
- Als **episodisches Gedächtnis** wird die Speicherung und Wiedergabe von persönlichen Erlebnissen, Ereignissen oder Erfahrungen beschrieben, die räumlich und zeitlich zueinander festgelegt sind (Geburt des Kindes, Heirat etc.).

□ Tabelle 6.1. Inhalte, die den beiden Gedächtnisarten zuzuordnen sind

Prozedurales Gedächtnis	Deklaratives Gedächtnis
Unbewusstes automatisiertes Erinnern	Bewusstes Erinnern
Prozedere (Verfahrens-, Vorgehens-, Verhaltensweise)	Deklarativ (erklärend)
Semantisch (Sprachbedeutung)	Autobiographisch (eigenes Leben beschreibend)
Gewohnheiten	Episodisch (Erlebnisse, Ereignisse)
Fähigkeiten und Fertigkeiten	Tatsachen
Das Wissen, wie es geht	Das Wissen, was es ist

Das deklarative Gedächtnis wird auch als **Wissensgedächtnis** bezeichnet.

□ Tabelle 6.1 nennt Inhalte, die den beiden Gedächtnisarten zuzuordnen sind.

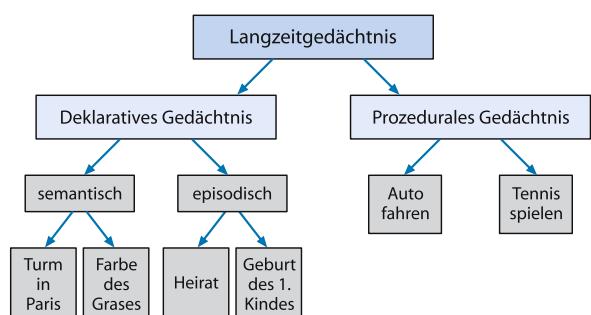
### Beachte

Das prozedurale Gedächtnis ist die unbewusste Gedächtnisform und steht dem deklarativen Gedächtnis gegenüber, durch das die bewusste Wiedergabe von früheren Erfahrungen möglich ist.

### Beispiel

»Ich war gestern Abend mit einem Freund Tennis spielen.« Die deklarative Gedächtniserinnerung bezieht sich auf das Tennisspiel mit dem Freund. Das prozeduale Gedächtnis hingegen bezieht sich auf die motorische Fähigkeit des Tennisspiels als solches.

Nur der permanente Abgleich und Abruf der Information aus dem prozeduralen und deklarativen Gedächtnis ermöglicht die Planung und Ausführung adäquater Reaktionen. Es besteht kein fester Speicher, der an einer bestimmten Stelle im Gehirn lokalisiert ist, sondern ein Zusammenspiel verschiedenster Systeme, die je nach Anforderung und Tiefe, wie z.B. Verhaltensmuster oder Wissensinhalte, situationsabhängig unbewusst oder bewusst die entsprechenden Informationen liefern und so als **neuronales Netzwerk** zusammenarbeiten. Das Gedächtnis dient nicht nur als reines Speichersystem, sondern ermöglicht es dem Menschen intern, auf Informationen zurückzugreifen, um zu planen, zu gestalten und zu bewerten. In der neueren Literatur sprechen die Wissenschaftler nicht mehr vom Ort des Gedächtnisses, sondern vielmehr von **Gedächtnisprozessen** und im Zusammenhang mit Denken, Aufmerksamkeit und Bewusstsein von einem **Informationsverarbeitungssystem**. In □ Abb. 6.4 sind die Gedächtnisfunktionen nach der Art der Speicherinhalte gegliedert.



□ Abb. 6.4. Einteilung der Gedächtnisfunktionen nach der Art der Speicherinhalte (Qualität)

## 6.4 · Gedächtnissysteme

### Exkurs, Neurobiologie: Langzeitgedächtnis

Aus den Beobachtungen hirngeschädigter Patienten (s. unten Patient H.M.) sowie aus Tierversuchen wurden neuronale Systeme identifiziert, denen man die Steuerung bestimmter Gedächtnisfunktionen zuschreibt.

Zu den Regionen, denen man die neuronalen Verschaltungen des **prozeduralen Gedächtnisses** zuschreibt, zählen unter anderem die motorischen (primär motorischer Kortex, prämotorischer Kortex und supplementär-motorischer Kortex) Kortizes, die Basalganglien (vor allem Striatum), das Kleinhirn sowie das limbische System und die Motivationsareale im Dienzephalon. Die prozeduralen Gedächtnisinhalte benötigen zur Wiedergabe keine bewusste Anstrengung.

Die neuronalen Strukturen für das **deklarative Gedächtnis** finden sich vor allem im Temporallappen (Amygdala/Hippokampus), in den spezifischen (medialen) Thalamuskernen, in den sekundär sensorischen Assoziationsarealen (Neokortex) und im präfrontalen Kortex. Die Wiedergabe der Gedächtnisinhalte erfolgt bewusst.

#### Therapierelevanz

Durch die Struktur der neuronalen Verschaltung wird deutlich, dass die motorischen und präfrontalen kortikalen Areale für den Erwerb und die Ausführung motorischer Fertigkeiten unabdingbar sind. Da Bewegungen im normalen Leben jedoch weitgehend automatisiert unbewusst gesteuert werden, lässt dies die Aussage zu, dass **motorische Verhaltensweisen (prozedurales Gedächtnis)** weitgehendst über **subkortikale Zentren** (s. oben) verarbeitet werden. Somit besteht eine gewisse Unabhängigkeit zu den neokortikalen Strukturen. Dies zeigt sich unter anderem in der Fähigkeit, nach einer anterograden Amnesie neue motorische Verhaltensweisen noch erlernen zu können (► Abschn. 6.5 »Lernen«).

Motorisches Lernen über das prozedurale Gedächtnis bietet dem Patienten zwar die Möglichkeit zur Aneignung neuer alltagsrelevanter Fertigkeiten; diese sind in ihrem Einsatz jedoch nicht flexibel. Die Patienten besitzen kein Wissen (deklarativ) über ihre neue Fertigkeit und können sie somit nur **situationsadäquat und nicht planerisch bewusst**, auf andere Situationen adaptiert, anwenden.

### 6.4.4 Gedächtnissstörung, Amnesie-Syndrome

Gedächtnissstörungen beziehen sich auf eine Störung der mnestischen (Gedächtnis betreffend) Funktionen. Man unterscheidet:

- **retrograde Amnesie** (retro bedeutet zurückliegend): Erinnerungslücken für die Zeit vor einer akuten Hirnschädigung (z.B. Unfall mit Kopfverletzung, Tumor, Blutung etc.), der Geschädigte kann sich nicht mehr an Gedächtnisinhalte vor der Kopfverletzung erinnern;

- **anterograde Amnesie** (antero bedeutet zeitlich nach vorn): Nach einer Hirnschädigung können die Betroffenen neue Informationen nicht mehr speichern und abrufen;
- **globale Amnesie**: Gedächtnisseindrücke, die teilweise Jahrzehnte zurückliegen (retrograde Anteile) fehlen bei gleichzeitiger Speicherunfähigkeit für neue Informationen (anterograde Anteile). Es ist die schwerste Form der Amnesie. Die Symptomatik betrifft in erster Linie das deklarative Gedächtnis (Poeck u. Hacke 1998).

### Patient H.M.

In Bezug auf Gedächtnissstörungen wird häufig die Krankheitsgeschichte des Patienten H.M. beschrieben.

#### Beispiel

Die Psychologin B. Milner beobachtete den Patienten postoperativ über fünfundzwanzig Jahre. Bei H.M. wurde 1953 nach starken epileptischen Anfällen eine bilaterale (beidseitige) Resektion (Teilentfernung) der Temporallappen durchgeführt. Der Patient erlitt danach eine schwere anterograde Amnesie.

Seine Kenntnisse und Fertigkeiten, die er vor der Operation erworben hatte, blieben weitgehend intakt, und seine Wahrnehmungsleistungen lagen im Normbereich. Erinnerungen aus der Zeit vor der OP waren unauffällig, er artikulierte sich gut und verstand auch komplexe verbale Zusammenhänge.

Im Alltagsleben kam es jedoch zu schwerwiegenden Beeinträchtigungen. Er konnte zwar komplexe Zusammenhänge verstehen, diese waren jedoch schon nach kurzer Zeit nicht mehr reproduzierbar. Bei der Aufgabe, sich eine dreistellige Zahl zu merken, konnte er der Anweisung folgen, indem er mit großer Aufmerksamkeit die Zahl ständig vor sich hersprach. Die geringste Ablenkung führte jedoch nicht nur zum Vergessen der zu merkenden Zahl, sondern sogar dazu, dass H.M. die Erinnerung an die Aufgabe selbst verlor. Er konnte sich weder an Leute erinnern, die ihn über Jahre besucht hatten, noch an seine Adresse etc.

Patienten mit einer anterograden Amnesie wie H.M. besitzen zwar die Fähigkeit, Reize (Gegenstände oder Personen) wahrzunehmen, können sie aber nur kurzfristig behalten. Die Art und Weise, wie diese Beeinträchtigung entsteht, ist noch weitgehend ungeklärt. Es bestehen unterschiedliche wissenschaftliche Ansichten. Möglicherweise kommt es zu einem Übertragungsdefizit (Speicherung) vom Kurzzeit- in den Langzeitspeicher. Andere Sichtweisen sprechen davon, dass die Informationen zwar übertragen und abgespeichert werden, jedoch dann nicht mehr abrufbar sind.

#### Therapierelevanz

Aus dem Beispiel wurde deutlich, dass im Gegensatz zu den deklarativen Lern- und Gedächtnisleitungen die **Funktionen des prozeduralen Gedächtnisses** auch bei schweren amnestischen Syndromen noch erhalten sind. Somit stellt eine Gedächtnissstö-

rung für die Verbesserung der motorischen Verhaltensweisen ein eher geringes Hindernis dar. Vor allem bei der unbewussten Funktionsverbesserung ist dies der Fall.

#### **Beispiel Bewegungsanbahnung**

Der Patient wird bewusst aufgefordert einen bestimmten Gegenstand zu greifen, die Aufmerksamkeit gilt dabei der vorgegebenen **Aufgabe** (Ziel). Die dabei unbewusst ausgeführte Bewegung facilitiert der Therapeut im Sinne der physiologischen Bewegung (☞ Abb. 8.5, automatisierte Rumpfbewegungen). Es macht keinen Sinn, auch unabhängig von einer Amnesie eine normalerweise automatisierte Bewegung verbal zu instruieren. Zum einen können die verbalen Erklärungen nicht gespeichert werden (deklarativ), und zum anderen würde eine kognitive Kompensation auch einen gesunden Menschen überfordern. Wer kann beispielsweise beim Gehen seine Rumpfmotorik kognitiv steuern (Schwungbein, linke Rumpfseite verkürzen – Standbein rechte verlängern etc.)?!

Es wird deutlich, wie wichtig die **Fazilitation** für die Anbahnung normaler Bewegungen ist. Die Hände des Therapeuten bilden dabei die wichtigsten Messfühler, die eine Einschätzung über die Funktionsweise und die Trophik der Muskulatur ermöglichen. Der Therapeut moduliert die Bewegung im Sinne der normalen Bewegung, anhand der Schlüsselpunkte wird Hypertonus gehemmt und physiologische Bewegung gebahnt. Er macht sich dabei die Variationen der Unterstützungsflächen zunutze und wählt eine sinnhafte Bewegungsvorgabe aus, deren Ziel für den Patienten zu bewältigen ist. Dabei bewegt der Therapeut nicht den Patienten, sondern gibt ihm vielmehr das **Gefühl für seine Bewegung** bzw. erleichtert ihm die Bewegungsausführung.

Die ergotherapeutischen Schwerpunkte liegen sowohl bei den neurophysiologischen als auch bei den neuropsychologischen Therapieschwerpunkten in einer **alltagsrelevanten Funktionsverbesserung** (ADL-Bereich). Selbst bei schwer betroffenen Patienten, wie z.B. beim apallischen Syndrom, zählt diese Prämisse. Eine Mobilisation in den Rollstuhl (Mobistuhl) dient unter anderem der Kontraktur- und Dekubitusprophylaxe, der Vigilanzsteigerung etc. und somit auch einer Alltagsverbesserung.

Oft sind die Patienten nicht in der Lage, abstrakten Therapieinhalten kognitiv zu folgen. Es ist daher von grundlegender Bedeutung, nicht nur die Symptomatik für die kommenden ADLs zu verbessern.

#### **Beachte**

ADLs (im weitesten Sinne) sollten in die Therapie integriert werden, um die Symptomatik sowohl auf neurophysiologischer als auch neuropsychologischer Basis zu verbessern.

#### **Praxistipp**

Die Therapie dient einer Verbesserung der alltagsrelevanten Funktionen. Es zeigt sich aus der obigen Beschreibung, dass automatisierte Alltagssituationen eine weitaus geringere neuronale Leistung an die höheren Funktionen wie Bewusstsein, Aufmerksamkeit, Gedächtnis etc. stellen als neue unbekannte Situationen.

Es macht damit nicht nur Sinn, sondern ist von grundlegender Bedeutung, diese Inhalte in die Therapie zu integrieren. Bestehen Aufmerksamkeitsdefizite wie bei über 80% der neurologisch erkrankten Patienten, sollte daher parallel zu einem computergestützten Aufmerksamkeitstraining, welches primär für eine Verbesserung der motorisch/kognitiv benötigten Aufmerksamkeitskapazität durchgeführt wird, eine alltagsorientierte, funktionelle Behandlung durchgeführt werden.

Dabei fordert oft schon ein sehr einfaches alltagsrelevantes Medium (s. Fallbeispiel) den Patienten an seiner oberen Leistungsgrenze. An dieser Stelle sei angemerkt, dass der therapeutische Einsatz von Alltagsgegenständen im weitesten Sinne funktionell und durch die geringen Anschaffungskosten auch finanziell einen großen Vorteil bietet.

## **6.5 Lernprozesse**

### **Neurobiologie, Voraussetzung der Lernprozesse**

Die Grundlage für Aneignung neuer Informationen »Lernvorgänge« bildet die »neuronale Plastizität«. Bei der Geburt des Menschen sind nahezu alle Gehirnzellen vorhanden, lediglich im Zerebellum und limbischen System kommt es noch bis kurz nach der Geburt zur Zellbildung. Es folgt ein Prozess der **Hirnreifung**. Genetische Programme steuern das Aussprossen und das Verzweigen der Dendriten sowie die Myelinisierung (Gliazellen) der Axone. Durch das Aussprossen vermehrt sich die Anzahl der synaptischen Verbindungen mit anderen Zellen. Die Myelinisierung und damit verbundene Verdickung der Myelinscheide (Markscheide) führt zu einer beschleunigten Reizweiterleitung. In den ersten zwei Lebensjahren erfolgt eine deutliche **Vermehrung der Synapsen**, diese Wachstumsprozesse sind stark vom Einfluss der Umwelt und der Auseinandersetzung mit ihr abhängig. Sie bestimmen die Fähigkeit zum Lernen (nicht das Lernen selbst) und die Intelligenz des Individuums. Mit der Myelinisierung erfolgt das Abstraktionsvermögen, das zur Schulreife des Kindes nötig ist. Somit bildet die Reifung die Basis für das Lernen. Ein frühkindlicher Reizentzug (Deprivation) sowohl motorischer als auch sensorischer Art führt zu einer Atrophie bzw. Wachstumsstörung des neuronalen Gewebes. Man spricht hierbei von Zeitfenstern, in denen die sinnesspezifische Grundstruktur ausgebildet sein muss, um die **Voraussetzung der Lernfähigkeit** zu gewährleisten. Eine Deprivation kann jede Sinnesmodalität betreffen.

**Exkurs, Pädiatrie.** Oft werden die Folgen einer Otitis media (Mittelohrentzündung) bei Kleinkindern unterschätzt. Kommt es in einer kritischen Entwicklungsperiode (in frühen Lebensjahren) zu einer oder mehreren Entzündungen, kann daraus eine Fehlhörigkeit resultieren (Hansche Windung), die wiederum eine Sprachentwicklungsverzögerung nach sich zieht. Schätzungsweise geht

## 6.5 · Lernprozesse

bei ca. 60–70 Prozent der Kinder mit einer Sprachentwicklungsverzögerung eine LRS (Lese-Rechtschreib-Schwäche) einher.

### Synaptische Verschaltungen bei Lernprozessen

Man geht davon aus, dass die meisten der synaptischen Verbindungen bereits vor dem eigentlichen Lernprozess bestehen und durch den Lernvorgang stimuliert und spezialisiert (geweckt, gebahnt) werden.

Ein Beispiel ist in □ Abb. 6.5 dargestellt.

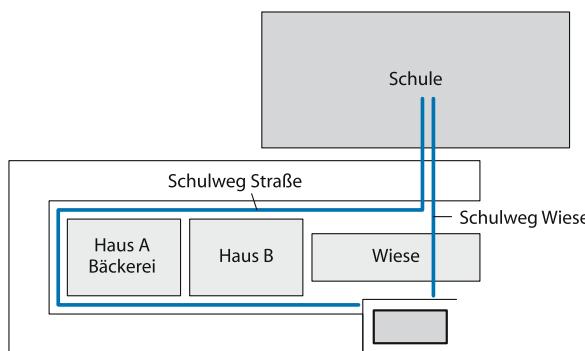
Dieser Vorgang wird nach dem kanadischen Psychologen Ronald Hebb als **Hebb-Regel** (Schmidt 1998) bezeichnet.

#### Beachte

Wird eine Zelle von einer anderen Zelle wiederholt und/oder lang andauernd erregt (Wahrnehmung), so steigt die Effizienz der Verbindung (Speicherung).

Die Effizienzverbesserung führt bei einer späteren gleichen (oder ähnlichen) Stimulation zu einer geringeren Reizschwelle. Das Reizmuster wird schneller, automatisierter und mit geringerem neuronalen Aufwand (Aufmerksamkeit) verarbeitet und beantwortet.

Ferner besagt die Hebb-Regelung, dass bei der Entstehung synaptischer Verschaltungen nie nur eine präsynaptische Zelle (z.B. sensorisch) für die postsynaptische Erregung (z.B. motorisch) verantwortlich ist, sondern parallel dazu **benachbarte Zellverbände**, die unter anderem durch



□ Abb. 6.5. Beispiel Schulweg: Der Weg zur Schule führt an zwei Häuserblocks vorbei. Eines Tages kommt ein Kind auf die Idee, den Trampelpfad über die Wiese zu benutzen. Die anderen Kinder merken den Vorteil und benutzen ebenfalls diesen Pfad. Der Pfad wird zunehmend breiter, bis schließlich die Stadtverwaltung den Pfad zum Weg ausbaut. Die Grundstruktur des Weges war bereits gelegt. Durch die verstärkte erfolgreiche Nutzung wurde schließlich der Weg gebahnt. Der alte Weg um die Bäckerei herum gerät ins Hintertreffen, bis die weitere Wegstrecke (z. B. auf Grund von Hunger auf Süßigkeiten) wieder die Priorität erhält und ihr Nutzen wieder größer wird als der des kürzeren Wegs.

die sensorische Veränderung der Umwelt, durch Emotionen, Erfahrungen, Fertigkeiten, Motivation, Interesse etc. den postsynaptischen Zellverband aktivieren.

Die motorische und sensorische Trennung der neuronalen Systeme wird nur bedingt vorgenommen, um die Verständlichkeit zu verbessern. Die Innervation eines normalen Bewegungsablaufs geschieht immer **sensomotorisch**. Zur präsynaptischen sensorischen Erregung der postsynaptischen motorischen Zelle kommen jedoch immer zusätzliche präsynaptische Zellverbände hinzu (»**Psychomotorik**«), die die Art und Ausführung einer Bewegung wesentlich beeinflussen.

### Praxis: Was bedeuten Sensomotorik und Psychomotorik?

Für das Erlernen oder Wiedererlernen normaler Bewegung (Intensivierung neuronaler Verschaltungen) im Sinne des funktionellen Einsatzes gilt grundsätzlich:

- Nicht die Bewegung (Motorik) nur um der Bewegung willen ausführen, sondern stets in der Interaktion mit der Umwelt (**SENSOMOTORIK**) und mit den psychischen Prozessen (**PSYCHOMOTORIK**) verbinden.
- Die Therapiesituation für den Patienten erfassbar (**kognitive Faktoren wie Aufmerksamkeit, Gedächtnis etc.**) und ausführbar (**exeektive Funktionen**) gestalten.
- Bei Beeinträchtigung eines präsynaptischen Systems die Erregung der postsynaptischen Zelle durch den **verstärkten Einsatz des noch intakten präsynaptischen Zellverbandes** verbessern (s. Hebb-Regelung).

Dies bedeutet, dass die Einbeziehung der Psyche (Motivation, Emotionen, Erfahrungen etc.) und der Kognition des Patienten einen unabdinglichen Bestandteil in der therapeutischen Vorgehensweise darstellt.

#### Beachte

Eine Bewegung ohne Sinn ist, neuronal gesehen, eine sinnlose Bewegung.

In den sensomotorischen Regelkreisen besteht der präsynaptische Zellverband aus sensorischen und der postsynaptische aus motorischen Zellen. Diese Aussage könnte für einfache reflexgesteuerte Regelkreise (1./2. SMRK) zutreffen, jedoch erfolgt auch hier im Sinne einer normalen Bewegungsbahnung eine Hemmung durch subkortikale Zentren. Mit zunehmender Differenziertheit der Bewegung werden die Verschaltungen komplexer und umfangreicher (► Kap. 3.4 »Motorische Systeme«).

### Fragen zur Psychomotorik, die sich der Therapeut stellen sollte

- Wie fühlt sich der Patient in der Therapie?
- Wo liegen seine Ziele?
- Versteht er die Aufgabe?

- Kann er sich mit der Therapie identifizieren?
- Sieht bzw. versteht er den Sinn in der Therapie?
- Wie könnte ich das Interesse des Patienten wecken?
- Welches sind seine Hobbys?
- Was macht er in seiner Freizeit?
- Welche Aktivität kann er in seiner momentanen Situation physiologisch ausführen?
- Wie könnte man seine gewohnte Aktivität an seine momentane Situation adaptieren bzw. in die Therapie integrieren?

Die Antworten auf diese und ähnliche Fragen ergeben die **Therapieinhalte** (► Kap. 12 »CMOP«).

Oft hört man den Ausdruck »Lachen ist die beste Medizin«. Ob das Lachen allein die Situation des Patienten verbessert, ist zu bezweifeln. Mit einem zufriedenen, motivierten Patienten rückt jedoch die Zielereichung deutlich näher.

Lachen bedeutet: »mit dem Patienten lachen« und nicht über ihn. Man muss sehr vorsichtig sein, um nicht vom Humorvollen ins Lächerliche zu verfallen. Zudem muss das Lachen situationsadäquat sein. Depressive Verstimmtheiten sind, meist bei linkshirnig Betroffenen, eine typische Begleitsymptomatik. Im Kontext der Krankheitsverarbeitung wäre ein unangebrachter Witz unpassend. Der Therapeut sollte die Stimmung des Patienten akzeptieren, sie darf jedoch nicht zum Inhalt der Therapie werden.

# Störungsbilder in der Neurologie

- 7 Internationale Klassifikation der Funktionsfähigkeit, Behinderung und Gesundheit (ICF) – 145
- 8 Neurologische Krankheitsbilder – 151
- 9 Störungen der Sprache, des Sprechens, der Gesichtsmuskulatur und des Schluckakts – 197
- 10 Neuropsychologische Syndrome – 211

# Internationale Klassifikation der Funktionsfähigkeit, Behinderung und Gesundheit (ICF)

Angela Harth

- 7.1 Einleitung – 146
- 7.2 Anwendung der ICF – 146
- 7.3 Terminologie – 147
- 7.4 ICF und Ergotherapie – 148
- 7.5 Bedeutung des SGB IX – 148
- 7.6 Zusammenfassung – 149

## 7.1 Einleitung

Im Jahr 2001 verabschiedete die Weltgesundheitsorganisation (WHO) ein Dokument, das die Rehabilitation in Deutschland in bedeutender Weise beeinflussen wird. Die »International Classification of Functioning, Disability and Health« (ICF) – deutsch: »Internationale Klassifikation der Funktionsfähigkeit, Behinderung und Gesundheit« – löst die bisherige »Klassifikation der Schädigungen, Fähigkeitsstörungen und Beeinträchtigung« (ICIDH) von 1980 und ihre nachfolgende Version, die ICIDH-2, ab.

### Beachte

Die ICIDH ist ein Modell, das die Folgen von Krankheit oder Trauma erfasst und entstandene Gesundheitsstörungen in Schädigungen, Fähigkeitsstörungen und Beeinträchtigungen einteilt.

7

Dabei legt sie eine lineare Kausalität zugrunde, d.h., sie geht davon aus, dass eine bestimmte Schädigung immer dieselben Fähigkeitsstörungen und Beeinträchtigungen hervorruft. Im Vergleich zu ihrem Vorgänger stellt die ICF eine konzeptionelle Neuerung dar.

### Beachte

Die ICF ist ein biopsychosoziales Modell, das die Komponenten der Gesundheit beschreibt.

Im Gegensatz zur ICIDH stehen in der ICF die Komponenten der Gesundheit nicht eindimensional nebeneinander, sondern **multidimensional in einer dynamischen Interaktion zueinander und mit der Umwelt** (Abb. 7.1). Das Konzept der Funktionsfähigkeit (englisch: functioning) ist der Leitbegriff der ICF.

Eine Person ist funktional gesund, wenn:

- ihre körperlichen Funktionen und Strukturen allgemein den Normen entsprechen (Konzept der Körperfunktionen und -strukturen),

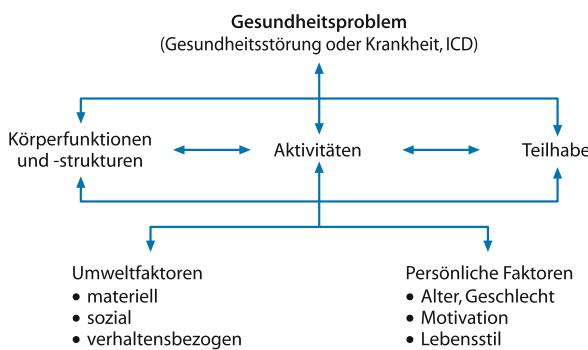


Abb. 7.1 Das ICF-Modell der Komponenten der Gesundheit

### Übersicht 7.1: Internationale Klassifikation der Funktionsfähigkeit, Behinderung und Gesundheit (ICF)

- Die ICF ist nicht nur auf Personen mit Behinderung bezogen, sondern umfasst alle Aspekte der menschlichen Gesundheit und liefert eine Beschreibung dieser Aspekte.
- Sie dient als Rahmen der Organisation von Informationen.
- Sie stellt ein Schema zur Verfügung, um diese Informationen auf sinnvolle Art und Weise darzustellen.
- Zum ersten Mal werden Umweltfaktoren und deren Einflüsse auf die Gesundheit von Menschen erfasst, entweder negativ als Barrieren oder positiv als Förderfaktoren.

- sie alles tun kann, was von einer Person ohne Gesundheitsprobleme erwartet wird (Konzept der Aktivitäten),
- sie ihr Dasein in allen Lebensbereichen, die ihr wichtig sind, entfalten kann, wie es von einer Person ohne Beeinträchtigung der Körperfunktionen oder -strukturen erwartet wird (Konzept der Teilhabe an Lebensbereichen). (Deutsche Rentenversicherung 2003)

Statt der negativen Begriffe, die in früheren Klassifikationen die krankheitsbedingten Einschränkungen darstellten, werden nun neutrale Begriffe verwendet, die auch die **Ressourcen** von Personen erfassen und beschreiben.

- Übersicht 7.1 gibt einen Überblick über die wesentlichen Aspekte der ICF.

## 7.2 Anwendung der ICF

Die ICF gehört zur Familie der Klassifikationen der WHO und ist für verschiedene Berufsdisziplinen und Anwendungsbereiche entwickelt worden. Es ist von erheblicher Bedeutung, dass alle Akteure der Rehabilitationsszene ein **einheitliches Konzept und ein gemeinsames Verständnis** für Rehabilitationsbemühungen haben. Neben diesem gemeinsamen Verständnis liefert die ICF auch gleichzeitig eine **gemeinsame Sprache** mit. Alle modernen Definitionen des Begriffs der Rehabilitation basieren auf der ICF. Sie stellt eine internationale gemeinsame Sprache für die Beschreibung der funktionalen Gesundheit zur Verfügung, sodass die Kommunikation zwischen den Professionellen im Gesundheitswesen national und international vereinfacht und verbessert wird. Sie ermöglicht so **Datenvergleiche** sowohl zwischen den Disziplinen des Gesundheitswesens als auch zwischen verschiedenen Ländern.

### 7.3 • Terminologie

#### Beachte

Oberstes Ziel der Rehabilitation ist die optimale soziale (Re-)Integration mit Teilhabe an allen für eine Person wichtigen Lebensbereichen.

Daher ist die ICF von Bedeutung bei der **Interventionsplanung** und der **Evaluation** von Outcomes der Rehabilitation. Erstmals können die Einflüsse von Umweltbedingungen auf die Gesundheit einer Person klassifiziert werden. **Förderfaktoren**, die eine Teilhabe begünstigen, oder Barrieren zur Teilhabe können nun identifiziert werden. Mit der ICF kann nicht nur die materielle Umwelt beschrieben werden, etwa das Fehlen von Rampen für Rollstuhlfahrer, sondern auch **Barrieren** in Form verhaltensbezogener Faktoren, z.B. die Einstellung der Menschen in unserer Gesellschaft. In die ICF sind die »Rahmenbestimmung für die Herstellung von Chancengleichheit von Personen mit Behinderung« (UN 1993) integriert; daher stellt sie eine Möglichkeit zur »Umsetzung internationaler Aufträge bezüglich der erklärten Menschenrechte und für die nationale Gesetzgebung zur Verfügung« (ICF, S. 12).

### 7.3 Terminologie

Die ICF-Klassifikation besteht aus den folgenden **2 Hauptteilen**:

- Funktionsfähigkeit und Behinderung und
- Kontextfaktoren.

Jeder Hauptteil besteht aus **2 Komponenten**:

**Teil 1: Funktionsfähigkeit und Behinderung**

- 1.1 Körperfunktionen und Körperstrukturen
- 1.2 Aktivitäten und Teilhabe

**Teil 2: Kontextfaktoren**

- 2.1 Umweltfaktoren
- 2.2 Personenbezogene Faktoren.

Im Grundsatzpapier der Deutschen Rentenversicherung (2003, S. 53) wird verdeutlicht, dass **Funktionsfähigkeit** alle Aspekte der funktionalen Gesundheit umfasst und dass jede Beeinträchtigung der funktionalen Gesundheit als **Behinderung** betrachtet wird. Um Problembereiche zu verdeutlichen, wird bei einer Störung der Körperfunktionen oder einem Schaden der Körperstrukturen, bei einer Einschränkung einer Aktivität oder einer Beeinträchtigung der Teilhabe von einer Behinderung gesprochen. Allerdings, und dies ist eine der wichtigen Neuerungen in der ICF, kann der Oberbegriff Funktionsfähigkeit auch neutral verwendet werden.

Die **Kontextfaktoren** können entweder positiven Einfluss auf der Funktionsfähigkeit haben oder sich negativ auswirken und so zu einer Behinderung beitragen. **Umweltfaktoren** stehen in Wechselwirkung mit den Komponenten der Körperfunktionen und Strukturen, aber auch mit Akti-

vitäten und Teilhabe. Zum Beispiel können Luftverschmutzung und Lärm Körperfunktionen und Strukturen negativ beeinflussen. Die **Teilhabe**, z.B. am beruflichen Leben, kann durch die Einstellungen der Menschen in der Gesellschaft beeinflusst werden. Ob ein Arbeitgeber bereit ist, eine Person mit einer Behinderung einzustellen, hängt sicherlich von seinen eigenen Werten und Überzeugungen ab, aber auch in nicht unbedeutender Weise von dem politischen und Rechtssystem sowie der wirtschaftlichen Situation eines Landes.

**Personenbezogene Faktoren** gehören ebenfalls zu den Kontextfaktoren. Aus den klinischen Erfahrungen wissen wir, dass jede Person Attribute besitzt, die in der Rehabilitationssituation entweder dienlich oder weniger dienlich sein können, z.B. Lebensstil und Gewohnheiten.

#### Definitionen zu 1.1 Körperfunktionen und Körperstrukturen

**Körperfunktionen** sind die physiologischen oder psychischen Funktionen von Körpersystemen.

**Körperstrukturen** sind anatomische Teile des Körpers wie Organe, Gliedmaßen und ihre Bestandteile.

Eine **Schädigung** ist die Beeinträchtigung einer Körperfunktion oder -struktur im Sinne einer wesentlichen Abweichung oder eines Verlustes.

#### Definitionen zu 1.2 Aktivitäten und Teilhabe

Eine **Aktivität** bezeichnet die Durchführung einer Aufgabe oder Handlung durch einen Menschen.

**Teilhabe** ist das Einbezogensein in eine Lebenssituation.

Eine **Beeinträchtigung der Aktivität** ist die Schwierigkeit eines Menschen, die Aktivität durchzuführen.

Eine **Beeinträchtigung der Teilhabe** ist ein Problem, das ein Mensch beim Einbezogensein in eine Lebenssituation erlebt.

Die Komponenten der Aktivitäten und Teilhabe sind in 9 Domänen aufgeteilt, die alle im Leben wichtigen Bereiche enthalten, u.a. Mobilität, Selbstversorgung, Kommunikation und interpersonelle Interaktionen und Beziehungen. Diese Domänen werden noch näher bestimmt durch zwei **Beurteilungsmerkmale**:

**Leistung** (engl.: *performance*): beschreibt, was ein Mensch in seiner üblichen Umwelt tut.

**Leistungsfähigkeit** (engl.: *capacity*): beschreibt das höchstmögliche Niveau der Funktionsfähigkeit, die ein Mensch bei der Durchführung einer Handlung in einer »standardisierten« Umwelt erreichen kann.

#### Definition zu 2.1 Umweltfaktoren

**Umweltfaktoren** bilden die materielle, soziale und einstellungsbezogene Umgebung ab, in der Menschen leben und ihr Dasein entfalten.

Aufgrund ihrer Vielfältigkeit werden die **personenbezogenen Faktoren** nicht definiert und sind nicht in der ICF klassifiziert. Sie sind aber im Modell der Komponenten der Gesundheit mit aufgenommen, um ihre Bedeutung zu unterstreichen.

Mehr Informationen zur Klassifikation und Kodierung sind zu finden unter »Deutsches Institut für medizinische Dokumentation und Information« ([www.dimdi.de](http://www.dimdi.de)).

#### ■ Übersicht 7.2: Einsatzmöglichkeiten der ICF

- Befundung und Diagnostik
- Entwicklung von individuellen Rehabilitationszielen
- Erstellung des Therapieplans
- Auswahl geeigneter Maßnahmen
- Evaluation von Rehabilitationsmaßnahmen
- Dokumentation
- (Deutsche Rentenversicherung 2003)

## 7.4 ICF und Ergotherapie

**Grundannahmen der Ergotherapie** sind:

- Betätigung ist ein integraler Bestandteil von Gesundheit und Wohlbefinden.
- Es ist ein Grundbedürfnis von Menschen, tätig zu sein (Christiansen u. Townsend 2004).

**Primäres Ziel der Ergotherapie** ist, »menschliche Betätigung« zu ermöglichen (Law et al. 1997) und Betätigung als ein therapeutisches Medium zu verwenden. Innerhalb des Bezugsrahmens der ICF können Ergotherapeuten ihre Aufgabenbereiche identifizieren.

Bereits 1994 veröffentlichte die American Occupational Therapy Association die 3. Ausgabe der »**Uniform Terminology for Occupational Therapy**«, in der sie die Aufgabenbereiche der Ergotherapie (»Domains of Concern«) in Zusammenhang mit der damaligen Version der ICIDH-2 beschreibt.

Diese Bereiche sind auch mit den Komponenten der ICF kompatibel.

- **Performanz-Komponenten** (Performance components), entspricht in der ICF: Beeinträchtigung einer Körperfunktion oder -struktur,
- **Performanz-Bereiche** (Performance areas), entspricht in der ICF: Beeinträchtigung der Aktivität,
- **Performanz-Kontexte** (Performance contexts), entspricht in der ICF: Beeinträchtigung der Teilhabe.

Eine **klientenzentrierte ergotherapeutische Evaluation** beginnt sinnvollerweise in den Bereichen der **Performanz**, um festzustellen, in welchen Bereichen Probleme liegen; identifiziert dann, welche **Performanz-Komponenten** und **Kontextfaktoren** einer Person bei den alltäglichen Betätigungen hilfreich sind und welche sie behindern bzw. einschränken.

In der ICF sind die Komponenten der Gesundheit systematisch verschlüsselt, sodass sie sinnvoll und nützlich in verschiedenen Bereiche eingesetzt werden kann (■ **Übersicht 7.2**).

#### ➤ Beachte

Die ICF ist eine Klassifikation und kein Assessment-Instrument. Mit der ICF als Rahmenmodell können jedoch Messinstrumente entwickelt oder bereits vorhandene Instrumente verglichen werden.

Künftige Untersuchungen zur Erfassung des Gesundheitsstatus, der Lebensqualität, zur Bewertung eines Therapiekonzeptes oder des Erfolgs eines chirurgischen Eingriffes sollten bei der Auswahl der verwendeten Messinstrumente alle Aspekte der Funktionsfähigkeit berücksichtigen.

Eine Orientierung an den Bereichen der ICF sichert eine systematische und zugleich holistische Vorgehensweise und Zielsetzung. **Verlaufsbeurteilungen**, z.B. zu Beginn und am Ende einer Intervention, ermöglichen Aussagen bezüglich ihrer Effektivität und der Zufriedenheit der Patienten. Im Sinne einer Prozesssteuerung wird bei nicht erreichten Zielen oder unzufriedenen Patienten die eigene Praxis kritisch reflektiert, ob aus der Perspektive der ICF die durchgeführten Maßnahmen tatsächlich die Merkmale eines bio-psychosozialen Konzeptes zeigen.

#### ➤ Beachte

In der modernen Rehabilitation ist ein multidisziplinärer Ansatz unbedingt erforderlich, und es gilt, in diesem komplexen Geschehen die ICF als Bezugsrahmen zu verwenden.

Die Kommunikation zwischen den Professionellen im Gesundheitswesen wird vereinfacht und verbessert. Es wird die tägliche Praxis erleichtern, wenn alle Kollegen »die gleiche Sprache sprechen« und klare Vorstellungen haben, wo der Fokus der gemeinsamen Bemühungen liegt. Sowohl national als auch international können Ergotherapeuten an diesem multidisziplinären Diskurs teilnehmen.

Mit der Umsetzung und Verwendung der ICF in der Neurorehabilitation beschäftigt sich seit 2002 das Neuro-ICF-Team in der Asklepios Klinik Schaufling. Für weitere Informationen sei auf der Website der Klinik, [www.ICFSchaufling.de](http://www.ICFSchaufling.de), verwiesen.

## 7.5 Bedeutung des SGB IX

Am 01.07.01 ist in Deutschland das neue SGB IX, »**Rehabilitation und Teilhabe behinderter Menschen**«, in Kraft getreten (Bundestag 2001). Neben den Bereichen Körperstruktur und Körperfunktionen ist der Fokus auf Alltags-

## 7.6 · Zusammenfassung

aktivitäten (Aktivitäten und Teilhabe) und auf die Fähigkeiten gerichtet, die eine Person für die möglichst autonome und zufrieden stellende Bewältigung ihres individuellen Alltags bzw. ihre berufliche und soziale Integration benötigt. Mit einbezogen sind auch die persönlichen und umweltbezogenen Kontextfaktoren. Als übergeordnetes Ziel des SGB IX ist in § 1 die **Förderung der Selbstbestimmung und Partizipation** (Teilhabe am Leben in der Gesellschaft) formuliert. Somit wird mit dem SGB IX unter anderem eine Brücke zu konzeptionellen Grundlagen des biopsychosozialen Modells geschlagen, und der ICF-Begriff der Teilhabe ist zum Leitbegriff der Rehabilitation geworden. Selten ist in Deutschland eine konzeptionelle Terminologie zur funktionellen Gesundheit so schnell in Recht umgesetzt worden.

### 7.6 Zusammenfassung

#### ➤ Beachte

Die ICF ist eine Klassifikation der funktionalen Gesundheit und ihrer Beeinträchtigungen. Sie stellt ein biopsychosoziales Modell der Gesundheit mit einer gemeinsamen Sprache dar.

In den folgenden Kapiteln findet der Leser Komponenten der Gesundheit, wie sie in der Neurophysiologie zu beobachten sind. Es wird empfohlen, stets einen Vergleich zwischen dem Inhalt der Kapitel und dem ICF-Modell der Gesundheit zu ziehen, um die oben genannten Teilebereiche transparent zu machen. Im Beitrag zum »Kanadischen Modell der Betätigungs-Performanz« (► Kap. 12 »CMOP«) wird die Kompatibilität zwischen der ICF und einem ergotherapeutischen Praxismodell überprüft.

Beide Modelle erkennen, dass die Ausführung menschlicher Betätigungen (Aktivitäten) und das Erfüllen sozialer Rollen (Teilhabe) von **Performanzkomponenten** (Körperfunktionen und Körperstrukturen) beeinflusst werden. Sie sind Voraussetzungen für die Ausführung von Betätigungen. Diese Komponenten können positive oder negative Wirkungen haben. Wenn bestimmte Fertig- und Fähigkeiten nicht als Grundlagen vorliegen, kann dies zu einer »Betätigungs-Dysfunktion« führen, in ICF-Terminologie also zu einer Beeinträchtigung der Aktivität und/oder der Teilhabe. Es können Beeinträchtigungen einer Körperfunktion oder -struktur existieren, ohne dass daraus merkliche Probleme bei Aktivitäten und Teilhabe resultieren, oder es kann umgekehrt deutliche Partizipationseinschränkungen geben, ohne dass gesundheitliche Probleme vorliegen (Stigma, Diskriminierung). Die **Umweltfaktoren** können sowohl nach der ICF als auch nach dem kanadischen Modell eine hemmende oder fördernde Auswirkung auf die Ausführung

einer Betätigung haben, d.h., die Performanz wird durch ein Anzahl von Faktoren beeinflusst, die sie behindern oder begünstigen (Förderfaktoren oder Barrieren).

#### ➤ Beachte

Die ICF versteht unter »Performance« (Leistung) die Ausführung von Aktivitäten bzw. die »gelebte Erfahrung« in der üblichen sozialen Umgebung. »Capacity« (Leistungsfähigkeit) bedeutet, dass die Ausführung in einer standardisierten (kontrollierten) Umgebung stattfindet.

Bei Problemen in der Ausführung von Betätigungen besteht die Aufgabe des Ergotherapeuten darin herauszufinden, welche Betätigungen für den Patienten wichtig sind, welche er unbedingt ausführen will bzw. welche aufgrund seiner sozialen Rollen von ihm erwartet werden, und ob er mit der Art und Weise der Durchführung zufrieden ist.

# Neurologische Krankheitsbilder

## **8.1 Hemiplegie – 152**

- 8.1.1 Rumpfmobilität: Grundlagen und Therapie – 153
- 8.1.2 Schulter: Grundlagen und Therapie – 157
- 8.1.3 Sinnesorgan Hand – 163
- 8.1.4 Muskuläre Dyskoordination – 168

## **8.2 Kleinhirnataxie – 169**

- 8.2.1 Rumpfataxie – 171
- 8.2.2 Standataxie – 173
- 8.2.3 Gangataxie – 176
- 8.2.4 Extremitätenataxie – 177
- 8.2.5 Feinmotorik – 179

## **8.3 Parkinson-Krankheit – 180**

Die folgenden Krankheitsbilder kommen besonders häufig in der neurologischen Behandlung vor. Sie werden deshalb exemplarisch dargestellt.

## 8.1 Hemiplegie

Die Hemiplegie ist die häufigste und damit wohl die bekannteste zerebrale Erkrankung. Beim Erwachsenen wird sie meist (75%) durch einen Infarkt, wie z.B. durch einen Verschluss der A. cerebri media (60% aller Infarkte, Schlaganfallarterie), oder durch eine Massenblutung (20%) verursacht.

Die Pyramidenbahn (► Kap. 3 »Motorische Systeme«) durchläuft auf ihrem Weg von den sensomotorischen Kortizes zum Rückenmark (Tractus corticospinalis) die Capsula interna (innere Kapsel). Eine Unterbrechung des Faserzuges im Bereich der Capsula interna (liegt im Hauptstromgebiet der A. cerebri media) führt zum Verlust sensomotorischer Funktionen auf der zum Läsionsort kontralateralen Körperseite und damit zur Hemiplegie (schwerere Form) bzw. Hemiparese (leichtere Form).

Bei der **Hemiparese** sind die grobmotorischen Fähigkeiten in der Rumpf- und der proximalen Körpermuskulatur noch erhalten bei bestehenden feinmotorischen Bewegungseinschränkungen. Die **Hemiplegie** ist meist durch einen kompletten (halbseitigen) Funktionsverlust in der Rumpf- (z.B. ► Kap. 5 »Stellreaktionen«) und der Extremitätenmuskulatur geprägt. Durch die symmetrische Körperstruktur sind normale Bewegungsabläufe ein stetiges Miteinander beider Körperhälften, wobei häufig eine Körperhälfte die Stabilität für die Mobilität der anderen bietet. Dadurch entstehen bei der Hemiplegie auch Funktionseinschränkungen auf der augenscheinlich gesunden Körperseite. In der Beschreibung der Hemiplegie (Hemiparese) wird daher von der **betroffenen und von der weniger betroffenen Körperseite** gesprochen.

Die Behandlung der Hemiplegie/Hemiparese (beide Begrifflichkeiten finden häufig auch unterschiedliche Verwendung) bildet den praktischen Schwerpunkt dieses Buches und wird daher in den Fallbeispielen ausführlich beschrieben. Häufig treten neben den sensomotorischen Störungsbildern auch neuropsychologische Syndrome auf (► Kap. 6 »Neuropsychologie«), die den Rehabilitationsprozess neben der sensomotorischen Einschränkung erheblich erschweren können.

### Theorien zur Entstehung von Spastizität

Unmittelbar nach einer Läsion spricht man vom sog. Schockzustand bzw. der Schockphase (**spinaler Schock**). Die Assoziation innerhalb des Gehirns und die Projektionen zwischen dem Gehirn und dem Rückenmark sind gestört, wodurch (wahrscheinlich) ein relatives Chaos entsteht. Die

Schockphase ist dabei von einer **kompletten schlaffen Paraparese** (mit dem Erlöschen der Eigenreflexe) geprägt. Manche Autoren sprechen in dieser Phase von einer erhöhten Inhibition des ZNS, um weitere Schäden zu verhindern.

Erst nach dem Abklingen des Schocks (meist nach ca. zwei bis drei Tagen), das mit der Reabsorption von Ödemen und nekrotischem Gewebe einhergeht, kann eine erste grobe Einschätzung der sensomotorischen Beeinträchtigungen (bzw. Restfähigkeiten) geschehen.

Im Zuge der **Reorganisation** kommt es zur Rückkehr der Muskeleigenreflexe, die meist mit einer gesteigerten Reflexaktivität und einer pathologischen Tonuserhöhung (Spastik) verbunden sind. Wahrscheinlich greift das ZNS dabei auf die **noch intakte Motorik** zurück (je nach Ausmaß der Läsion):

- die noch intakten subkortikalen Systeme im Rückenmark (► Kap. 4 »Eigenapparat des RM, 1. SMRK und 2. SMRK«),
- die Zentren des Hirnstammes und
- die Kerngebiete der Basalganglien (Thalamus).

Die primäre Aufgabe des **1. SMRK** liegt im Aufbau von Hal tungstonus (Tonus gegen die Schwerkraft). Dies wäre, bedingt durch die fehlende kortikale Kontrolle, eine mögliche Erklärung für das spastische Flexionsmuster in der oberen Extremität und das Extensionsmuster in der unteren (► Kap. 4 »1. SMRK, α-Motoneuron«).

Beispiele für die erhöhte Reflexaktivität des **2. SMRK** ist die positive Stützreaktion, bei der eine Vorfußbelastung mit einem erhöhten Strecktonus verbunden ist, oder der gekreuzte Streckreflex, der beim Auslösen eines Schmerzreizes mit einem Flexionstonus (Hemmung des 1. SMRK) im ipsilateralen und Extensionstonus im zum Schmerzort kontralateralen Bein reagiert.

Auch die **Motorik des Hirnstammes** zeigt sich bei der Bewegungsausführung durch den Einsatz primitiver Haltereflexe. Häufig leiten Patienten bei fehlender selektiver Rumpfaktivität die Extension bzw. Flexion des Rumpfes über die Kopfbewegung (STNR) ein. Zudem schreibt man der Formatio reticularis, die über die Innervation der Muskelpindeln (► Kap. 4 »1. SMRK, α-Motoneurone«) maßgeblich an der Regulation des Grundtonus beteiligt ist, eine erhöhte Reaktionsbereitschaft zu. Motorische Anstrengung, Angst, Stress oder schon ein Gähnen bzw. Husten (Atemzentrum) können eine assozierte Reaktion (► Kap. 3 »Motorische Systeme«) auslösen und somit zu einer Beuge- bzw. Streckspastik führen.

Nach diesen Theorien wird vor allem, bedingt durch die fehlende kortikale Hemmung, die erhöhte Reflexaktivität des RM (Klonus) und die erhöhte Reizbarkeit der Muskelpindeln (Formatio reticularis) für die Entstehung von Spastizität verantwortlich gemacht. Eine weitere Theorie besagt, dass die pathologische Ausspröllung von Interneuronen auf Rückenmarksebene, vor allem der afferenten I<sup>B</sup>-

## 8.1 · Hemiplegie

Spindelfasern auf die  $\alpha$ -Motoneurone eine Dauererregung der Spindeln herbeiführt, aus der eine permanente Spastik entstehen kann. Dies wäre eine mögliche Erklärung für die Spastik von Querschnittsgelähmten.

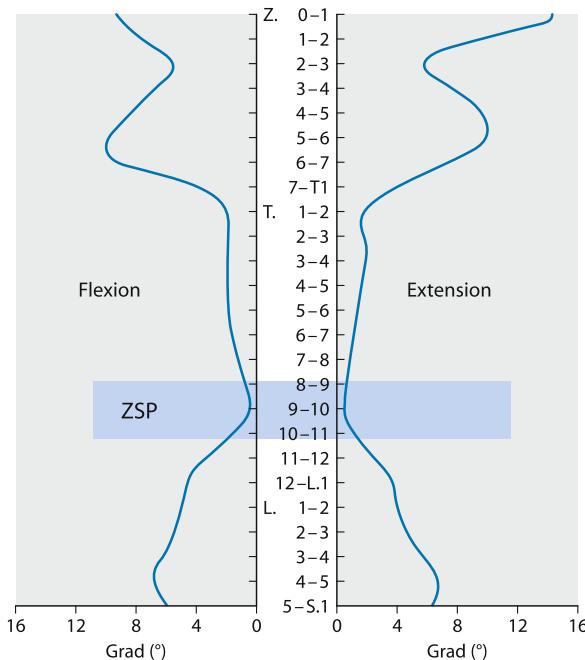
### 8.1.1 Rumpfmobilität: Grundlagen und Therapie

■ Abbildung 8.1 zeigt die Bewegung der Wirbelsäule in der Sagittalebene. Die Brustwirbelsäule verfügt zwar über die meisten Bewegungssegmente (12 Thorakalwirbel), ihre Beweglichkeit ist jedoch, bedingt durch den Thorax, am geringsten. Der Bereich zwischen Th8 und Th10 (ZSP) bildet die Grenze zwischen den Bewegungen des oberen Rumpfes zum unteren Rumpf (Becken).

#### Beachte

Der Rumpf bildet die stabilisierende Basis, die es ermöglicht, die Körperhaltung im Raum aufrecht zu erhalten und die Extremitäten distal zu bewegen.

Die reziproke Innervation (agonistisch/antagonistisch) zwischen den Bauchmuskeln (Flexoren) und der Rückenmuskulatur (Extensoren) ist hierfür die Voraussetzung. Kommt es zu einem tonischen Missverhältnis der besagten Muskelgruppen, macht eine isolierte Therapie



■ Abb. 8.1. Bewegungen der Wirbelsäule in der Sagittalebene. (Mod. nach Davies 1990)

der Extremitäten wenig Sinn. Der Patient kämpft dabei zu sehr mit seiner Haltungskontrolle, was wiederum der Ausführung feinmotorischer Bewegungen distal entgegenwirkt. Nicht selten stellen sich Funktionsverbesserungen der Arme bis hin zu selektiven Bewegungen der Finger durch die alleinige Verbesserung der Rumpfaktivitäten ein. Kenntnisse über die anatomischen und funktionellen Zusammenhänge der Rumpfmuskulatur sind daher für die therapeutische Vorgehensweise von elementarer Bedeutung.

#### Beispiel

**Selbsterfahrung.** Wir stellen uns auf ein Wackelbrett und versuchen einen Faden in eine Nadel einzufädeln. Durch den hohen wechselnden Tonusaufbau im Rumpf wird die feinmotorische Bewegungsausführung der Extremitäten zum Einfädeln nahezu unmöglich. Dieser Versuch macht uns klar, dass wir beim Patienten auch den Rumpf so weit stabilisieren müssen (Basis schaffen), dass die Ausführung einer feinmotorischen Tätigkeit möglich wird. (Nur das Mögliche verlangen!)

**Rückenmuskulatur.** In seiner Gesamtheit zieht der **M. erector spinae** dorsalseitig vom Becken (Os sacrum) bis zur Schädelbasis. Seine Hauptfunktion liegt in der **Streckung (Extension) der WS**. Hierdurch ist er für die Aufrichtung und Haltung im Raum verantwortlich.

#### Beachte

Ohne die Rumpfaufrichtung ist der Transfer vom Sitz zum Stand oder das physiologische Gehen nur eingeschränkt möglich (► Kap. 5.6.3 »Bewegungsanalyse«).

**Bauchmuskulatur.** Zur Gruppe der Bauchmuskeln zählt der **M. rectus abdominis**, der **M. transversus abdominis**, die **Mm. obliqui externi et interni abdominis**, sowie der **M. quadratus lumborum**.

Der **M. rectus abdominis** (gerader Bauchmuskel) zieht vom 5.-7. Rippenknorpel (Ursprung) zum Schambein (Os pubis/Symphyse). Seine Hauptfunktion besteht in der **Flexion der WS**.

Zu den Hauptfunktionen des **M. transversus abdominis** (querer Bauchmuskel) zählt das Einziehen des Bauches. Hierdurch erhöht er die Spannung der Rektusscheide (Bauchpresse) und unterstützt die Ausatmung. Der **M. rectus abdominis** bildet mit dem **M. transversus abdominis** die **gekreuzte Bauchmuskulatur**.

Der **M. obliquus externus abdominis** (äußerer schräger Bauchmuskel) ist mit seinen acht Ursprungszacken fächerförmig mit den Ursprüngen des **M. serratus anterior** verwachsen (wichtig für die Armfunktionen, vor allem über 90°). Aus seiner Verlaufsrichtung, von lateral-kranial nach medial-kaudal resultiert ein Übergang zum **M. obliquus internus abdominis** der kontralateralen Körperseite (**schräge**

Bauchmuskulatur). Die schräg verlaufenden Bauchmuskeln bilden ein X-förmiges Kreuz

### Bewegungen der Wirbelsäule

**Sagittalebene.** Die **Extensionsbewegung** führt zur Aufrichtung der Wirbelsäule, dies obliegt der Rückenmuskulatur (ZSP vor dem Becken) und bedingt in ihrer Weiterführung eine Beckenkippung (Verringerung der BWS-Kyphose und Verstärkung der LWS-Lordose, Hohlkreuz). Befindet sich der ZSP hinter dem Becken, wird die **Flexionsbewegung** der WS von der Bauchmuskulatur ausgeführt; die Symphyse des Becken zieht nach kranial (Beckenhebung, Verstärkung der BWS-Kyphose und Verringerung der LWS-Lordose, Rundrücken).

**Frontalebene.** Wird der ZSP (Rumpf) seitlich aus der Symmetrielinie z.B. nach rechts bewegt, findet eine agonistische **Lateralflexion** der linken Rumpfseite statt (linke Beckenseite zieht nach kranial) und eine reaktive Lateralextension (antagonistisch/exzentrisch Rumpfverlängerung) in der rechten gewichtstragenden Rumpfseite (► Kap. 5 »Stellreaktionen«).

#### ➤ Beachte

Der Schultergürtel (SG) bleibt in einer horizontalen Linie, und der Kopf (Kopfstellreaktion) richtet sich vertikal aus.

**Transversalebene.** Bei der **Rotation** sind sowohl Strecker als auch Beuger reziprok an der Bewegung beteiligt. Alltägliche Bewegungsabläufe werden in der Regel nicht auf einer Bewegungsebene ausgeführt, sondern sind vielmehr von rotatorischen Komponenten geprägt.

#### ➤ Beachte

Das Bewegungspotenzial der Wirbelsäule hängt wesentlich von dem Alter, der Konstitution und dem Training einer Person ab.

### Therapie

Um die Haltung des Rumpfes zu verbessern, sollte bei einem Flexionsmuster (Rundrücken) die **physiologische Funktion** der Rückenstrekker- bzw. bei einer erhöhten Extensorenaktivität (Hohlkreuz) die Funktion der Bauchmuskulatur verbessert werden. Wobei auch, wie z.B. bei der Hemiplegie, trotz pathologischer Extensorenaktivität ein Flexionsmuster in der WS bestehen kann.

#### ➤ Beachte

Der Wechsel zwischen Extension (ZSP vor dem Becken) und Flexion (ZSP hinter dem Becken) stellt die größte Anforderung an die reziproke Innervation der Rumpfmuskulatur dar.

Entsprechend schwer fällt es dem Patienten, die Position physiologisch einzunehmen bzw. den Bewegungsübergang adäquat auszuführen. Häufig wird durch eine kompensatorische Tonuserhöhung der Rumpf fixiert, wodurch die physiologische Rumpfstabilität verloren geht.

#### ➤ Beachte

Um in der Sitzposition die **Rückenstrekker** zu verbessern, sollte der ZSP in Streckung vor das Becken, und um die Aktivität der **Bauchmuskeln** zu verbessern, sollte der ZSP (Rumpf in Flexion) hinter das Becken geführt werden (► Abb. 8.4 und 8.5).

Befindet sich der Rumpf innerhalb der körpereigenen Unterstützungsfläche (über dem Becken), sind beide Muskelgruppen (Beuger und Strecker) reziprok aktiv (reziproke Innervation auf hohem Tonusniveau). Eine Unterscheidung zwischen agonistisch oder antagonistisch arbeitender Muskulatur ist nicht eindeutig möglich.

#### ➤ Beachte

Um die **Symmetrie** in der Grundstellung zu verbessern, sollte beim Wechsel zwischen Rumpfflexion und -extension bzw. umgekehrt, die stabilisierende Grundstellung immer wieder eingenommen werden.

### Ventrale Muskelkette

Durch den Verlauf der schrägen (X-förmig) und gekreuzten (+-förmigen) Bauchmuskeln wird deutlich, wie eng die **Koordination der beiden Körperhälften** miteinander verbunden ist. Heben wir den Finger der rechten Hand, so hat dies tonische Auswirkungen auf den linken Zeh. Über die Muskeln des rechten Unter- und Oberarms führt die Kette zum Schultergürtel, der sich aus der Klavikula und Skapula bildet. Die Bewegungen der Skapula sind abhängig vom M. serratus anterior, dieser ist an seinem Ursprung eng mit dem M. obliquus externus abdominis verflochten. So zieht sich die Kette weiter über die Linea alba zum M. obliquus internus abdominis der kontralateralen Körperseite, der wiederum über das Becken mit dem Hüftbeuger M. iliopsoas in Verbindung steht, und so über die Oberschenkelmuskulatur zu den Unterschenkel- und Fußmuskeln. Am deutlichsten treten diese Muskelketten beim Gehen (ca. 100 bis 120 Schritte/min) zum Vorschein, wo sich der linke Fuß zum rechten Arm bewegt.

Schon durch minimale, tonische Abweichungen werden die Bewegungen unökonomisch und können die gesamte Körpermotorik negativ beeinflussen. Der Teufel steckt dabei sprichwörtlich im Detail: Minimale muskuläre Abweichung und die daraus resultierenden Kompensationsmechanismen sind nur über den entkleideten Oberkörper zu erkennen (taktile, visuelle). Daher ist es vor allem in der Primärbefundung notwenig, dass der Patient ohne Kleidung beobachtet wird.

## 8.1 · Hemiplegie

bachtet und palpiert wird. Kompensatorische Bewegungsstrategien hemmen physiologische Bewegungsabläufe.

### Schräge Bauchmuskulatur

Der Faserverlauf des M. obliquus internus zieht im Wesentlichen schräg von kaudal-lateral (Becken) nach kranial-medial. Die oberflächige Muskelplatte des M. obliquus externus hingegen von kranial-lateral nach kaudal-medial. Die Ursprungszacken des M. obliquus externus sind mit den Ursprüngen des M. serratus anterior verzahnt, der das Schulterblatt stabilisiert. Es entsteht eine schräg verlaufende Muskelkette vom linken Schultergürtel zur rechten Beckenseite bzw. vom rechten Schultergürtel zur linken Beckenseite und umgekehrt.

Bei mobilen Extremitätenbewegungen führt dies zur Stabilität in schräg verlaufender Kontraktionsrichtung (Ausnahme bilaterale Tätigkeiten). Wird beispielsweise im Sitzen das rechte Bein schnell angehoben, so erfolgt eine stabilisierende Aktivität im linken Schultergürtel. Wird im Stand der linke Arm schnell endgradig nach oben gestreckt, so erfolgt eine Stabilisation im rechten Becken. Dadurch kann u.a. durch den Einsatz einer funktionellen Tätigkeit auf der weniger betroffenen Seite, wie z.B. Luftballon spielen mit der oberen Extremität oder Fußball spielen mit der unteren, die tonische Situation auf der betroffenen Seite (Hüfte oder Schultergürtel) verbessert werden.

Häufig entsteht durch den **kompensatorischen Einsatz der Rückenstrecker** (M. latissimus dorsi) und/oder durch eine langfristige unphysiologische Sitzposition (z.B. im Rollstuhl) eine **Funktionsbeeinträchtigung der Bauchmuskulatur und Hüftbeuger**. Hierdurch verschiebt sich der Thorax nach kranial (Inspirationsstellung), wodurch u.a. der M. serratus anterior seine stabile Basis verliert. Ursprung und Ansatz des Muskels verschieben sich ebenfalls nach kranial. Als Folge kann daraus eine Scapula alata resultieren. Jede Armaktivität führt dabei zu einer weiteren Verschlechterung der Symptomatik. Selbst wenn die Funktion des M. serratus anterior gegeben wäre, wird er durch die hypotone Bauchmuskulatur inaktiv. Durch Aktivitäten mit dem kontralateralen Bein, wie z.B. »Treten Sie mit Ihrem Bein (über die Körpermitte) zu meiner Hand, schießen Sie den Luftballon weg« etc., kann eine Verbesserung herbeiführt werden. Ein kompensatorisches Abstützen mit der weniger betroffenen Seite sollte dabei vermieden werden (► Kap. 11.8 »Fallbeispiel Hr. M.«).

### Therapiebeispiele zur Verbesserung der Rumpfaktivität

#### Beispiel

Um die Bauchmuskulatur und den M. iliopsoas (Hüftbeuger) zu aktivieren, wird der Rumpf in einer Flexionsbewegung nach posterior über das Becken (offene Kette) geführt (► Abb. 8.2). Der

ZSP befindet sich dabei hinter dem Schultergürtel und dem Kopf. Bei der Rumpfbeugung arbeitet die Bauchmuskulatur **konzentrisch**, und bei der Dorsalbewegung des Oberkörpers verlängern sich die Hüftflexoren **exzentrisch**. Bei der Vorwärtsbewegung des Rumpfes zum aufrechten Sitz arbeiten die Hüftflexoren **konzentrisch**. Die Therapeutin fazilitiert die Rumpfflexion am ZSP und unterstützt die Bewegung mit der anderen Hand im Lumbalgrenbereich. Sie gibt dabei so viel Unterstützung, dass der Proband die Bewegung ohne verbale Anweisung physiologisch ausführt.

Bei Hemiplegikern besteht in der Regel eine erhöhte Extensorenaktivität, bei einer gleichzeitigen Schwäche der ventralen Flexoren (Hüft- und Bauchmuskulatur). Eine **Überförderung** zeigt sich daher – neben einer pathologischen Tonuserhöhung in der oberen Extremität (assoziierte Reaktion, Spastik) – häufig durch eine **kompensatorische Aktivität der Rückenextensoren**: Dabei drückt sich der Patient während der konzentrischen Vorwärtsbewegung des Rumpfes mit seinen Extremitäten, dem Kopf und/oder dem Schultergürtel nach dorsal ab. Der ZSP bewegt sich vor den Schultergürtel bzw. vor den Kopf, woraus häufig in der weiterführenden Bewegung ein Extensionsmuster im betroffenen Bein resultiert.

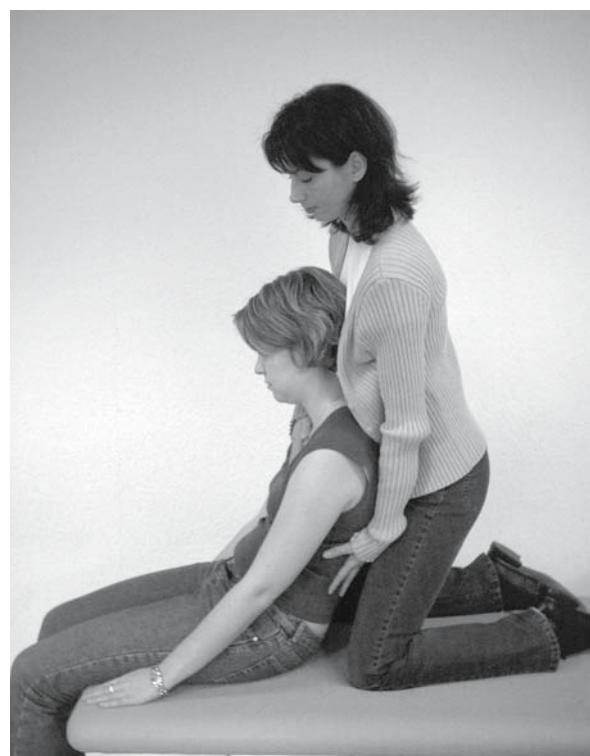


Abb. 8.2. Üben der Bauchmuskulatur

Als weiteres Zeichen einer unphysiologischen Bewegungsausführung bzw. einer Überforderung, kann eine **isolierte Knieaktivität** (Kniestreckung oder Hebung des Unterschenkels) im betroffenen Bein gesehen werden: Dabei unterstützt der M. rectus femoris (ein Kopf des M. quadriceps femoris) kompensatorisch die Hüftflexion. Da er normalerweise nur eine synergistische Rolle spielt, sind seine kompensatorischen Aktivitäten stets mit seiner Hauptfunktion der Extension des Knies verbunden. Beispielsweise begleitet er exzentrisch synergistisch die mit der Dorsalbewegung des Oberkörpers verbundene Hüftextension. Eine kompensatorische Tonuserhöhung des Muskels erschwert seine exzentrische Verlängerung, weshalb er sich das fehlende proximale Bewegungspotenzial an seinem distalen Ende, dem Knie, holt. Der Unterschenkel hebt sich dabei vom Boden ab, bzw. das Knie zieht in die Extension während das gegenüberliegende, weniger betroffene Bein relativ ruhig in seiner Position verbleibt. Die Vorwärtsbewegung des Rumpfes aus der Rückenlage wird kopfwärts eingeleitet, d.h., Kopf und SG bleiben vor dem ZSP, bis der ZSP mit dem Becken eine Linie bildet (► Kap. 5, □ Abb. 5.17, aufrechter Sitz). Dabei befinden sich Rumpf und Kopf in ihrer körpereigenen USF. In dieser Position kann man nur schwer die agonistische Aktivität der dorsalen Rückenstrecker von ventralen Flexoren unterscheiden. Es ist ein ständiges Suchen und Finden des Körperschwerpunktes mit minimalsten Bewegungsausschlägen (Equilibriumreaktionen). Der aufrechte Sitz stellt eine hohe Anforderung an die reziproke Innervation der Rumpfmuskulatur und sollte daher während der Bewegungsübergänge immer wieder stabilisierend (nicht fixierend) eingenommen werden.

### Beispiel

Bewegt sich der ZSP vor das Becken, richten die Rückenextensoren den Rumpf auf. Die Therapeutin beginnt im Lumbalbereich mit der Fazilitation der Rumpfaufrichtung (□ Abb. 8.3). Die weitere Anteriorbewegung des aufgerichteten Rumpfes wird durch die exzentrische Verlängerung der Hüftstretcher und ischiokruralen Muskelgruppen agonistisch reguliert. Bestehen tonische Missverhältnisse sowohl hypotoner als hypertoner Art, kann der Rumpf nicht weit genug (physiologisch) in die Vorlage gebracht werden (► Kap. 5 »Bewegungstransfer vom Sitz zum Stand«).

□ Abbildung 8.4 zeigt das Üben automatisierter Rumpfbewegungen. Die Bewegungen des Rumpfes sind innerhalb normaler Bewegungsabläufe sehr automatisierte, z.T. automatisch ablaufende Bewegungen (► Kap. 5 »Gleichgewichtsreaktionen«). Die Therapeutin gibt daher keine verbale Anweisung (»Strecken Sie den Rücken«) oder Ähnliches (bewusste Rumpfbewegung). Sie gibt vielmehr ein bewusstes **Bewegungsziel** vor, das der Proband erreichen



□ Abb. 8.3. Üben der Rückenmuskulatur



□ Abb. 8.4. Automatisierte Rumpfbewegungen

muss und dabei die gewünschte Rumpfbewegung automatisiert ausführt. Mit ihren Händen fazilitiert sie am ZSP und am Becken die physiologische Ausführung der Rumpfaktivitäten.

### 8.1.2 Schulter: Grundlagen und Therapie

Der Schultergürtel ermöglicht zusammen mit dem Schultergelenk (»Schulterkomplex«) der oberen Extremität ein sehr großes Bewegungsspielraum. Die Gelenke sind dabei relativ locker miteinander verbunden, wodurch die Gelenkpartner (Knochen) einen großen Bewegungsspielraum erhalten. Die große Mobilität der Schulter bedingt jedoch eine Einschränkung in der Stabilität.

#### Beispiel

**Selbsterfahrung.** Wir stellen uns hinter den am Oberkörper entkleideten Probanden und fixieren mit unserer rechten Hand seine rechte Skapula am Margo lateralis. Nun bitten wir ihn, seinen Arm zuerst so weit wie möglich zu abduzieren und dann zu flektieren. Die Skapula darf sich dabei nicht mitbewegen. Danach führt ihr Proband die gleiche Bewegungsvorgabe endgradig ohne eine Fixation der Skapula durch. Es wird deutlich, dass vor allem bei den endgradigen Bewegungsabläufen die Skapula an den Gelenkbewegungen beteiligt ist. Eine Bewegungseinschränkung, wie z.B. ein verklebtes Schulterblatt, führt somit zu einem eingeschränkten Bewegungsspielraum in der gesamten oberen Extremität.

#### Bewegungen der Skapula

Die Skapula bewegt sich auf dem Thorax im sog. Schulterblatt-Thorax-Gelenk. Hierbei handelt es sich nur physiologisch und nicht anatomisch um ein Gelenk (falsches Gelenk). Man unterteilt die horizontale (Ab- und Adduktion) und vertikale (Elevation und Depression) flächige Verschiebung der Skapula in die Translationsbewegungen und die flächige Rotation (Innen- und Außenrotation) in Rotationsbewegungen (► Abb. 5.24–5.26, ► Tabelle 5.6, Bewegungen der Skapula).

**Abbildung 8.5** zeigt die Muskelschlingen der Skapula:

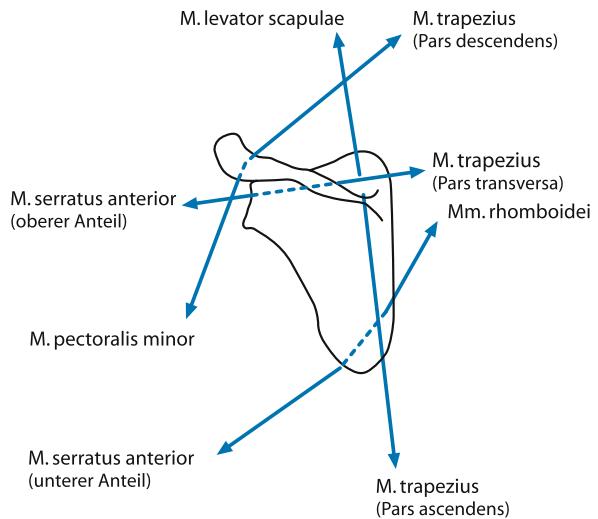
- Vertikale Bewegungen der Skapula (ca. 10–12 cm): Heben (Elevation) und Senken (Depression), vor allem M. levator scapulae – M. trapezius (Pars descendens),
- Horizontalbewegungen der Skapula (ca. 15 cm): Die Skapula bewegt sich nach lateral (Abduktion) und nach medial (Adduktion), vor allem M. serratus anterior – Mm. rhomboidei und M. pectoralis minor.

#### Beispiel

Man kann die Wirkungsweise der Muskelschlingen mit einem schweren Schlitten vergleichen, den man über das Glatteis zieht. Würde man zu schnell und zu unkontrolliert ziehen, würde der Schlitten seine Bahn verlieren. Würde hingegen jemand von hinten einen leichten Gegenzug ausüben, so würde der Schlitten sicherer in der Spur bleiben (► Kap. 5, ► Abb. 5.2).

#### Beachte

Innerhalb normaler Bewegungsabläufe treten isolierte Rotations- und Translationsbewegungen nahezu nicht auf.



► Abb. 8.5. Muskelschlingen der Skapula. (Mod. nach Uhlmann 1991)

#### i Therapierelevanz

Der Schultergürtel bildet neben seiner **Hauptfunktion als stabilisierende und bewegungserweiternde Basis** für die Ziel- und Greifmotorik eine wichtige Teilkomponente zwischen den Aktivitäten des Rumpfes und des Armes bzw. umgekehrt. Eine muskuläre Dyskoordination, wie z.B. bei einer hypertonen Schultergürtelmuskulatur, kann zu einer Fixation führen und Bewegungsabläufe im Sitzen, Stehen und Gehen beeinträchtigen. Dabei verhindert z.B. eine pathologische Fixation des Schultergürtels in Depression und Retraktion die adaptive Anpassung der Rumpfstellreaktion, obwohl das Gleichgewichtssystem primär nicht beeinträchtigt ist. Die Zielhierarchie liegt hierbei in einer Tonusnormalisierung, um die adäquate Ausführung der Rumpfstellreaktionen zu ermöglichen. Die Tonuserhöhung kann verschiedene Ursachen haben, wie z.B. eine mangelnde Rumpfkontrolle, ein tonisches Missverhältnis der Schultergürtelmuskulatur (Hyper-, Hypotonus) oder eine mangelnde bzw. fehlende distale Aktivität, wodurch der Schultergürtel kompensatorisch die Aktivitäten der Hand übernimmt.

#### Schultergelenkbewegungen

Das Schultergelenk bildet mit seinen drei Freiheitsgraden das beweglichste Gelenk des Körpers.

#### Bewegungen in der Sagittalebene

In ► Abb. 8.6 sind die drei Phasen der **Anteversion** zu sehen. In der **1. Phase** leiten der M. deltoideus (Pars clavicularis), der M. coracobrachialis und der M. pectoralis major (Pars clavicularis) die Anteversion ein. Die 1. Phase findet ihre Bewegungsgrenze durch den passiven Widerstand der



Abb. 8.6. Anteversion (3 Phasen, in Anlehnung an Kapandji **a** 1. Phase: Schultergelenk, **b** 2. Phase: Schulergürtel **c** 3. Phase: Wirbelsäule)

Mm. teres minor et major und des M. infraspinatus. Daher kommt es in der **2. Phase**, ab ca.  $60^\circ$  zur Mitbeteiligung des Schultergürtels. Durch die Abduktions- und Elevationsbewegung der Skapula zeigt die Gelenkpfanne nach ventral, kranial (ca.  $120^\circ$  Armbewegung). Die beteiligte Schultergürtelmuskulatur setzt sich dabei vor allem aus dem M. serratus anterior, dem M. trapezius und den Mm. rhomboidei zusammen. Bei der **3. Phase** erfolgt eine extensorische Mitbewegung der WS, die endgradig durch die Hyperlordose der LWS bei ca.  $180^\circ$  begrenzt wird.

**Retroversion.** Die an der Retroversion beteiligten Muskeln im Schultergelenk sind Mm. teres minor et major, M. deltoideus (Pars clavicularis) und M. latissimus dorsi. Die Skapula wird durch eine Adduktion (Innenrotation) in Richtung WS verschoben. Die Muskeln setzen sich dabei aus den Mm. rhomboidei, dem M. latissimus dorsi und dem M. trapezius (Pars transversa) zusammen.

### Bewegungen innerhalb der Frontalebene

**Abduktion (3 Phasen).** Die **1. Phase** wird von den funktionell zusammenhängenden Muskeln, M. deltoideus und M. supraspinatus (klassische Abduktoren) eingeleitet. Die Phase endet mit einer Außenrotatorischen Komponente, wodurch das Tuberculum majus unter dem Akromiondach hindurchgleitet (bei etwa  $90^\circ$ ) und der Gelenkkopf am Oberrand der Gelenkpfanne blockiert.

### Beispiel

**Selbsterfahrung.** Wir stellen uns hinter den Probanden und fixieren mit unserer rechten Hand seinen rechten Schultergürtel.

Nun bitten wir ihn, mit seinem ausgestreckten und im Schultergelenk maximal innenrotierten rechten Arm eine Abduktionsbewegung auszuführen (Schultergürtel und Rumpf dürfen sich nicht mitbewegen). Hat unser Proband sein maximales abduktorisches Bewegungsausmaß erreicht (Tuberculum majus des Humeruskopfes stößt an das Akromiondach), bitten wir ihn, eine Außenrotation auszuführen (Innenseite des Ellenbogen zeigt nach kranial). Da nun das Tuberculum majus unter dem Akromiondach hindurchgleiten kann, erweitert sich die Abduktionsbewegung.

Durch die Blockade des Schultergelenkes bei ca.  $90^\circ$  beginnt die **2. Phase** mit einer translatorischen Abduktion und Außenrotation der Skapula. Dabei wird die Gelenkpfanne angehoben und zeigt nach kranial, sodass die Armposition bei ca.  $150^\circ$  liegt. Die an der Skapula (Schultergürtel) ausführenden Muskeln sind wie bei der Anteversion der M. serratus anterior und der M. trapezius. Das Bewegungsausmaß wird durch die adduzierenden Mm. pectoralis major (Schultergelenk) et minor (Schultergürtel) begrenzt.

In der **3. Phase** wird die **endgradige vertikale Position des Armes** bei ca.  $180^\circ$  durch die lateralflexorische Aktivität der kontralateralen Rumpfseite erreicht. Die endgradige Abduktion beider Arme ist nur in Verbindung mit einer Anteversionsbewegung möglich.

**Skapulohumeraler Rhythmus** (P. Davis). Die synchrone Bewegung der Skapula mit dem Humerus ermöglicht eine Abduktionsbewegung zwischen  $150^\circ$  und  $180^\circ$ . P. Davis beschreibt ein Verhältnis 2:1 ( $2^\circ$  Schultergelenk zu  $1^\circ$  Schulterblatt), d.h., bei einer Armbewegung von  $180^\circ$  finden Bewegungen von ca.  $120^\circ$  im Schultergelenk (Winkel zwischen

## 8.1 · Hemiplegie

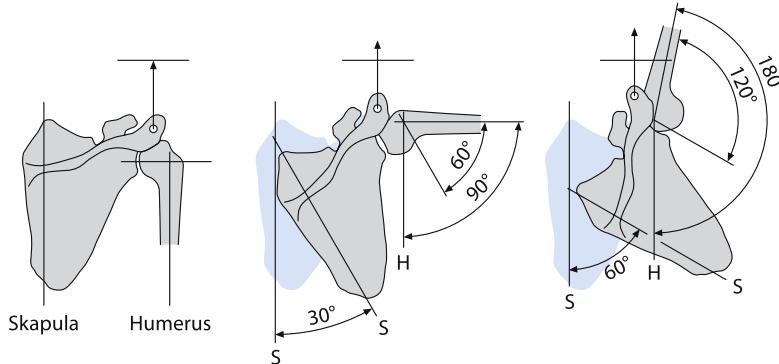


Abb. 8.7. Skapulohumeraler Rhythmus.  
(Nach Davies 2002)

Humerus und Rumpfseite) und ca. 60° im Schulterblatt (Winkel zwischen dem Angulus inferior und der WS) statt (Abb. 8.7).

**Normale Bewegung (Abb. 8.6).** Der Bewegungsbeginn aus der anatomischen Nullstellung findet fast ausschließlich im Schultergelenk statt, und die Skapula befindet sich in einer stabilisierenden Stellung (0°–60/90° Flex, 0°–50/60° ABD). In der weiteren Bewegung ist das Verhältnis 1:1, und erst am Ende des Bewegungsausmaßes dominiert wieder die Humerus- gegenüber der Schulterblattbewegung.

### Therapierelevanz

Es macht nun wenig Sinn, mit dem Winkelmesser die Gradzahl der Schulterbewegung auszumessen, zudem kann das Verhältnis der Skapulabewegungen bei unterschiedlichen Personen stark variieren. Daher gilt die gegenüberliegende Seite im **Seitenvergleich** als Norm. Der Therapeut überprüft die Bewegungen der Skapula am Angulus inferior (Außen- und Innenrotation), sowie am Margo medialis (Ab- und Adduktion) auf der weniger betroffenen Seite und bekommt so ein Bild über den normalen Bewegungsablauf. Dezente tonische Abweichungen können in der Ruheposition unerkannt bleiben. Instruktionen einer Aktivität, wie z.B. »Halten Sie beide Arme ausgestreckt nach vorne« oder als Steigerung »Heben und senken Sie langsam Ihre Arme« (evtl. mit therapeutischer Unterstützung), können dabei ein genaueres Bild über eine muskuläre Dyskoordination ergeben. Zu einer qualitativen Befunderhebung gehört neben der Sichtkontrolle auch die **Palpation** der Muskelbäuche.

Zur Befunderhebung ist der **Seitenvergleich** sowohl für die **statische Position** als auch für die **dynamische Bewegungsausführung (skapulohumeraler Rhythmus)** obligatorisch.

Die Muskelloge des M. supraspinatus wird dorsal durch die Spina scapulae und das Akromion begrenzt sowie ventral durch den Processus coracoideus. Kranial schließt das Ligamentum coracocromiale die beiden knöchernen Verbindungen. Hieraus entsteht eine ringförmige, relativ feste Struktur, durch die die Sehne des

M. supraspinatus hindurchgleitet. Infolge von Mikrotraumen, Entzündungen, Vernarbungen etc. kann es zur Verdickung der Sehne kommen, wodurch sie nicht mehr durch den Ring gleitet, sondern je nach Ausmaß eingeklemmt wird oder sich ruckartig durch den Ring bewegt. Man spricht hierbei auch von der **springenden Schulter**.

Die **Abduktionsbewegung** muss in der endgradigen Position an eine Außenrotatorische Komponente gekoppelt sein, damit das Tuberculum majus unter dem Akromiondach hindurchgleiten kann. Vernachlässigt man die Außenrotation, z.B. bei der passiven Mobilisation oder bei der Funktionsanbahnung des paretischen Arms, kann dies zur Einklemmung der Weichteile (subakromialer Gleitraum, Supraspinatussehne) zwischen dem Akromion und dem Tuberculum majus führen, was zu Entzündungen und Schulterschmerzen führen kann und damit das Bewegungsausmaß weiter einschränkt.

Ebenso kann durch ein **zu großes Bewegungsausmaß des Schultergelenkes**, bei fehlender Mitbewegung der Skapula (z.B. verklebtes Schulterblatt, s. auch **skapulohumeraler Rhythmus**) die Supraspinatussehne einklemmen.

### Beachte

Für eine physiologische Schultergelenkbewegung sind notwendig:

- Stabilität und Mobilität der Skapula,
- Außenrotationsfähigkeit des Humeruskopfes.

**Adduktion am Schultergelenk.** Die an der Adduktion beteiligten Muskeln sind vor allem der M. teres major, der M. latissimus dorsi, der M. pectoralis major und die Mm. rhomboidei (Schulterblatt). Dabei ist zu beachten, dass die Funktion des M. teres major von der adäquaten Stabilisation der Skapula durch die Mm. rhomboidei abhängig ist. Würde die Stabilität fehlen, wie z.B. durch einen hypotonen M. rhomboideus, würde durch den M. teres major nicht der Oberarm an den Körper, sondern das Schulterblatt zum Arm ziehen (Punctum fixum und Punctum mobile würden sich vertauschen). In ähnlicher Weise ist die Funktion des M. latissi-

mus dorsi von der stabilisierenden Wirkung des M. triceps brachii abhängig.

#### Beachte

Der M. latissimus dorsi tendiert mit starker Adduktion dazu, den Humerus nach kaudal zu luxieren.

Um dies zu verhindern, stabilisiert der M. triceps brachii als eher schwacher Adduktor mit seinem langen Kopf parallel zur Aktivität des M. latissimus dorsi den Humeruskopf in der Pfanne. Ein hypotoner M. triceps würde somit die Funktion des M. latissimus dorsi beeinträchtigen bzw. verhindern.

**Passiver Einrastmechanismus des Humeruskopfes bei adduziertem Arm.** In der physiologischen Schulterblattstellung zeigt die Gelenkpfanne nach ventral-kranial, die **kraniale Aufrichtung** des Tuberculum infraglenoidale (Knochenvorsprung unterhalb der Schultergelenkpfanne) verhindert beim adduierten Arm das Kaudalgleiten (Subluxation) des Humeruskopfes. Zudem überspannen der obere Teil der **Gelenkkapsel** sowie das Ligamentum coracohumerale während der **Adduktionsstellung** (Grundstellung) den Humeruskopf und verhindern so seine Lateral-kaudal-Verschiebung. Bewegt sich der Arm in die Abduktion, geht die Gelenkspannung verloren, und die Haltefunktion muss durch die **Rotatorenmanschette** und die dorsalen Anteile des M. deltoideus übernommen werden. Eine Subluxation entsteht daher meist durch eine Fehlstellung der Skapula oder durch eine hypotone Rotatorenmanschette.

#### Bewegungen innerhalb der Transversalebene

**Innen- und Außenrotation im Schultergelenk.** Die Muskeln, die unmittelbar für die Innenrotation verantwortlich sind, setzen sich aus dem M. latissimus dorsi, dem M. teres major und dem M. pectoralis major zusammen. Im Verhältnis zu den Innenrotatoren ist die Muskulatur für die Außenrotation relativ schwach repräsentiert. Die Außenrotatoren sind vor allem der M. infraspinatus und der M. teres minor. Trotz des deutlich geringeren Muskelpotenzials sind sie für die normale Armmotorik unverzichtbar; da nur sie den Arm, wie z.B. beim Schreiben, aus der Körpermitte nach lateral führen können. **Die Funktionsfähigkeit der Außenrotatoren hängt von der Stabilisation der Skapula ab**, was vor allem durch die Kontraktion des M. serratus anterior, M. trapezius und der Mm. rhomboidei geschieht.

#### Therapie

Der M. serratus anterior ist maßgeblich an der Stabilisation des Schultergürtels, sowie an der Armhebung (Abb. 8.6, Anteversion und Abduktion 2. Phase) beteiligt. Seine engen Verflechtungen mit der Bauchmuskulatur wurden bereits in ▶ Abschn. 8.1.1 erwähnt. Deutlich wird die Instabilität, wenn

man die Armmotorik eines hemiplegischen Patienten mit den drei Phasen der normalen Bewegung vergleicht. Fehlt beispielsweise der stabilisierende Tonus in Rumpf und/oder Schulter, so wird die Armhebung nicht mehr primär durch das Schultergelenk (1. Phase) eingeleitet; sondern schon wesentlich früher durch den kompensatorischen Einsatz der Schultergürtelmuskulatur (Schulter hebt sich sofort, eigentlich 2. Phase) oder durch eine Extensions- bzw. Lateralflexion auf der kontralateralen Rumpfmuskulatur ausgeführt.

**Körperpositionen zur Anbahnung selektiver Armbewegungen.** In der Rückenlage wird der Schultergürtel durch das Körpereigengewicht stabilisiert. In dieser Lage kann man dem Patient das Gefühl für seine ersten selektiven Armbewegungen vermitteln. Um jedoch einen alltagsrelevanten Bezug zu schaffen, müssen die Bewegungen unter Einfluss der Schwerkraft (ähnlich dem Stehen und Gehen in der unteren Extremität), d.h. durch die Stabilität der Schultergürtelmuskulatur, im Sitz und/oder Stand gebahnt werden.

**Sicherung des Schultergelenkes (Abb. 8.8).** Die Sicherung des Schultergelenks erfolgt durch das knöcherne Schutzdach (Akromion, Processus coracoideus) sowie durch Muskelsehnen und Bänder. Die Pfeile im Gelenkkopf weisen auf die luxationsgefährdeten Schwachstellen des Gelenkes hin. Meist kommt es infolge einer Skapulafehlstellung oder einer hypotonen Schultergelenkmuskulatur zu einer Subluxation in Richtung kaudal (ventral). In diesem Fall muss der Tonus in der Rotatorenmanschette und den dorsalen Anteilen des M. deltoideus verbessert werden.

Bei nahezu jeder Bewegung bewirkt der M. deltoideus eine **Translation** (Versetzung) des Humeruskopfes nach kranial. Parallel dazu bewirken die Muskeln der Rotatorenmanschette (M. supraspinatus, M. infraspinatus, M. teres minor und der M. subscapularis) zusammen mit der Schwerkraft eine **Kompression** und eine leichte Translation des Humeruskopfes nach kaudal-medial, wodurch eine **Stabilisierung des Schultergelenkes** sowohl statisch als auch

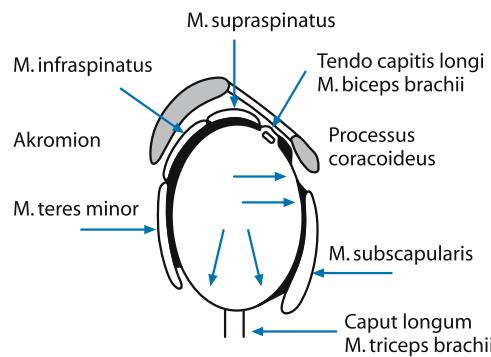


Abb. 8.8. Sicherung des Schultergelenks (Sagittalschnitt)

## 8.1 · Hemiplegie

dynamisch gewährleistet wird. Eine **muskuläre Dysbalance** in diesem Bereich kann bei Elevationsbewegungen zu einem Einklemmen der Weichteile im subakromialen Raum führen (Impingement-Symptomatik). Bei der Abduktionsbewegung führt der M. supraspinatus eine leichte Translation und Kompression des Humeruskopfes aus. Die Sehne des langen Bizepskopfes ist ein wichtiger Depressor des Humeruskopfes. Eine Ruptur oder Luxation dieser Sehne kann ein bestehendes Einklemmungssyndrom noch verstärken.

### Beachte

**Das Zusammenspiel zwischen der Rotatorenmanschette und dem M. deltoideus ist für die physiologische Funktion des Schultergelenkes notwendig. Der physiologische Armstütz aktiviert alle Muskelgruppen, die für die Stabilität der Schulter notwendig sind.**

### Subluxation

Dabei handelt es sich um eine unvollständige Verrenkung, wobei sich die Gelenkflächen z.T. noch berühren. Eine **sichtbare Luxation** entsteht in der Regel durch eine Fehlstellung der Skapula (s. oben passiver Einrastmechanismus) bei gleichzeitiger hypotoner Schultergürtelmuskulatur. Die lange Bizepssehne verhindert meist eine Ventralverschiebung (Abb. 8.9), sodass der Humeruskopf mangels struktureller Sicherung nach kaudal gleitet. Die Subluxation selbst löst noch keine Schmerzen aus und ist auch selbst nicht schmerhaft. Die Gelenkstrukturen sind jedoch sehr instabil und damit extrem anfällig bei Traumatisierung. Häufig entstehen die Schmerzen erst nach einer geräumten Zeit und dabei vor allem bei Patienten, deren betroffene obere Extremität häufig infolge mangelnder Lagerung nach unten hängt (hängender Arm). Meist ist die Subluxation schon visuell durch eine Delle im Muskelgewölbe des M. deltoideus (zwischen Akromion und Humeruskopf) erkennbar (s. SV). Dezentrale Formen müssen jedoch durch Palpation des Gelenkspaltes im Seitenvergleich überprüft werden.

Neben der beschriebenen hypotonen, meist sichtbaren Subluxation wurde auch durch Röntgenaufnahmen eine **Gelenkfehlstellung bei hypertonen Tonusverhältnissen** nachgewiesen. Die Gelenkfläche der Skapula bedeckt nur etwa ein Drittel des Humeruskopfes, sodass auch bei einer bestehenden Spastik die Gelenkpartner nicht physiologisch ausgerichtet sind. Passive Bewegungen des Schultergelenks sowie die Anbahnung aktiver Funktionen sollten daher vorwiegend mit Druck (leichter Kompression) des Humeruskopfes in die Gelenkpfanne unter Beachtung der oben genannten Kriterien (Außenrotation, skapulohumeraler Rhythmus) ausgeübt werden.

### Scapula alata

Die Bezeichnung bedeutet „flügelförmig abstehendes Schulterblatt“. Aus einer tonischen Dysbalance der Schultergürtelmuskulatur resultiert in der Regel immer eine Fehlstellung der Skapula, wodurch die gesamte Mechanik des Schultergelenks beeinträchtigt wird. So zeigt sich bei Hemiparese häufig eine hypertone ventrale Schultermuskulatur (Flexions-, Innenrotationsmuster), wie z.B. die Mm. pectoralis, bei gleichzeitiger Hypotonie der dorsalen Schultermuskeln. Sowohl ein erhöhter Tonus des M. pectoralis minor und/oder ein geschwächter M. serratus anterior bzw. M. trapezius können zu einem abstehenden Schulterblatt (»Scapula alata«) führen. Durch diese Skapulaposition verändert sich die Stellung des Humeruskopfes in Richtung Innenrotation, Abduktion. Langfristig führt dies zu einer Verkürzung der Innenrotatoren (z.B. M. pectoralis major, M. latissimus dorsi) und zu einer Dehnung und Schwächung der Außenrotatoren.

Die pathologische Tonuserhöhung der ventralen Schultergürtelmuskeln führt über die reziproke Hemmung zum Abbau der dorsalen Schultermuskulatur (Extensoren, Außenrotatoren). Dieses Bild zeigt sich u.a. durch deutlich atrophierte Muskelbäuche des M. teres minor, M. infraspinatus sowie der dorsalen Anteile des M. deltoideus (Seitenvergleich), wodurch die Schulterblattgräte (Spina scapula) präsent zum Vorschein tritt.

Um diesem Prozess entgegenzuwirken, dient – u.a. auch als **Kontrakturprophylaxe** – eine passive Mobilisation der Gelenkstrukturen. Darauf aufbauend sollte jedoch ein **physiologisch agonistischer Einsatz der hypotonen Muskulatur**, wie z.B. beim **Armstütz**, statt finden. Die agonistische Aktivität kann einerseits zur Verbesserung des Tonusniveaus der Strecker und Außenrotatoren und andererseits über die reziproke Hemmung zu einer Tonusreduktion in den ventralen pathologisch tonuserhöhten Muskelgruppen führen.

**Exzentrische Bewegungsabläufe**, wie z.B. den abduzierten Arm langsam, bremsend zu senken, sind für den Patienten meist leichter umsetzbar als konzentrische Bewegungsabläufe (Arm heben). Sie benötigen eine geringere neuromuskuläre Aktivität und führen meist (je nach Körperposition) aus den pathologischen Mustern heraus.

### Schulterschmerz

Der Armplexus durchläuft auf seinem Weg von der HWS zum Arm mehrere physiologische Engpässe (Abb. 8.9, siehe Punkte 1–3). Eine muskuläre Dyskoordination der Schulter- und Halsmuskulatur und die dadurch bedingte Fehlstellung des Schultergürtels (hängende Schulter) können zu einer Kompression des Plexus brachialis führen. Dabei zeigen sich häufig auch Schmerzen im Unterarm und der Hand. Ein sicheres Zeichen für einen durch die hängende Schulter ausgelösten Schmerz ist, wenn beim passiven Anheben des Schultergürtels durch den Therapeuten der

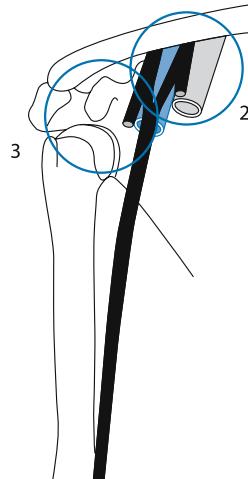
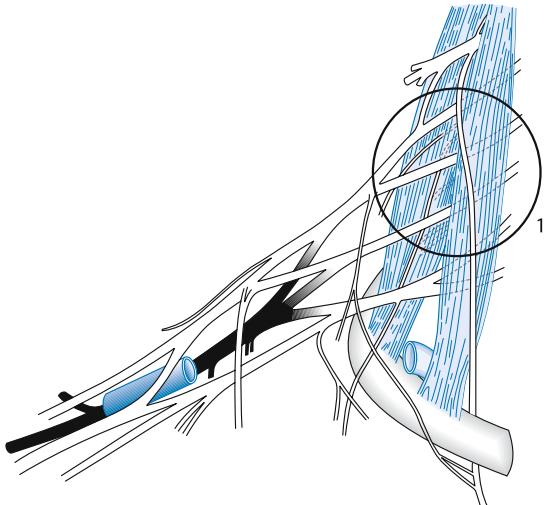


Abb. 8.9. Hängende Schulter.  
(Mod. nach Schiebler et al. 1995)

## 8

Schmerz schlagartig nachlässt oder sich zumindest deutlich reduziert. Die Patienten wirken deutlich entspannter, was sie meist mimisch und verbal zum Ausdruck bringen. Man unterscheidet entsprechend der Kompressionslokalsation **drei Syndrome**:

- Skalenussyndrom (in Abb. 8.9: 1),
- Kostoklavikularissyndrom (in Abb. 8.9: 2),
- Hyperabduktionssyndrom (in Abb. 8.9: 3).

**Skalenussyndrom.** Als Hauptfunktion neigen die Mm. scaleni den Kopf zur ipsilateralen Seite (Lateralflexion), zudem sind sie als Hilfsattemmuskeln an der Inspiration (Punctum stabile und mobile vertauscht) beteiligt. Von ihrem Ursprung, der HWS, ziehen die Muskeln (M. scalenus anterior et medius) zu ihrem Ansatz der ersten Rippe. Am Ansatz weichen die Muskeln etwas auseinander (Abb. 8.9: 1) und bilden die sog. Skalenuslücke, durch die der Hauptversorgungsstrang des Armes, d.h. die A. subclavia, und das Nervengeflecht des Plexus brachialis ziehen. Sowohl der kompensatorische Einsatz der Mm. scaleni, wie z.B. beim Heben der Schulter (Arm), was zu hypertrophen Muskelbäuchen führen kann, als auch der permanente Zug auf die Muskeln, bedingt durch die hängende Schulter, können zu einem Einklemmen des Versorgungsstranges führen.

**Kostoklavikularissyndrom.** Als weitere Engstelle passiert der Versorgungsstrang den Bereich zwischen Klavikula und der 1. Rippe (Abb. 8.9: 2). Durch die hängende Schulter kann es zu einer Kompression des Nervs sowie der Blutgefäße zwischen Klavikula und der 1. Rippe kommen.

**Hyperabduktionssyndrom.** Auf dem weiteren Weg zum distalen Arm verläuft der Versorgungsstrang unterhalb des

Ansatzes der Sehne des M. pectoralis minor am Processus coracoideus (Abb. 8.9: 3). Hierbei kann, bedingt durch eine Fehlstellung der skelettalen Strukturen und/oder bei einer zu langen Abduktionsstellung (z.B. Lagerung), ebenfalls eine Kompression entstehen. Schmerzen treten meist erst bei einer Abduktions- bzw. Elevationsbewegung des Armes auf.

### Kompressionssyndrome

Klinisch treten die Syndrome neben der neurologisch bedingten »hängenden Schulter« vor allem im orthopädischen Bereich auf. Dies sind häufig anatomisch bedingte Ursachen, wie z.B. eine Halsrippe oder ein verlängerter Querfortsatz des 7. Halswirbelkörpers (**Skalenussyndrom**). Zudem kann eine lang anhaltende unphysiologische Schulterbelastung, wie z.B. bei der Rucksacklähmung (**Kostoklavikularissyndrom**), oder eine lang anhaltende unphysiologische Extremitätenposition, wie z.B. ein überstreckter Arm beim Schlafen (**Hyperabduktionssyndrom**), Auslöser eines Kompressionssyndroms sein. Schmerzauslösende Positionen und Bewegungen sollten vermieden werden.

**Eine Therapie in den Schmerz** (Verstärkung der Kompression auf den Plexus brachialis) ist aus psychischer und physischer Sicht zu vermeiden. Zum einen kann sehr schnell eine Sensibilisierung der Schmerzempfindung entstehen (► Kap. 4 »2. SMRK«), d.h., das Schmerzgefühl tritt früher auf und wird zunehmend stärker, und andererseits führt die permanente Traumatisierung zu Gewebsschäden.

Beides kann zum **funktionellen Verlust des Armes führen**. Der durch die Schutzhaltung entstehende Tonusanstieg (Verspannung) führt zusätzlich zur Verschlechterung der ohnehin schon unphysiologischen Tonussituation. Aus psychischer Sicht senken Schmerzzustände die Motivation und

## 8.1 · Hemiplegie

damit die Mitarbeit des Patienten. Assoziierte Reaktionen treten eher ein (Schmerz/Angst) und fallen zudem stärker aus.

### Beachte

Floskeln wie »weh heilt weh« oder »viel hilft viel« etc. sollten aus dem therapeutischen Wortschatz gestrichen werden.

**Thermische Verfahren.** Unterstützend und als vorbereitende Maßnahme sind **thermische Verfahren** dienlich. Bei entzündlichen Prozessen können Gelkissen aus dem Kühlenschrank (s. thermische Verfahren, milde Kälte) die Schmerzen im Schulterbereich lindern. Bei bestehenden Kontrakturen und Muskelverspannungen können **Wärmeverfahren**, wie beispielsweise erwärmte Gelkissen, die verspannten Strukturen (Muskeln, Bindegewebe, Haut) lockern. Eine eindeutige Verbesserung geht meist jedoch erst mit einer **Tonusnormalisierung und dem physiologischeren Einsatz der Extremität** einher. Im Aufnahmebericht des Arztes ist häufig der Vermerk Schulterschmerz aufgeführt. Diese Anmerkung sollte jedoch nicht dazu ermutigen, den möglichen Bewegungsraum zu testen. Nicht selten gehen Arzt, Ergo-, Physiotherapeuten und Pflegekräfte zum Patienten, um die Position zu prüfen, bei der der Schmerz auftritt. Dabei folgt auf ein Mikrotrauma das nächste, was wiederum den Therapiefortschritt empfindlich beeinträchtigen kann. Es empfiehlt sich dabei, den Patienten selbst zu bitten, mit seiner weniger betroffenen Hand, den betroffenen Arm zu heben. Ein Mensch fügt sich in der Regel selbst bewusst keine Schmerzen zu, entsprechend hält der Patient kurz vor Schmerzauslösung mit der Bewegung inne, und der Therapeut kann das **mögliche schmerzfreie Bewegungsausmaß** einschätzen. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, mit dem Patienten eine Schmerzskala zu definieren. Beispielsweise Position 1=kein Schmerz mit steigender Schmerzempfindung bis Position 6=extremer Schmerz (Maitland-Skala 1–10). Die Position 3 entspricht dabei einem noch gut tolerierbaren Schmerzbereich (angenehmer Schmerz, er wird eher als Dehnung empfunden). In diesem Bereich, d.h. dem zunehmend schmerzfreien Bewegungsraum, sollte die Mobilisation (passiv/aktiv) stattfinden. Schulterschmerz in Verbindung mit einer schmerzhaften und geschwollenen Hand bezeichnete man früher als das sog. Schulter-Hand-Syndrom (► Abschn. 8.13 »Hand, Reflexdystrophie«).

### 8.1.3 Sinnesorgan Hand

#### Motorik

Die motorischen Aufgaben des Armes und der Hand liegen u.a. in den **Stell- bzw. Stützfunktionen**, um das Gleichgewicht des Körpers im Raum zu unterstützen bzw. um die Unterstützungsfläche zu vergrößern (► Kap. 4 und ► Kap. 5

»Gleichgewicht«). Die **Hauptaufgabe** der oberen Extremität liegt jedoch in der **Manipulation der Umwelt**, d.h. im wahrsten Sinne des Wortes im »**Hantieren**«. Das Schultergelenk ermöglicht dabei als beweglichstes Gelenk des Körpers der Hand Hantierfunktionen, die innerhalb der maximalen Augenkontrolle (ohne Kopfbewegung) liegen. Neben der großen Beweglichkeit des Schultergelenkes spielen die Umwendbewegungen (Pro- und Supination) des Unterarms für die Zielbewegung der Hand eine wesentliche Rolle. Hierdurch entsteht ein Bewegungspotenzial, das den Händen einen multiplen funktionellen Einsatz unter Sichtkontrolle ermöglicht (vor allem bei Bewegungen vor dem Körper). Dabei muss die Hand einerseits die Stabilität aufbringen, um das zweifache Körpergewicht zu halten, wie z.B. bei Hochseilartisten, und gleichzeitig die feinmotorische Mobilität bieten, die einer Sekretärin bis zu 1.700 Daumenanschläge auf ihrem PC am Tag ermöglicht. Eine weitere wichtige Funktion der Hände ist die Kommunikation mit der Umwelt. Taubstumme Menschen sprechen mit ihren Händen, und von nicht ungefähr stammt der Ausdruck: »Eine Geste kann mehr bewirken als tausend Worte.«

#### Normale (bewusst-automatisierte) Greifbewegung

**1. Phase.** Vor dem **Bewegungsbeginn des Armes** erfolgt die **Hinwendebewegung des Kopfes**, wodurch der zu manipulierende Gegenstand mit den Augen erfasst wird. Es erfolgt eine Verschaltung zwischen den visuellen und sensomotorischen Assoziationsarealen innerhalb des ZNS, wodurch eine **Identifikation und Interpretation des Objektes** geschieht. (In der Therapie sollte sich daher der zu hantierende Gegenstand im Gesichtsfeld des Patienten befinden, z.B. bei Hemianopsie).

**2. Phase.** Durch die motorischen Assoziationsareale [prämotorischer Kortex (► Kap. 3 »Motorische Systeme, Großhirnrinde«)] für die Bewegungsidee von außen (externes bzw. Ergebnisfeedback) und den supplementär motorischen Kortex, für die innere Bewegungsinitiierung (internes bzw. Erzeugungsfeedback), erfolgt eine Verschaltung mit den Basalganglien. Dadurch entsteht ein Bewegungsprogramm (Feedforward), das einen automatisierten Bewegungsablauf einleitet. Parallel dazu (bzw. schon kurz vor dem eigentlichen Greifakt) erfolgt im Hirnstamm und im Kleinhirn (Efferenzkopie) die Tonisierung der Rumpf- und Schultergürtel- und Armmuskulatur, die die nötige Haltungsmotorik aktiviert, um der Hand eine schnelle und koordinierte Bewegung in Richtung des Gegenstandes zu ermöglichen.

**3. Phase.** Die **Zielbewegung der Hand initiiert die Armbewegung zum Gegenstand**. Je nach Entfernung und Körperfposition erfolgt eine Hebung des Ellenbogengelenkes (meist im Sitzen) oder des Armes (meist im Stand), die bei Bewegungsbeginn relativ schnell ausgeführt wird. Beim Er-

reichen des Gegenstandes bremst die Hand zu einer langsameren Bewegung, um sich zu öffnen und an den zu ergreifenden Gegenstand zu adaptieren.

**4. Phase.** Das **Greifen des Gegenstandes** erfolgt je nach seinen Eigenschaften über einen Kraftgriff oder einen Präzisionsgriff. Der Kraftgriff dient dabei zum Hantieren größerer schwererer Gegenstände, die Finger formen sich meist zum Faustschluss mit entsprechend hohem Tonus. Die Präzisionsgriffe (Pinzettengriff, Schlüsselgriff, Spitzgriff etc.) hingegen dienen der Manipulation feinerer, kleinerer Gegenstände, die Basis der Greifform bildet dabei vor allem die Daumenopposition.

#### ➤ Beachte

Der Greifakt mit der Griffadaption und der Einstellung der Handkraft erfolgt als letzte Phase innerhalb des Gesamtbewegungsablaufs (letztes Glied).

## 8

### Sensorik

Um die Beschaffenheit von Objekten, wie beispielsweise Gewicht, Form, Oberfläche, Temperatur etc., richtig einzuschätzen, bedarf es einer hoch differenzierten Sensorik. Die Hand verfügt an ihrer Oberfläche über eine hohe Rezeptorendichte. In der Handinnenfläche und an den Fingerspitzen, befinden sich sehr viele Mechano-, Thermo- und Schmerzrezeptoren (Oberflächensensibilität), in den tiefer gelegenen Strukturen (wie beispielsweise im Daumen- und Kleinfingerballen) die Muskel- und Sehnenspindeln (Tiefensensibilität). Hierdurch wird ein zum größten Teil automatisiertes, feinfühliges Erkennen und Hantieren mit Gegenständen (stereognostische Leistungen) möglich. Allgemein wird die hohe sensorische Bedeutung der Hand durch Begrifflichkeiten wie »**Fingerspitzengefühl**« oder »**Begreifen**« beschrieben. Man spricht hierbei auch vom »**Sinnesorgan Hand**«. Jeder von uns kennt die Situation, wenn wir im Dunkeln den Lichtschalter ertasten oder mit den Händen die Reife einer Frucht oder die Wassertemperatur fühlen. Blinde Menschen ertasten mit ihren Händen die Gesichtsform anderer Menschen oder lesen Bücher in Braille-Schrift, d.h., sie sehen mit ihren Händen.

**Kognitive und emotionale Bewegungskomponenten.** In der Regel geht dem Ergreifen die visuelle Erfassung des Gegenstandes voraus. Zuerst erfassen die Augen das Zielobjekt, und der Kopf richtet sich danach aus. Der Rumpf bildet die stabilisierende Basis, die dem Schultergürtel, dem Arm und der Hand die Zielbewegung zum Objekt erlaubt. Bereits vor Erreichen des Zielobjektes adaptiert sich die Hand- und Fingerstellung an den zu erfassenden Gegenstand. Die Adaption richtet sich dabei nach den Eigenschaften des Objektes, wie beispielsweise Größe, erwartetem Gewicht, Form, Position etc. Dieser Prozess bedarf einer Umsetzung des

visuellen Eindrucks: **Erfassung des Gegenstandes und Abgleich mit Gedächtnisinhalten (kognitive Funktionen, Wahrnehmung)** in ein motorisches Programm zur Bewegungsausführung (**exeutive Funktionen**). Bei Objekten, wie beispielsweise beim Tischtennispiel oder beim Halten eines Glases, in das eingeschenkt wird, ist dieser Vorgang noch weitaus komplexer. Die Beschreibung macht deutlich, dass sich die Bewegung als Funktion nahezu nie auf ihre sensomotorischen Komponenten beschränkt, sondern vielmehr mit **kognitiven** (Erfassung), **exeutiven** und **emotionalen** Vorgängen (Objektbezug) gepaart ist.

**Üben der Handsensorik.** Sowohl die neuronale Bewegungssteuerung als auch die Fülle an verschiedenen Bewegungsabläufen machen die **stereotype Beübung** der stets gleichen Greiffunktionen im Sinne der normalen Bewegung **unsinnig**.

#### ➤ Beachte

Das ZNS arbeitet **nicht** stereotyp.

Die Fülle der Hantiermöglichkeiten sollte in eine **alltagsoorientierte Therapie** einfließen. Dabei haben besonders die vorhandenen Bewegungsressourcen, aber auch die Gegenstände, die ein Patient zu seiner Selbstständigkeit benötigt, Priorität. Dynamische Stabilität ist dabei vor allem im Rumpf und im Schultergürtel wichtig, die Hand sollte jedoch entsprechend ihrer Funktion an funktioneller Mobilität gewinnen.

#### ➤ Beachte

ADL-Bereiche einsetzen, um sensomotorische Defizite zu therapiieren.

#### ❶ Therapierelevanz

Die Manipulation von Gegenständen geschieht in der Regel unter Augenkontrolle. In der Therapie ist darauf zu achten, dass der Patient den Gegenstand **visuell** erfassen kann. Kriterien wie die Ausrichtung des Gesichtsfeldes (Kopfstellung), evtl. Gesichtsfeldeinschränkungen (Hemi-, Quadrantenanopsie), die Verwendung adäquater Hilfsmittel (Brille), die richtige Sitzposition und der richtige Lichteinfall sind dabei zu beachten.

Bei einer neurologischen Schädigung geht es weniger um die Handkraft, sondern vielmehr um die Verbesserung der **Handfunktionen**. Dabei sollte z.B. der stereotype Einsatz von Therapieknete auf seine Wirksamkeit hin überprüft werden. Bei nicht wenigen Patienten führt die Anwendung zwar zu einer Tonussteigerung der Handmuskulatur, der Transfer zur alltagsrelevanten Umsetzung bleibt jedoch häufig aus.

Eine funktionelle alltagsrelevante Therapie orientiert sich notwendigerweise an alltagsrelevanten Medien, zu denen der Patient einen Bezug herstellen kann, die er in eine Handlung integriert, durch die er seine Selbstständigkeit verbessert und mit

## 8.1 · Hemiplegie

denen physiologische Bewegungen erarbeitet werden können (s. unten Fallbeispiel, Frau M.).

**Handsensorik, Fallbeispiel Frau M.** (Abb. 8.10). Frau M. ist eine 49-jährige Patientin, bei der ein embolischer Mediainfarkt links eine Läsion im Bereich des Gyrus postcentralis (primär somatosensorisches Rindenfeld) herbeiführte. Bei Frau M. bestanden eine leichtgradige Hemiparese rechts sowie starke Sensibilitätsausfälle sowohl im taktilen als auch im propriozeptiven Bereich. Die Sensibilitätsstörung zeigte sich hauptsächlich in den Fingern der rechten Hand. Motorisch bestand eine kompensatorische Tonuserhöhung in der betroffenen rechten Hand. Unter Visuskontrolle konnte Frau M. differenzierte Greifbewegungen ausführen. Frau M. spürte ihre Hand nicht (eigene Aussage, was zudem die Befunderhebung bestätigt), weshalb koordinative Leistungen nur sehr bedingt möglich waren. Im Haushalt schnitt sie sich, wie z.B. beim Kartoffelschälen, häufig in die Finger, oder die Gegenstände, mit denen sie hantierte, glitten ihr aus der Hand. Neben der sensomotorischen Problematik traten während der Therapie häufiger Wortfindungsstörungen auf.

Frau M. kommt selbstständig mit einem öffentlichen Verkehrsmittel zur Therapie. Sie bekommt neben der ergotherapeutischen Behandlung Logopädie und Physiotherapie. Die physiotherapeutische Behandlung findet unmittelbar vor der Ergotherapie statt. In Absprache mit dem behandelnden Physiotherapeuten besteht sein Therapieschwerpunkt in einer Verbesserung der Rumpfstabilität, während die ergotherapeutische Zielsetzung in einer Verbesserung der Handsensorik liegt. Das primäre Ziel von Frau M. liegt



Abb. 8.10. Handsensorik, Fallbeispiel Frau M.

in der Funktionsverbesserung der Hand für den Einsatz im häuslichen Bereich und langfristig in der Wiederaufnahme ihrer beruflichen Tätigkeit als Buchhalterin (Umgang mit der PC-Tastatur).

### Hypothetische Gedanken zum Krankheitsbild

Bei Frau M. (Abb. 8.11) besteht eine Schädigung des primär somatosensorischen Projektionsareals (Gyrus postcentralis, Area 3, 1, 2, s. CT-Bild). Neurophysiologisch schreibt man diesem Areal die kortikale Reizaufnahme der somatosensorischen Sinneseindrücke zu (► Kap. 2 »Sensorische Systeme, Großhirnrinde«), was sich auch mit der Befunderhebung von Frau M. deckt. Durch die primäre Wahrnehmungsstörung der Sinneseindrücke sind stereognostische Leistungen, d.h. das taktile Erfassen bekannter Gegenstände, trotz vieler erhaltener gnostischer Leistungen (sekundär somatosensorisches Assoziationsareal) nicht möglich. Unter Augenkontrolle zeigt Frau M. selektive Greifbewegungen, jedoch besteht dabei eine deutliche Tonuserhöhung (keine Spastik) in der Handmuskulatur. Durch die erhöhte Anspannung der Muskulatur (Muskelspindeln) und den dadurch entstehenden verstärkten Widerstand der Gelenke (Sehnenspindeln) erhält Frau M. einen stärkeren sensorischen Input, wodurch sie die Hand besser spürt bzw. sie ihr stärker bewusst wird.

### Beispiel

Als Vorbereitung beginnt die Therapie mit einer Vibrationsmassage der Handinnenfläche (Daumen- und Kleinfingerballen) sowie der Fingerkuppen. Da sich die Mechanorezeptoren der Hand nur sehr schwer an Vibrationsreize adaptieren, eignet sich die Stimulation sehr gut zur Bewusstseinsverbesserung der Extremität. Zudem stimulieren die Reize auch sehr tiefe Strukturen, wie z.B. die Muskel- und Sehnenspindeln (Verstärkung somatosensorischer Reize). Einerseits verbalisiert Frau M., dass sie ihre Hand wieder

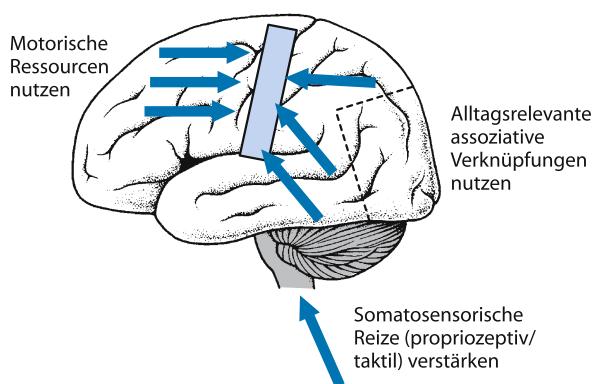


Abb. 8.11. Hypothetische Gedanken zum Krankheitsbild

besser spürt (wahrnimmt), und anderseits zeigt sich eine Reduzierung der Tonuserhöhung in der Hand, wodurch die Hand- und Fingerbewegungen harmonischer ausgeführt werden. Um die hinzugewonnene Handpräsenz funktionell zu nutzen, ordnet Frau M. ohne Visuskontrolle mehrere Kaffebecher (Automatenbecher), die jeweils mit einer unterschiedlichen Menge Therapiesand gefüllt sind, nach ihrem Gewicht zu. Die Therapeutin nutzt dabei das erhaltene motorische Potenzial (Greiffunktionen), um damit die Sensorik zu verbessern. Der Schwierigkeitsgrad kann durch die Anzahl der Becher (2–6 Becher) oder durch die Größe der Gewichtsunterschiede (leicht – mittel – schwer) variieren. Durch die Sandfüllung und die Riffelung der Becher ergibt sich ein hoher propriozeptiver und taktiler Widerstand (Sensorik). Auch das Abschätzen von Gewichten ist eine alltagsrelevante Tätigkeit und wird z.B. bei der Nahrungszubereitung benötigt. Als weitere Steigerung vergleicht Frau M. mit Wasser gefüllte Plastikbecher (Abb. 8.11). Um beim Ergreifen ein Einknicken der Becher zu verhindern, muss Frau M. die Becher dosierter greifen. Die unerwünschte Visuskontrolle wird mit Hilfe einer SoFi-Brille ausgeschaltet. Als Abschluss verteilt Frau M. mit Visuskontrolle die Flüssigkeiten gleichmäßig auf die Becher (Abb. 8.11). Auch hierbei wird durch das automatisierte Abwägen und Einschenken von Flüssigkeiten eine alltagsrelevante Tätigkeit zur Verbesserung der somatosensorischen Leistungen eingesetzt. Die nächste Gartenparty kann kommen!

### Alltagsrelevante Medien

Frau M. bekommt eine Kiste mit verschiedensten alltagsrelevanten Gegenständen, wie z.B. Tuben, Becher, Dosen, Münzen etc., und/oder Objekten aus der Natur, wie z.B. Nüsse, Steine, Tannenzapfen etc., gezeigt. Danach wird die Kiste mit einem Tuch abgedeckt, und Frau M. soll die Gegenstände ertasten (alltagsrelevante assoziative Verknüpfungen nutzen, Abb. 8.12). Um die sprachlichen Defizite, die sich vor allem durch Wortfindungsstörungen zeigen, aufzugreifen, beschreibt Frau M. während des Er-tastens ihre Sinneseindrücke (»hart, weich, schwer, geriffelt« etc.) und benennt die Gegenstände, die ihr am wahrscheinlichsten erscheinen. Die Anforderungen können auch hierbei durch die Anzahl und die unterschiedliche Art der Objekte (Größe, Gewicht, Form) variieren. Wichtig ist, dass Frau M. die Objekte auch erkennen kann. Eine permanente Überforderung führt zu Frustration und Motivationsverlust. Daher kommen zu Beginn Objekte mit größeren spezifischen Unterschieden zum Einsatz (z.B. eine Kaffeetasse und ein Locher etc.). Mit verbesserter Sensorik wurden die Objekte immer ähnlichere, wie z.B. unterschiedliche Geldmünzen.

Nach ca. 1 Jahr wird die Therapie mit dem Ziel der beruflichen Wiedereingliederung auf ein **PC-Training** erweitert. Frau M. bekommt dabei Gegenstände gezeigt (zu Beginn eher bekannte), deren Namen sie schnellstmöglich über die Tastatur auf den PC-Bildschirm übertragen soll. Neben den Therapieinhalten mit dem Ziel der beruflichen Wiedereingliederung (PC) fließen auch klassische ergotherapeutische Handwerkstechniken, wie z.B. Seiden-



Abb. 8.12. Alltagsrelevante Medien

malerei mit Gutta-Technik, Origami etc., in die Therapie ein. Einseitig können durch die Werkmedien die sensorischen Defizite verringert werden, anderseits wächst bei Frau M. durch die Erfolgserlebnisse die Motivation, mit ihrer betroffenen Hand entsprechende Werkstücke zu fertigen.

### Reflexdystrophie

Die verschiedensten Begrifflichkeiten für die Beschreibung der geschwollenen Hand nach einem Apoplex geben einen ersten Hinweis auf die bisher noch unklare und kontrovers diskutierte Pathogenese: z.B. geschwollene Hand, Handödem, Hand-Syndrom, Schulter-Hand-Syndrom, Inaktivitätsödem, Morbus Sudeck, Pseudosudeck, algodystrophisches Syndrom, Reflexdystrophie etc. Am häufigsten findet wohl der Begriff »Schulter-Hand-Syndrom« Verwendung. Da jedoch die Beteiligung der Schulter an der schmerhaften, geschwollenen Hand nur zum Teil gegeben ist und bei gleichzeitigen Schmerzzuständen (Schulter-Hand) der Schulterschmerz meist eine andere Ursache besitzt (s. oben), soll-

## 8.1 · Hemiplegie

te man von dieser Beschreibung Abstand gewinnen. Zudem kann die Symptomatik auch in der unteren Extremität auftreten. Neuere Veröffentlichungen favorisieren eine Beteiligung des N. sympatheticus, was sich u.a. durch eine Hyperhidrosis und eine Dystrophie der Haut und der Fingernägeln zeigt. Sie sprechen dabei von einer reflektorisch-reaktiven, vegetativen Störung, wobei die Begrifflichkeit der Reflexdystrophie wohl am ehesten die Symptomatik beschreibt.

Besonders bei Hemiplegikern besteht durch die Immobilität und Fehlstellung (Palmarflexion) der Hand eine besondere Disposition für die Reflexdystrophie. Man schätzt je nach Literatur eine Auftretenswahrscheinlichkeit zwischen 10 und 45%.

**Faktoren, die eine Entstehung der Reflexdystrophie begünstigen:**

- Immobilität und Fehlhaltung der Hand (Palmarflexion),
- Traumen, wie z.B. durch übersteigerte Stützfunktionen (Dorsalextension), Stürze (Prellungen, Zerrungen, übersteigerte Mobilisation im Finger-Hand-Bereich), Einklemmen der Hand (Rollstuhlspeichen, Bettgitter) etc.,
- Mikrotraumen, z.B. durch Infusionen, Blutentnahme an der betroffenen Hand (vor allem Handrücken), Verbrennungen (Wärmflaschen) etc.,
- falsches Handling von Therapeuten, Pflegekräften, Angehörigen sowie vom Patienten selbst, wie z.B. durch unsachgemäße oder fehlende Lagerung, Mobilisation und/oder Fazilitation.

**Verlauf.** Ein lang anhaltendes Handödem führt zu Kontraktionen und Atrophien, bis hin zum kompletten Funktionsverlust der Hand (Krallenhand). In der frühen Erkennung und der prophylaktischen Intervention liegt daher eine besondere Bedeutung.

Im klassischen Sinn spricht man von **drei Stadien**:

- akutes Stadium,
- dystrophisches Stadium,
- atrophisches Stadium.

Hemiplegische Patienten befinden sich meist im dystrophischen Stadium, wobei das Auftreten akuter Stadien dank der frühen prophylaktischen Maßnahmen deutlich reduziert werden konnte. Dennoch können auch leichtere Fälle, wenn sie nicht frühzeitig erkannt und behandelt werden, zum atrophischen Stadium (Krallenhand) führen.

**Symptome.** Bei der Reflexdystrophie liegen die typischen **Kardinalsymptome einer Entzündung** vor:

- geschwollene Hand (»Tumor«), wodurch die Beweglichkeit der Finger bzw. der Hand stark eingeschränkt wird;
- leichte bis schwere Erwärmung (»Calor«) der Hand (Seitenvergleich);

- lilablaue (marmorierte) Hautverfärbung (»Rubor«) der Hand;
- Schmerzen (»Dolor«) in Fingern, Hand und Unterarm. Die Schmerzen sind von dem eher ziehenden Dehnschmerz zu unterscheiden, wie er u.U. bei der Mobilisation einer Spastik besteht. Die reflexdystrophischen Schmerzen können schon bei kleinsten Bewegungen, bei leichten Berührungen, bei unterschiedlichen Temperaturreizen der Haut und/oder im meist fortgeschrittenen Stadium in Ruhe entstehen. Die Patienten sprechen dabei vielmehr von einem tiefen, brennenden, stechenden und aggressiven Schmerz.

**Immobilität.** Die Inaktivität der Hand führt zum Ausfall der Muskelpumpe, die für Zirkulation der Venen- und Lymphflüssigkeit verantwortlich ist. Die Zirkulationsstörung des lymphatischen und venösen Systems führt zur Bildung eines Ödems im Bereich der Hand und des Handgelenks, was wiederum die Beweglichkeit noch weiter einschränkt. Verstärkt wird dieses Symptom durch äußere Umwelteinflüsse, wie z.B. warmes Wetter, aber vor allem durch ein Herunterhängen der Hand beim Sitzen und Gehen. In diesem Fall muss umgehend der Patient dazu angewiesen werden, seine Hand möglichst oft (beim Fernsehen, Ruhen, Schlafen etc.) relativ hoch – höher als das Herz – zu lagern, da ansonsten ein Funktionsverlust der kompletten Hand (atrophisches Stadium, Krallenhand) eintreten kann. Lymphdrainage und tonusnormalisierende Handlagerungsschienen können unterstützend eingesetzt werden.

**Fehlstellung.** Eine extreme Palmarflexion der Hand, wie sie z.B. bei einer starken Beugespastik auftreten kann, führt zur Kompression der überwiegend auf dem Handrücken verlaufenden Lymph- und Venengefäße. Durch die abnormale Handstellung wird der venöse Abfluss gestört, und die Hand schwollt, im Handrücken beginnend, an.

**Traumen.** Als weitere Ursache kann eine zu frühe und zu starke Belastung der Hand bzw. Handwurzel z.B. als Folge unphysiologischer Stützfunktionen zu einer Traumatisierung führen. Dies kann entzündliche Prozesse nach sich ziehen, die wiederum mit einem Ödem und Schmerzen einhergehen. Die Behandlung muss umgehend erfolgen, d.h. sobald erste Bewegungseinschränkungen, ein Ödem und/oder Schmerzen entstehen (Vorbeugen ist besser als Behandeln).

## Therapie

**Lagerung.** Primär muss schon bei den ersten Anzeichen einer Reflexdystrophie mit einer entsprechenden Lagerung (s. oben) und durch begleitende Maßnahmen, wie z.B. durch eine Lymphdrainage, das Ödem reduziert werden, da die Schwellung das Bewegungsausmaß einschränkt und ei-

■ **Übersicht 8.1: Zusammenfassung der Maßnahmen gegen Reflexdystrophie**

**Akutes Stadium:**

- Lagerung (Hand höher als das Herz),
- Traumen vermeiden (bei der Lagerung, im Rollstuhl, Infusionen, keine Überdehnung etc.),
- Einsatz milder Kälte [Umschläge, Wickel, Gelkissen aus dem Kühlschrank (+5°) evtl. mehrmals täglich],
- Lymphdrainage (nicht an der Hand),
- tonusnormalisierende Handlagerungsschienen (leichte Dorsalextension, um den venösen Abfluss zu verbessern),
- passive, passiv-assistive und aktive Mobilisation im schmerz- und dehnungsfreien Bewegungsspielraum (gewebeschonend).

**Dystrophisches Stadium:**

- Lymphdrainage (mit Beteiligung der Hand),
- passive, passiv-assistive und aktive Mobilisation im schmerz- und dehnungsfreien Bewegungsspielraum (gewebeschonend),
- Anleitung zur schonenden Eigenmobilisation (z.B. Faltgriff in Ruhe, wenn schmerzfrei möglich).

**Atrophisches Stadium:**

- passive, passiv-assistive und aktive Mobilisation im schmerz- und dehnungsfreien Bewegungsspielraum (gewebeschonend),
- manuelle Verfahren,
- Anleitung zur Eigenmobilisation von Muskeln und Gelenken (z.B. Faltgriff in Ruhe, wenn schmerzfrei möglich).

ne übersteigerte Dehnung zur weiteren Traumatisierung der ohnehin geschädigten Strukturen führen würde.

**Tonusnormalisierung.** Um letztendlich jedoch eine Verbesserung herbeizuführen, müssen die Tonusverhältnisse weitestgehend normalisiert werden. Vor allem die Hand- und Fingerextensoren können mangels Tonus den meist pathologisch erhöhten Flexoren kein entsprechendes Widerlager bieten. Ein Aufbau der Extensoren und, damit verbunden, eine Reduktion des Flexorentonus und der Flexionsstellung (Palmarflexion) ist dabei von grundlegender Bedeutung. Die Funktionsanbahnung muss im schmerz- und dehnungsfreien Bewegungsspielraum erfolgen, d.h., Schmerzen und Überdehnung sind auf jeden Fall zu vermeiden. Zur Schmerzreduktion können eine passive Mobilisation im schmerzfreien Bewegungsspielraum der Finger- und Handgelenke (s. Fallbeispiel Herr L.), sowie eine milde Kälteinwendung (nicht kälter als +5°, z.B. Gelkissen aus dem Kühl-

schrank) dienen. ■ **Übersicht 8.1** fasst die Maßnahmen gegen Reflexdystrophie zusammen.

### 8.1.4 Muskuläre Dyskoordination

Innerhalb der neuromuskulären Ausführung einer normalen Bewegung bildet die **Muskelkontraktion das letzte Glied des Bewegungsablaufs**. Die folgenden Muskelbeispiele sollen nicht dazu ermutigen, isoliert in bestimmten Muskeln, Muskelbewegungen oder gar der Muskelkraft zu denken. Nicht der Muskel selbst ist gestört, sondern seine Innervation bzw., dadurch bedingt, seine Funktion. Zudem sind normale Bewegungsabläufe stets von der neuromuskulären Aktivität bzw. vom reziproken Zusammenspiel ganzer Muskelgruppen abhängig. Ergreifen wir z.B. ein Glas Wasser und trinken daraus, muss sich der Tonus (Spannung) der Hand, des Armes etc. Schluck für Schluck permanent durch feinste Adaptionen an das stets leichter werdende Glas anpassen, um die Bewegung erfolgreich auszuführen.

Zudem macht es auch wenig Sinn die Kraft eines Muskels zu üben, da ein Muskel in einer bestimmten Position einen zu niedrigen (Hypo-)Tonus aufweisen kann, während er in einer anderen Position von einem Hypertonus geprägt ist. Beispielsweise weist der M. gluteus medius bei einem Hemiplegiker häufig im Stand eine Abdunktorenschwäche auf, während er beim Beugen des Beines zu einem pathologischen Flexionsmuster (Abduktion, Außenrotation) beiträgt, was wiederum mit einem Hypertonus verbunden ist. Die folgende Beschreibung soll das Verständnis für neuronal bedingte muskuläre Dyskoordinationen wecken, um die Wirkungsweise der Muskeln nicht isoliert, sondern vielmehr funktionell, innerhalb eines Bewegungsablaufs, in ihrer neuromuskulären Aktivität zu verstehen, zu verändern, zu normalisieren und damit zu verbessern.

#### M. iliopsoas

Hemiplegienten befinden sich häufig in der in ▶ Kap. 5, ■ Abb. 5.15, dargestellten Sitzposition. Bedingt durch die mangelnde stabilisierende Verankerung der Hüftflexoren (M. iliopsoas) **gleitet das Becken nach posterior** (Beckenhebung, Rundrücken). Ein Verlust selektiver Beckenbewegung, wie z.B. bei einer mangelnden Sicherung der Hüftbeuger, verhindert die Beckenkippung nach anterior und damit in der weiterlaufenden Bewegung den physiologischen Übergang von der Rumpfflexion zur Rumpfextension (▶ Kap. 5, ■ Abb. 5.16, aufrechte Sitzposition). Zudem entsteht eine Hüftextension, die zu einer pathologischen Extensorenaktivität im gesamten betroffenen Bein (Extensormuster) führen kann.

## M. quadriceps femoris

Sobald sich das Gesäß von der Sitzfläche abhebt (► Kap. 5, □ Abb. 5.17, 5.18) führt der M. quadriceps femoris durch seine konzentrische Aktivität eine Knieextension herbei. Er initiiert dabei für die weiterlaufende Bewegung die Aufrichtung des Körpers im Raum. Eine mangelnde Aktivität des Muskels wirkt der physiologischen Bewegungsausführung entgegen. Der Therapeut kann die Extensorenaktivität in dieser Position überprüfen, indem er den Patienten bittet, mit seinem betroffenen Bein mehrmals kurz auf den Boden zu stampfen, wie z.B.: »Treten Sie mit Ihrem Bein fest auf den Boden, sodass man Sie im Stockwerk unter uns hört.« Gelingt es dem Patienten aufgrund mangelnder Tonusverhältnisse nicht, die Anweisung motorisch umzusetzen, so wird auch der Extensoronus für den physiologischen Transfer vom Sitz zum Stand nicht ausreichen. Die Problematik zeigt sich schon dadurch, dass der Patient **keinen Druck auf die Ferse (im betroffenen Bein) aufbauen kann**. Beispielsweise legt der Therapeut seine Hand oder seinen Fuß unter die Ferse und bittet den Patienten, Druck auszuüben. Dieser bleibt durch die mangelnde Extensorenaktivität in der Sitzposition meist aus.

## M. rectus femoris

Bedingt durch die inaktiven Hüftbeuger (vor allem M. iliopsoas), kommt es häufig zu einer kompensatorischen Hyperaktivität des M. rectus femoris (Kopf des M. quadriceps femoris). Das Muskelrelief tritt dabei am Oberschenkel deutlich zum Vorschein. In seiner **Hauptfunktion ist dieser Muskel ein Kniestrecker und begleitet eher synergistisch die Bewegungen im Hüftgelenk**. Durch seinen **kompensatorischen Einsatz** wird sowohl die konzentrische Hüftflexion (Anteriorbewegung des Beckens, Beckenkippung) bzw. des Rumpfes (Rumpf vor der Crista iliaca) als auch die exzentrische **Hüftextension** (Dorsalbewegung des Beckens, Beckenhebung) bzw. des Rumpfes (Rumpf hinter der Crista iliaca) von einer **Knieaktivität (Streckung/Hebung) im betroffenen Bein begleitet**. Bei der konzentrischen Kontraktion erfolgt neben der kompensatorischen Anteriorbewegung des Beckens/Rumpfes eine Knieextension (Hauptfunktion des Muskels), was zu einer pathologischen Extensorenaktivität im gesamten Bein führen kann. Bei der Rückwärtsbewegung des Beckens/Rumpfes kann sich der Muskel an seinem proximalen Ende (Hüfte) nicht adäquat exzentrisch verlängern und holt sich distal, durch eine Knieextension, die fehlende Länge.

Neben dem schon angesprochenen pathologischen Extensionsmuster bewirkt die Knieextension einen Zug auf die Ischiokruralen (Knieflexoren, Hüftextensoren), was wiederum einer physiologischen Beckenkippung (Hüftflexion) und Anteriorbewegung des Rumpfes entgegenwirken kann.

Die pathologische Aktivität des M. rectus femoris verhindert im Oberkörper selektive Becken- bzw. Rumpfbewi-

wegungen. In der unteren (betroffenen) Extremität führt die Knieextension neben der Tonuserhöhung in den Extensoren zu einer Anteriorbewegung bzw. zu einem Abheben des Fußes, wodurch die USF verloren geht. Beide Faktoren beeinträchtigen die Ausführung physiologischer Bewegungsabläufe. Der Therapeut sollte vor allem die selektive Aktivität der Bauchmuskulatur und der Hüftbeuger (M. iliopsoas) bahnen, um die pathologische Aktivität des M. rectus femoris zu verhindern oder zumindest zu reduzieren. Häufig muss mit dem Muskel, vor allem bei einem längeren kompensatorischen Einsatz, sehr punktuell die exzentrische Verlängerung (evtl. durch Dehnung) angebahnt werden.

## 8.2 Kleinhirnataxie

Der Begriff Ataxie kommt aus dem Griechischen und bedeutet „**Unordnung**“. Man beschreibt damit Koordinationsstörungen, bei denen das harmonische Zusammenspiel der Muskulatur und die Gleichgewichtsregulation gestört sind. Umfang und Geschwindigkeit einer Bewegung verlaufen unkontrolliert, wodurch die Ausführung haltungsmotorischer Bewegungsabläufe (bei Stand- und Gangataxie) und zielmotorischer Bewegungsabläufe (Dysmetrie) unsicher und überschießend wird. Die Tonussituation zeigt sich bei einer Ataxie auf der ipsilateralen Seite zur Kleinhirnläsion hypoton; wobei jedoch durch einen kompensatorischen Haltungstonusaufbau (fixieren) eine Tonuserhöhung (keine Spastik) meist im Sinne von Massenbewegungen resultieren kann. Koordinationsstörungen treten in erster Linie durch Kleinhirnläsionen (s. unten, zerebellare Ataxie) auf, sie können aber auch durch eine Schädigung der Hinterstrangbahnen (s. unten, spinale Ataxie), des Vestibularapparates sowie der Stammganglien entstehen (in Anlehnung an Masuhr).

### Spinale Ataxie

Seine **sensorischen Hauptafferzenzen** bezieht das Kleinhirn

- aus dem Vestibularapparat (**vestibulär**),
- aus den Muskel- und Sehnenspindeln (**propriozeptiv**) und
- über das optische System (**visuell**).

Beim Ausfall einer dieser Sinnesmodalitäten ist das Kleinhirn in der Lage, die mangelnde Empfindung über die anderen Sinnesmodalitäten zu **kompensieren**. So können z.B. Blinde gehen, der Ausfall eines Vestibularapparates durch einen langsam wachsenden Tumor kann lange Zeit unerkannt bleiben. Kommt es jedoch zur stärkeren Schädigung des Sinnessystems oder dem Ausfall mehrerer Sinnesmodalitäten, ist diese kompensatorische Verarbeitung nicht mehr gegeben. Dies führt zu einer Störung der Gleichgewichtsreaktionen, und ataktische Bewegungsabläufe kommen zum Vorschein (**periphere, spinale Apraxie**).

### Beachte

Die spinale (sensible) Ataxie ist durch optische Kontrolle kompensierbar, d.h., bei Augenschluss tritt nahezu immer eine deutliche Verstärkung der ataktischen Bewegungen ein (Delank 2003).

Die gestörte propriozeptive (Tiefensensibilität) Reizverarbeitung führt zur Einschränkung oder zum Verlust der sensiblen motorischen Kontrolle, die Bewegungen werden ausfahrend und überschießend (ataktisch). Da diese Störung nur die Somatosensorik betrifft (vor allem propriozeptiv), kann die Sensorik durch eine andere Sinnesmodalität, wie z.B. die optische Kontrolle, kompensiert werden. Patienten mit einer spinalen Ataxie können sicher gehen, solange die Füße bzw. das Gehen mit den Augen kontrolliert wird. Bei einem Verlust der visuellen Kontrolle (Kompensation), wie z.B. bei Dunkelheit oder beim Augenschließen, tritt die Ataxie wieder auf. Ein ähnliches Erscheinungsbild kann auch aus einer peripheren Schädigung des Vestibularapparates entstehen. Da die spinale Ataxie auf einer Störung der propriozeptiven Reizverarbeitung (Hinterstrangbahn-System) beruht, wird sie auch als sensible Ataxie bezeichnet wird (Poeck u. Hacke 1998). Sie kann somit auch aus einer Läsion des lemniskalen Systems, den spezifischen Thalamuskernen oder dem Gyrus postcentralis (primär somatosensorisches Kortexareal) resultieren. Das Erscheinungsbild der spinalen (sensiblen) Ataxie tritt häufig bei MS oder durch Rückenmarkstumore ein.

### Zerebelläre Ataxie

Bei der **zerebellären Ataxie** handelt es sich um eine Störung der zentralen Verarbeitung (Kleinhirn), wobei die Rezeptoren intakt sind. Die Bewegungsstörungen treten damit auch bei geöffneten Augen auf, d.h., bei geschlossenen im Vergleich zu offenen Augen ergibt sich keine wesentliche Verschlechterung.

Die **zerebellare Ataxie** entsteht durch eine Kleinhirnläsion, wie z.B. durch eine Thrombose der A. basilaris. Es kommt zu einer Störung in der **zeitlichen (Bewegungsgeschwindigkeit)** und **räumlichen (Bewegungsausmaß) Koordination**. Die **reziproke Innervation** in der Abstimmung von der Haltungsmotorik auf die Zielmotorik geht verloren. Die Haltung wird unsicher, schwankend, und die Zielbewegungen können über das Ziel hinausschießen.

Hinweise auf eine mögliche Pathologie ergeben sich daher aus der Analyse der Sitzposition, der Ausführung von Zielbewegungen, dem Stand und dem Gangbild sowie aus Äußerungen des Patienten über Schwindelgefühle.

Bei einer **Rumpfataxie** geht die Innervation der Haltungsmotorik für den freien Sitz verloren. Die Betroffenen zeigen je nach Schwere eine Falltendenz nach allen Seiten. Entsprechendes gilt für die sog. **Standataxie**, bei der der Patienten oft nicht mehr in der Lage ist, mit parallel nebenei-

nander stehenden Füßen (Romberg-Stellung) zu stehen. Bei der **Extremitätenataxie** sind die Beine in der Regel schwerer betroffen als die Arme, da hierbei die stärkeren spinozerebellären Verbindungen bestehen (Poeck u. Hacke 1998). In der unteren Extremität führt dies zu einer ausfallenden Schrittbreite mit ausfahrender Beinbewegung und einem Taumeln zur Seite (**Gangataxie**). Ebenso wirken die Bewegungen in der oberen Extremität überschießend (**Dysmetrie**) und verwackelt, was sich mit der Zielannäherung verstärkt (Intensions- bzw. Aktionstremor). Das Schriftbild erscheint im Gegensatz zur Mikrographie bei einer Basalganglienstörung (Parkinson) ausschweifend und verwackelt (**Makrographie**).

Ein weiteres typisches Symptom einer Kleinhirnataxie ist das fehlende **Rebound-Phänomen**. Beim Rebound-Phänomen wird das rasche Abbremsen einer Bewegung überprüft. Der Patient wird aufgefordert, seinen Arm gegen den Widerstand des Untersuchers zu beugen, worauf der Untersucher den Arm plötzlich loslässt. Der Gesunde reagiert schon nach wenigen Zentimetern mit einem reflektorischen Rückstoß (Rebound), der den Arm in die Ausgangsposition zurückführt. Bei einer zerebellären Schädigung ist der plötzliche Innervationswechsel zwischen Agonist (Beuger) und Antagonist (Strecker) gestört, und die physiologische Korrekturbewegung bleibt aus bzw. wird stark eingeschränkt. Dies kann so stark sein, dass der Untersucher mit seiner zweiten Hand den Patienten davor bewahren muss, sich selbst gegen den Körper zu schlagen. Der fehlende Rückstoß wird als **positives Rebound-Phänomen** bezeichnet. Beim Halteversuch mit ausgestreckten Armen erfolgt meist ein kurzes Anheben der Arme (positives Rebound) mit darauf folgendem Absinken durch die Hypotonie. Schwankt ein Patient, fixiert er sich schon im Sitzen an der Bettkante oder führt stark ataktische Zielbewegungen mit den Armen aus, wird auch für den Ungeübten schnell die Ataxie ersichtlich.

Die **Befunderhebung** sollte daher neben der Schwere der Bewegungsstörung, die von einer ausgeprägten bis zu einer dezenten Ataxie variieren kann, vor allem die Motorik mit den größten Einschränkungen erfassen. Zudem spielt die Beeinträchtigung der Alltagssituationen eine wesentliche Rolle. Aus funktioneller Sicht steht die physiologische Bewegungsausführung mit den geringstmöglichen Kompressionsstrategien im Vordergrund. Da aber jede Funktionsstörung eine Kompensation beinhaltet, steht der funktionellen Zielsetzung häufig das Erreichen der größtmöglichen Selbstständigkeit im Alltag entgegen. Beide Faktoren sollten daher als Zielschwerpunkt in die Therapieplanung einfließen und im interdisziplinären Team abgeklärt werden.

Bei einer **ausgeprägten Ataxie** ist der Patient überwiegend auf eine Hilfsperson und/oder starke Kompensationsmechanismen angewiesen, wie z.B. beim Lagern, beim

## 8.2 • Kleinhirnataxie

Transfer vom Liegen zum Sitz, beim Sitz und bei der Fortbewegung. Patienten mit einer **diskreten Ataxie** hingegen sind unter Einsatz dezentrer Kompensationsmechanismen weitgehend selbstständig. Die **Zielsetzung** liegt daher bei der ausgeprägten Ataxie eher in einem kontrollierten Kompensationstraining zum Erreichen der Selbstständigkeit, wohingegen bei der dezenten Ataxie der funktionelle Aspekt im Sinne einer physiologischen Bewegungsausführung im Vordergrund steht.

Trotz der häufig bestehenden Hypotonie ist die Symptomatik jedoch nicht auf die fehlende Muskelkraft zurückzuführen, sondern in einer Störung des Zusammenspiels der innovatorischen Vorgänge zu sehen.

### Beachte

**Ein Krafttraining wird die Ataxie nicht verringern. Es fördert vielmehr die Kompensation und damit eine unphysiologische Tonuserhöhung, was wiederum der Ausführung selektiver Bewegungsabläufe entgegenwirkt.**

Die Befunderhebung und Therapie der Extremitäten sollten in einer Position durchgeführt werden, in der der Patient nicht mit seiner Rumpfinstabilität kämpft. Bei einer man gelnden Rumpf- oder Standkontrolle macht es keinen Sinn, die Ziel- und Greiffunktionen der Arme im Sitzen oder gar im Stehen zu überprüfen.

Es gibt eine Reihe von Tests, die bei einer Kleinhirndiagnose positiv sind. Allerdings darf man nicht zwingend von einem positiven Testergebnis auf eine Kleinhirnläsion schließen, da eine Ataxie auch durch andere Läsionen wie z.B. im Rückenmark oder eine periphere Schädigung entstehen kann bzw. auch mehrere Ataxieformen, wie z.B. bei MS eine spinale und zentrale Ataxie, gleichzeitig bestehen können.

### 8.2.1 Rumpfataxie

Die proximale Stabilität des Rumpfes ermöglicht die distale Mobilität der Extremitäten. Die Befundung des Rumpfes wird daher immer zuerst durchgeführt (von proximal nach distal). In der Rückenlage sind die Anforderungen an den Haltungshintergrund zu gering, um die ataktische Bewegungsstörung des Rumpfes richtig zu erkennen und zu verbessern. Wesentlich klarer und Erfolg versprechender ist die Einnahme der **vertikalen Sitzposition**, wobei sich die Art der Unterstützung an den Fähigkeiten des Patienten orientiert. Dies kann vom angelehnten Sitz (am Therapeuten, an der Wand, an einer erhöhten Stuhllehne) mit auf dem Boden aufgestellten Füßen bis zum freien Sitz ohne Bodenkontakt der Füße (mit/ohne Armstütze) oder dem Sitz auf einer mobilen Unterlage (Pezziball/Wackelbrett) variieren.

Der **Übergang vom angelehnten zum freien Sitz** kann unter dem Einsatz der Arme geschehen. Der Patient stützt sich vorab auf beide Arme. Gelingt dies, erhält der Patient einen Handlungsauftrag, z.B. ein Solitärspiel, das er mit einem Arm (oder abwechselnd) ausführt und damit den Stütz auf den verbleibenden Arm erhöht. Als Steigerung können beide Arme für die Tätigkeit eingesetzt werden, woraus der freie Sitz resultiert.

### Beispiel

Der Patient sitzt mit auf dem Boden aufgestellten Füßen – nach Möglichkeit frei – auf der Therapiebank. Der Untersucher beobachtet, ob der Patient Schwankungen und/oder Fallneigungen in bestimmte Richtungen zeigt. Die Anforderungen an die Rumpfaktivität werden durch das Hochfahren der Therapiebank (verringerte USF) gesteigert. Zudem kann man den Patienten auffordern, seine Arme auszustrecken. Durch die ventralen Armgewichte erfolgt ebenfalls eine Anforderungserhöhung an den Haltungshintergrund. Die Ausgangsstellung sollte aus Sicherheitsgründen (bei bestehender Falltendenz) und um die vorhandenen Fähigkeiten auszuloten, vom Einfachen zum Schweren ausgewählt werden.

**Rebound-Phänomen (Rückstoßphänomen) im Rumpf.** Der Patient sitzt mit auf den Boden aufgestellten Beinen auf der Therapiebank und wird aufgefordert, seinen Rumpf nach hinten, gegen den Widerstand des Untersuchers zu drücken. Der Untersucher gibt dorsal mit seiner zwischen den Schulterblättern des Patienten aufgelegten Hand den Widerstand. Beim plötzlichen Wegfall des Widerstandes stabilisiert sich der Gesunde durch einen kurzen Rückstoß in seiner Ausgangsstellung. Ein fehlender Rückstoß führt zu mehrmaligen, fast federnden Ausrichtungsversuchen, die so stark sein können, dass der Patient auf die Bank oder den Boden stürzen würde (s. unten Sicherheitshinweis). Ebenso kann der Untersucher den Widerstand ventral in Höhe des Sternums ansetzen, und der Patient drückt nach vorn. Der Widerstand des Untersuchers darf nicht zu stark ausfallen, da schwer betroffene Patienten schon durch einen verhältnismäßig geringen Widerstand einen Befund zeigen. Zudem muss sich der Untersucher aus Sicherheitsgründen so positionieren, dass er den Patienten bei einem fehlenden bzw. positiven Rebound abfangen kann und damit ein mögliches Zu-Boden-Stürzen verhindert.

**Exkurs, Rumpfbewegung.** Die vertikale Sitzposition, d.h. der aufrechte Sitz, bildet keine starre Fixierung. Sie ist vielmehr ein permanentes, minimales Kreisen und Finden der Körpermitte (Symmetrie) zur dynamischen Stabilisation des Körperschwerpunktes im Sinne von Equilibriumreaktionen (► Kap. 5 »Normale Bewegung, Gleichgewichtsreaktionen«). Dabei besteht in der vertikalen Rumpfposition über dem Becken (körpereigene USF) die größte Anforderung an die reziproke Innervation zwischen der ventralen und dorsalen Rumpfmuskulatur. Der permanente agonistisch/antagonistische Wechsel zwischen der ventralen Bauch-

muskulatur und dorsalen Rückenmuskulatur stellt für die meisten neurologisch erkrankten Patienten eine große Herausforderung dar (► Kap. 5 »Normale Bewegung, Rumpfaktivität«).

## Therapie

### Beachte

Um die Körpermitte zu finden und zu behalten, müssen wir uns um die Körpermitte bewegen.

Die Rumpfbewegungen führen, vom Körperschwerpunkt (vertikaler Sitz) ausgehend, in einer Bewegung nach vorn, wieder zurück (Umwendbewegung) in die Mitte, nach hinten und wieder zur Mitte (**Sagittalebene**). Danach folgen die Bewegungen zur Seite (**Frontalebene**). Als höchste Anforderung erfolgen Bewegungen in der **Transversalebene**, d.h. Rotationsbewegungen des Rumpfes. Die wichtigsten Stabilisationspunkte bilden dabei das Becken und der obere Rumpf (ZSP). Das Bewegungsausmaß richtet sich nach den Fähigkeiten des Patienten, wobei Kompensationsbewegungen stets als Zeichen einer Überforderung zu sehen sind.

Zeigt der Patient Schwankungen oder Falltendenzen in eine bestimmte Richtung, so muss der Therapeut seinen Schwerpunkt auf die Verringerung bzw. Beseitigung dieser Symptomatik legen.

## Sagittalebene

### Beispiel

Ein großes Solitärspiel wird auf einem höhenverstellbaren Therapietisch so platziert, dass sich der Rumpf durch das Ergreifen der Holzstäbe in den gewünschten Raumebenen bewegt. Die geringste Anforderung stellt dabei die Sagittalebene (Rumpfextension/-Flexion) dar. Dabei geht der Arm nach vorn oben (Rumpfextension), um einen Holzstab aus dem Spielbrett zu ergreifen, um ihn nach unten hinten (Rumpfflexion) in eine Kiste zu legen. Der Einsatz der Arme erfolgt abwechselnd. Es können auch beide Arme gleichzeitig einen Gegenstand, wie z.B. einen Ball, oben ergreifen (symmetrische Rumpfausrichtung) und ihn nach unten ablegen.

Ataktische Patienten **kompensieren bei Überforderung** meist durch eine Fixation in ein **Extensionsmassenmuster** von WS und Kopf mit retrahierten Schultern (dorsales Hochziehen) oder in ein komplettes Flexionsmuster (Kopf und WS) durch eine Fixation im flektierten Hüftgelenk mit adduzierten Beinen. Beides wirkt selektiven Bewegungsabläufen zwischen dem oberen Rumpf und dem Becken entgegen, welche jedoch die Grundlage zur Erarbeitung der weiteren Raumebenen bilden. Der Verlust der proximalen Stabilität behindert bzw. verhindert die Ausführung koordinierter distaler Bewegungen. Der Therapeut muss daher die Unterstützungsfläche und/oder seine Unterstüt-

zung vergrößern und/oder die räumlich/zeitliche Zielvorgabe reduzieren, um die Kompensation zu verringern und damit die selektive stabilisierende Rumpfaktivität zu verbessern. Mit dieser Übung kann neben der Rumpfstabilität auch der spätere Transfer »vom Sitz zum Stand« vorbereitet werden.

## Frontalebene

In der Frontalebene greift der Patient im Sinne der seitlichen Rumpfstellreaktionen mit seinem ausgestreckten Arm (Abduktion, Außenrotation) seitlich oben einen Holzstab. Er wechselt den Stab innerhalb der Körpermitte (Finden der Körpermitte, Körperschwerpunkt/Haltung) in die andere Hand, um ihn ebenfalls in eine zur Extremitätenseite seitlich oben platzierte Kiste zu legen. Das weiträumige seitliche Nach-oben-Greifen bedingt eine stabilisierende Lateralflexion (agonistische Aktivität) auf der dem Greifarm kontralateralen Rumpfseite. Eine Steigerung bietet die Ausführung ohne den Bodenkontakt der Beine. Die Beine werden dabei als Gegengewicht zur Rumpf- bzw. Armbewegung eingesetzt. Für das ZNS muss die Notwendigkeit zur Ausführung einer Rumpfstellreaktion bestehen (SG bleiben in einer nahezu horizontalen Line). Eine motorische Überforderung zeigt sich durch kompensatorische Bewegungsmuster, wie z.B. durch einen instabilen Rumpf (SG) oder Hochziehen der SG (Rumpffixation), die der Verbesserung der Stellreaktionen entgegenwirken. Die Übung (Lateralflexion) dient unter anderem dem seitlichen Transfer vom Liegen zum Sitz. Die räumliche Erweiterung der Zielvorgabe z.B. des rechten Armes, wodurch der Stütz des linken Armes neben der rechten Gesäßhälfte notwendig wird, kann den Übergang zur Transversalebene einleiten.

## Transversalebene

### Beispiel

In der Ausgangsstellung der Transversalebene sitzt der Patient im sog. **Rotationssitz** auf der Ecke der Therapiebank. Rotationsbewegungen resultieren stets aus dem harmonischen Zusammenspiel (reziproke Innervation) zwischen der ventralen (Flexoren) und dorsalen (Extensoren) Rumpfmuskulatur. Die Beine (Knie) befinden sich jeweils, von der Ecke aus gesehen, an der rechten und linken Bankkante, sodass sich zwischen den Oberschenkelinnenseiten und den Bankkanten ein Quadrat auf der Therapiebank bildet. Die Bancke entspricht in der Ausrichtung der Körpermittellinie. Beim Ergreifen der Holzstäbe rotiert der Patient mit seinem mobilen oberen Rumpf gegen den stabilen unteren Rumpf (Becken). Die Rumpfrotation verbessert u.a. den physiologischen Transfer von der Rücken- zur Seitlage, die Gegenrotation beim Gehen etc. Bei entsprechender Rumpfstabilität sollte der Therapeut Alltagssituationen wie das Waschen, das An- und Ausziehen des Oberkörpers etc. in die Therapie integrieren. Zum einen verbessert es die Selbstständigkeit des Patienten, und zum anderen

## 8.2 • Kleinhirnataxie

muss der Patient dabei Gewicht auf die Beine übernehmen, was als Vorbereitung für den späteren Stand dienen kann.

### Einsatz der ADLs

Durch die adäquate Positionierung des Solitärspiels oder ähnlicher Medien kann der Therapeut den selbstständigen Transfer von der Rückenlage über die Seitlage zum Sitz, zum Stand sowie das Gehen verbessern. Bei größeren Stabilitätsstörungen des Rumpfes kann der Therapeut die Ausführung ventraler Rumpfbewegungen durch einen **taktile Widerstand** am Sternum und bei dorsalen Rumpfbewegungen durch einen Widerstand zwischen den Schulterblättern begleiten. Der Widerstand sollte dabei als sensorischer Reiz gesehen werden, der die Bewegungsausführung für den Patienten erleichtert. Er darf dabei nicht zu hoch sein und den Bewegungsablauf verhindern, wodurch sich kompensatorische Bewegungsmuster verstärken oder als kompensatorische Stütze dienen.

### Kompensation

Durch die Position des Standes (Verringerung der USF) steigen sich die Anforderungen an den Haltungshintergrund. Eine fehlende oder gestörte Rumpfstabilität wird häufig, wie im vertikalen Sitz, durch eine **Fixation** des Schultergürtels und/oder des Beckens kompensiert. Bei der Schulterfixation ziehen die Patienten ihre Schultern nach kranial zum Ohr und fixieren den Rumpf durch ein extensorisches Kompensationsmuster, um das Sitzen bzw. das Stehen zu ermöglichen. Funktionsstörungen sind immer mit kompensatorischen Bewegungen verbunden. Sie führen zu einer unphysiologischen Tonuserhöhung, wodurch sie das Potenzial selektiver Bewegungen einschränken. Es ist daher wichtig, die Kompensation zu erkennen und die Bewegungsvorgaben so einzusetzen, dass sie die Kompensation verringern oder verhindern.

#### Beachte

**Das Mögliche verlangen und nicht das Unmögliche.**

Der Übergang zwischen einer funktionellen und einer kompensatorischen Bewegung ist fließend. Eine Fixation des Schultergürtels verhindert beispielsweise bei einer Gewichtsverlagerung des Rumpfes die Ausgleichsbewegung der Arme, die Rumpstellreaktionen (► Kap. 5 »Normale Bewegung, Gleichgewichtsreaktionen«) oder das Pendeln der Arme als rotatorisches Gegenlager beim Gehen. Während der Therapeut beim zerebral geschädigten Patienten, wie z.B. beim Hemiplegiker, auf **assoziierte Reaktionen als Zeichen** einer Überforderung achtet, ist es beim ataktischen Patienten die **kompensatorische Fixation**.

### 8.2.2 Standataxie

#### Befund

Zur Überprüfung des Standes wird der **Romberg-Stand** verwendet. Hierbei soll der Patient mit zusammengestellten Füßen, zuerst mit offenen, dann mit geschlossenen Augen ruhig stehen. Wird die Position ohne Auffälligkeiten eingenommen, kann die Befundung durch das Ausstrecken der Arme oder das Voreinanderstellen der Füße (Romberg-Tandem) gesteigert werden. Beobachtet werden die Möglichkeit (physiologisch oder unphysiologisch) oder Unmöglichkeit des Standes sowie Falltendenzen oder Schwankungen in die stets gleiche (z.B. Störung des Vestibularapparates) oder in verschiedene Richtungen.

#### i Therapierelevanz

Der vertikale Stand bildet in gleicher Weise wie der vertikale Sitz keine fixierte starre Grundstellung, sondern ist eine **dynamische Stabilisation des Körperschwerpunktes** um die Körpermittellinie (Symmetrielinie, körpereigene USF). Dieser Vorgang erfordert von der Haltungsmotorik ein permanentes Suchen und Finden des Körperschwerpunktes, um die Stabilisation der Körperhaltung im freien Raum zu gewährleisten (s. Rumpfataxie). Im Stand steigt im Gegensatz zum Sitz, bedingt durch die Verringerung der Unterstützungsfläche, die Anforderung an den Haltungshintergrund. Das reziproke Zusammenspiel der ventralen und dorsalen Körpermuskulatur ist bei der Gewichtsverlagerung aus bzw. in oder genau über dem Körperschwerpunkt am größten.

#### Beispiel

**Selbsterfahrung.** Die Steigerung des normalen Standes mit Fußsohlenkontakt ist der Zehstand (Verringerung der USF). Wir stellen uns auf die Zehenspitzen und versuchen, mit unserem Körper eine möglichst ruhige Haltung einzunehmen. Man wird sehr schnell (mehr oder weniger) dezente Schwankungen spüren (**permanentes Suchen und Finden des Körperschwerpunktes**), die durch minimalste tonische Anpassungsreaktionen zwischen der ventralen und dorsalen Körpermuskulatur reguliert werden (► Kap. 5 »Equilibriumreaktionen«). Diese tonisierende Feinabstimmung im ständigen Wechsel zwischen agonistischer und antagonistischer Aktivität der großen Muskelgruppen bzw. ihre ineinander überfließende Kontraktion bildet die stabilisierende Grundlage für den physiologischen Haltungshintergrund.

#### Krankheitstypische Erscheinungsbilder der Körperhaltung (grobe Einteilung)

Die Haltung des Parkinson-Patienten zeigt sich, bedingt durch die dominierende Flexorenaktivität, in einem Flexionsmuster. Der Kopf, die WS, die Hüfte und Knie befinden sich in einer mehr oder weniger leichten Flexionsstellung (► Kap. 4 »4. SMRK«).

Das Standbild des Hemiplegikers hingegen ist mit Ausnahme der Arme in der Regel durch einen erhöhten Exten-

sorentonus (Tonus gegen die Schwerkraft) geprägt. Um ein Gegengewicht gegen die extensorische Rumpfaktivität zu schaffen, wird dabei der Oberkörper nach ventral verlagert. Hierdurch entsteht trotz bestehendem Extensionstonus eine Flexion Hüftgelenk. Bei einem **ataktischen Patienten** spielt weniger die tonische Situation als solche eine Rolle, sondern vielmehr das räumliche und zeitliche Zusammenspiel (reziproke Innervation) der jeweiligen Muskelgruppen. Dies zeigt sich unter anderem darin, dass die Patienten mit ihrer defizitären Haltungsmotorik je nach Ausgangslage, sowohl in das Flexions- als auch in das Extensionsmuster tendieren, zudem zeigen sich Stabilitätsdefizite zur Seite. Eine Ataxie ist nicht durch eine abnorme hohe Tonussituation geprägt, sondern zeigt sich mit Ausnahme der kompensatorischen Tonuserhöhung eher durch eine **zentrale Hypotonie**.

## Therapie

8

Der Transfer vom Sitz zum Stand sowie der Stand selbst verlangt von schwachen Patienten eine hohe konditionelle Energie. Um eine Überforderung des Patienten zu vermeiden, sollte die Standposition zumindest zu Therapiebeginn, bis der Therapeut den Patienten kennt und seine Fähigkeiten einzuschätzen vermag, mit Maß und Ziel eingesetzt werden. Dabei sollte die Rumpfaktivität den Positionswechsel zulassen. Kommt es im Stand zur Verstärkung der kompensatorischen Bewegungsmuster sollte die Anforderung an die Haltungsmotorik wieder reduziert werden. Zudem ist, vor allem bei ersten Stehversuchen, die Kreislaufsituation abzuklären.

## Stehen am Stehtisch

Trotz des hohen Nutzens zur Vigilanzsteigerung und zur Kontrakturprophylaxe ist der therapeutische Stehtisch immer mit einer Fixation bzw. einem Einzwängen des Patienten in eine Maschinerie verbunden. Zudem wird das therapeutische Ziel der alltagsrelevanten Funktionsverbesserung nur begrenzt erfüllt. Bei der Benutzung sollte der Patienten darauf vorbereitet werden (Sinn und Zweck erklären), und die Standposition sollte in eine Handlung mit den oberen Extremitäten integriert werden. Der Stehtisch bietet dennoch weniger Möglichkeiten und Flexibilität für Therapeuten und Patienten als der unterstützende Stand im Raum.

## Beispiel

Bei sehr schwer betroffenen Patienten, die Schwankungen und Falltendenzen nach allen Richtungen zeigen, bietet sich eine Zimmerecke für erste Stehversuche an. Der Patient wird mit dem Rücken zur Ecke positioniert und erfährt durch die seitliche Begrenzung der Wände einen verstärkten sensorischen Input, Unterstützung und Sicherheit.

Vor dem Patienten positioniert sich der Therapeut. Er sichert mit seinen Knien die Knie des Patienten. Hierbei ist darauf zu achten, dass sich die Knie des Patienten nie in einer endgradigen Extensi-

on (Überstreckung) befinden. Mit einer Hand stabilisiert der Therapeut das Becken, mit der anderen den ZSP am Sternum des Patienten. Die Füße stehen etwas vor dem Becken was eine evtl. Überstreckung der Knie verhindert. Häufig gibt eine etwas größere Spurbreite (Vergrößerung der USF) mehr Sicherheit. Ebenso kann sich der Patient zu Beginn mit seinen Händen an den Schultern des Therapeuten stabilisieren. Die Anfangshilfen sollten sich jedoch mit zunehmender Sicherheit des Patienten reduzieren. Zuerst eine Hand, dann die zweite und evtl. eine Positionierung der Füße auf Hüftbreite.

## Kompensation

Kompensiert der Patient durch eine Fixation der Schultern und des Kopfes (Extensorenmuster), wird er verbal gebeten, die Schultern zu lockern, wie z.B.: »Legen Sie Ihre Schultern auf den Rumpf.« Um die Kopfmobilität zu verbessern, soll der Patient Blickkontakt (in alle Richtungen) zu verschiedenen Gegenständen im Raum oder aus dem Fenster aufnehmen. Bei einer Kompensation in der Hüfte mit einem Flexionsmuster wird der Patient gebeten, sich aufzurichten, um mit beiden Schulterblättern die Wand zu berühren. Es ist darauf zu achten, dass man nicht aus einem kompensatorischen Flexionsmuster in das kompensatorische Extensionsmuster verfällt oder umgekehrt. Gelingt der Abbau des Extensionsmusters an der Wand nicht, so können die Stehhilfen von ventral, z.B. durch eine hochgefahrenen Therapiebank mit einem Lagerungsklotz, angeboten werden. Als Steigerung zur Zimmerecke kann die flache Wand, evtl. mit einer Eckbegrenzung zur Fallseite, gesehen werden. Ziel der Übung ist jedoch stets die Eroberung des freien Raumes. Die Gewichtsübernahme auf die Fußsohle (Standbein) spielt nach dem Abbau der Kompensationsmechanismen in Schulter und Becken die dominierende Rolle. Bei Vorfußbelastung reagieren Patienten häufig mit einer überschüssigen Kontraktion der Plantarflexoren (M. soleus et M. gastrocnemius), wodurch z.T. das Kniegelenk überstreckt wird. Diesem kann man entgegenwirken, indem man in Schrittstellung das vordere Bein auf eine weichere Unterlage, wie z.B. eine Weichbodenmatte oder ein Trampolin, platziert. Durch die weiche Unterlage verringert sich der Druck auf den Vorfuß, wodurch das Bein langsam auf die Gewichtsübernahme vorbereitet werden kann.

## Beispiel

**Position Wand.** Der Patient steht mit dem Rücken an der Wand, die Schultern und das Gesäß lehnen dorsal an der Wand an. Die Füße stehen etwas vor dem Becken, und die Arme hängen seitlich am Körper. Der Patient bekommt den Bewegungsauftrag, Becken, Rumpf und Kopf gleichzeitig von der Wand weg zu bewegen und das Gewicht auf die Beine zu übernehmen. Die Übung fördert selektive Bewegungen vor allem von den **Fußhebern** (M. tibialis anterior, Punctum mobile und Punctum fixum werden im oberen Sprunggelenk vertauscht) und der Hüftgelenksmusku-

## 8.2 · Kleinhirnataxie

latur. Je weiter die Füße vor das Becken platziert werden, umso höher wird die Bewegungsanforderung.

**Steigerung der Übung.** Sie besteht in der Anbahnung normaler Gleichgewichtsreaktionen und der kontrollierten Gewichtsübernahme in der Abrollphase (Standbein). Der Therapeut führt das Becken nach ventral zur Vorfuß- und Zehenbelastung, wodurch die Fersen den Bodenkontakt verlieren. Dabei sollte der Patient seinen Rumpf sowie die Arme als reflektorisches Gegengewicht nach dorsal bewegen.

Bei einer Beckenbewegung nach dorsal (gegen die Wand) wird die Ferse belastet, und die Zehen verlieren den Bodenkontakt. Der Rumpf sowie die Arme bewegen sich reflektorisch nach vorn. Zwischen den Phasen der Fersen- und Vorfußbelastung kann die Standposition (Finden des Körperschwerpunktes) eingenommen werden. Zur Verbesserung der Abrollphase und als Vorbereitung für das Gehen sollte jedoch nach Möglichkeit die Bewegung von der Ferse- bis zur Vorfußbelastung als Ganzes ausgeführt werden. Zu Beginn ist dabei ein eher geringer Bewegungsausschlag zu wählen. Der Therapeut unterstützt am Becken, am zentralen Schlüsselpunkt sowie den reflektorischen Einsatz der Arme, um die Bewegung möglichst physiologisch zu gestalten (► Kap. 11.8 »Fallbeispiel Hr. M.«).

Menschen mit einem großen Oberkörper müssen dabei weniger Rumpfgewichte aufbringen als Menschen mit einem kleinen Oberkörper, d.h., der reaktive Bewegungsausschlag des Rumpfes ist geringer.

### Gewichtsübernahme auf dem Standbein

#### Beispiel

Der Therapeut fordert den Patienten auf, mit seinem linken Bein auf die Zehenspitze zu gehen. Die Entlastung des linken Beines bedingt die Gewichtsübernahme des rechten. Die Übung kann gesteigert werden, indem der Patient eine imaginäre Zigarette mit dem linken Bein austritt, das linke Bein auf eine Erhöhung stellt (je höher umso größer die Gewichtsübernahme rechts), es nach vorn und nach hinten (Sagittalebene) oder vom Körper weg bzw. zum Körper hin (Frontalebene) zu verschiedenen Zielen bewegt (Koordination). Ferner können Ballspiele, von einem Softball ausgehend mit zunehmendem Ballgewicht und zunehmender Ballgeschwindigkeit, ausgeführt werden (► Kap. 11.7 »Fallbeispiel Hr. K.«).

Bei der Gewichtsverlagerung zur Seite ist unbedingt auf die adäquate Ausführung der Kopf-, Rumpf- und Extremitätenstellreaktion zu achten, d.h., die rechte Rumpfseite verlängert sich bei der Gewichtsübernahme, und die linke Rumpfseite verkürzt sich stabilisierend in einer Lateralflexion (konkav). **Die Schultergürtel liegen dabei auf dem Rumpf auf und bilden eine horizontale (waagrechte) Linie**, und der Kopf bleibt symmetrisch im Raum ausgerichtet. Das Stand-

bein stabilisiert abduktoriisch das Anheben der linken Beckenseite zur Lateralflexion. Bei der weiteren Verschiebung des Körperschwerpunktes über das rechte Standbein bilden die linksseitigen Extremitäten (Arm, Bein) das abduktoriische Gegenlager (► Kap. 5 »Normale Bewegung, Gleichgewichtsreaktionen«). Dies geschieht bis die Gewichtsverlagerung nicht mehr durch Stellreaktionen ausgeglichen werden kann und ein Schutzschritt (Stützschritt) des linken Beins über das rechte Bein die USF in Richtung der Gewichtsverlagerung vergrößert (Vorsicht: Sturzgefahr). Eine kompensatorische Fixation der rechten gewichtsübernehmenden Rumpfseite, d.h. eine Lateralflexion rechts (SG sind nicht mehr horizontal ausgerichtet), führt zum Verlust der Rumpfstabilität.

#### Beispiel

**Selbsterfahrung.** Um die Rumpfstellreaktion und die damit verbundene agonistische Lateralflexion der dem Standbein gegenüberliegenden Rumpfseite zu spüren, bietet sich der Einbeinstand an. Durch das Anheben des Beines zieht das Becken nach kranial, wobei sich die ipsilaterale Rumpfseite agonistisch verkürzt (Lateralflexion) und die kontralaterale Rumpfseite reaktiv verlängert. **Die agonistische Lateralflexion bietet den ipsilateralen Halt für das Anheben des Beingewichtes, wobei das gegenüberliegende Standbeinbecken das kaudale Absinken des Spielbeinbeckens abduktoriisch verhindert** (Mm. gluteus medius et minimus, M. tensor fasciae latae). In dieser Stellung ist der Kopf symmetrisch ausgerichtet (Kopfstellreaktion), und die Schultergürtel bilden eine nahezu horizontale Linie (Rumpfstellreaktion). Führen wir jetzt aktiv eine Verkürzung (Lateralflexion) auf der eigentlich verlängerten Standbeinrumpfseite aus, verlieren wir deutlich an Rumpfstabilität, was dem Stabilitätsverlust durch eine kompensatorischen Rumpfverkürzung beim Patienten entspricht.

### Kontrollmittel der Gewichtsübernahme

Häufig werden Personenwaagen zur Kontrolle der Gewichtsübernahme eingesetzt. Die Gewichtsübernahme der Beine vollzieht sich normalerweise als automatisierter (Bottom-up-)Prozess, der in der Regel nicht dem Bewusstsein unterliegt (► Kap. 6 »Neuropsychologie, bewusste und unbewusste Verarbeitung«). Die Skala der Personenwaage sollte daher nur zur Kontrolle und nicht zur Ausführung der Gewichtsübernahme verwendet werden. Eine Ausnahme bildet der Ausfall der propriozeptiven Sensorik wie z.B. bei der spinalen Ataxie. Die Gewichtsübernahme muss hierbei durch kompensatorische, kognitive (Top-down-)Prozesse übernommen werden.

#### Beispiel

Möchte man das rechte Bein stärker beladen, bittet man den Patienten, sein linkes Bein auf die Personenwaage zu stellen. Je höher das linke Bein positioniert wird (z.B. auf einem Hocker), desto mehr Gewicht muss das am Boden stehende rechte Bein, als

Standbein, abduktorisch stabilisieren (adduktore Hemmung im Standbein).

Ist eine gewisse Stabilität im Stand erreicht, sollten unbedingt funktionelle Inhalte zur Verbesserung der Alltagsfunktionen, wie beispielsweise das Ankleiden des Oberkörpers, das Zubereiten von Nahrung oder handwerkliche Techniken, das Ein- und Ausräumen von Gegenständen in einem Regal etc., eingesetzt werden.

### Übergang vom Stand zum Gang

Ein Gangzyklus gestaltet sich von dem Aufsetzen der Ferse zur Standbeinphase über das Abheben der Zehen zur Schwungbeinphase bis zum erneuten Fersenkontakt eines Beines. Die Standbeinphase bildet dabei ungefähr 60% der Bewegung, was einer Schwungbeinphase von 40% entspricht. Demzufolge besitzen bei ca. 20% der Gehbewegung beide Beine Bodenkontakt, was als Doppelstand bezeichnet wird (► Kap. 5 »Normale Bewegung, Gangschule«). Während sich das Becken (mit dem Rumpf) beim Gehen nach anterior bewegt, findet ein Wechsel vom hinteren zum vorderen Standbein statt.

#### Beispiel

Der Patient geht in die Schrittstellung, der hintere Fuß erfährt dabei die größere Belastung. Dabei ist abzuwegen, ob aus Sicherheitsgründen das stabilere Bein die Position des hinteren Standbeins übernimmt oder eher das schwächere, das in seiner Stabilität gefördert werden muss. Der Therapeut initiiert die Schrittstellung (aus dem Parallelstand), indem er mit seinem Fuß einen leichten Druck auf den Fußrücken des für das hintere Standbein erwünschten Beins, ausübt und den Patienten bittet, einen Schritt nach vorn zu gehen. Der Patient wird automatisch das andere Bein nach vorn bewegen. Die Schrittänge sollte zur Erleichterung am Anfang gering ausfallen (evtl. halbe Fußlänge) und sich mit zunehmender Sicherheit erweitern.

Der Therapeut fazilitiert beidseitig das Becken nach anterior, bis die Ferse des hinteren Fußes den Bodenkontakt verliert. Während der Abrollphase nimmt die Vorfußbelastung und damit die physiologische Gewichtsübernahme des vorderen Fußes zu. Bei der posterioren Fazilitation des Beckens gilt Entsprechendes für das hintere Standbein. Es kommt zur Vorfußentlastung des vorderen Beines (Zehen verlieren den Bodenkontakt), die Gewichtsübernahme des hinteren Standbeines (Fersenkontakt) steigt.

Bei der Übung ist neben den schon besprochenen Kompensationsmechanismen unbedingt darauf zu achten, dass die Knie nicht überstrecken. Beispielsweise durch eine überschießende Reaktion bei Vorfußbelastung (positive Stützreaktion) oder durch eine Retraktion des Beckens in Verbindung mit einer kompensatorischen Hüftflexion, was zu einer proximalen Anspannung der ischiokruralen Muskulatur führen kann und distal das Knie überstreckt. Das Becken bzw. die Trochanter als Referenzpunkte bewegen sich daher stets gradlinig über das jeweilige Standbein,

d.h., es darf keine Retraktion des Beckens bzw. einer Beckenseite entstehen, und Rumpf und Kopf bleiben in der vertikalen Ausrichtung. Die Übung dient der Verbesserung der Gewichtsübernahme und Abrollphase von Fersen- und Vorfußbelastung (Standbein und Gewichtsentlastung: Einleitung der Schwungbeinphase).

### 8.2.3 Gangataxie

**Gehen** ist ein grundlegend automatisierter Prozess, der der Fortbewegung dient (► Kap. 3 »Motorische Systeme, Lokomotorik«). Einerseits müssen die motorischen Voraussetzungen für das Gehen gegeben sein, wie beispielsweise die Rumpfstabilität, die Gewichtsübernahme in der Standbeinphase, die physiologische Einleitung der Schwungbeinphase etc. Andererseits sollte dieser Prozess gemäß seiner Natur in eine alltagsorientierte Handlung integriert werden. Gehen, um ein Fenster zu öffnen, um den Papiereimer zu leeren oder um die Tür zu schließen o. Ä., sind mögliche Beispiele. Auf die Therapierelevanz des Rumpfes und der Extremitäten wurde bereits Bezug genommen.

#### Befund

Das Gangbild sollte überprüft werden mit :

- dem freien Gang,
- dem Blindgang und
- dem Seiltänzergang.

Kommt es schon im freien Gang zu Auffälligkeiten, erübrigen sich die weiteren Verfahren. Beim sog. **Seiltänzergang** setzt der Patient auf einer vorgegebenen geraden Linie, mindestens 15 Schritte, einen Fuß vor den anderen. Beobachtet werden neben der Gangrichtung, der Ganggeschwindigkeit, der Schrittänge und der Spurbreite auch die Härte des Fersenaufsatzen zur Standbeinphase sowie die Einleitung in die Schwungbeinphase, die Rumpfaktivität sowie die fehlende oder überschießende Aktivität der Arme. Die meisten ataktischen Patienten neigen beim Gehen zu einer starken Erhöhung des Gangtempo und der Spurbreite, wodurch sich die Anforderungen an die Haltungsmotorik und die Gleichgewichtsregulation verringern (ähnlich dem Fahrradfahren, bei dem das schnelle Fahren leichter fällt als das ganz langsame Fahren). Das Gehen sollte daher entsprechend langsam ausgeführt werden.

#### Therapie

##### Beispiel

Der Patient nimmt schon im Sitzen Blickkontakt zum Zielobjekt auf. Nach dem Transfer vom Sitz zum Stand setzt sich die Gehbewegung in Blickrichtung fort. Um die Blickrichtung nicht zu behindern, sollte der Therapeut nach Möglichkeit von hinten mit der Unterstützung bzw. dem ventralen Widerstand ansetzen. Er

## 8.2 • Kleinhirnataxie

kann dabei je nach Schwierigkeiten einen symmetrischen Widerstand am Becken- oder am Schultergürtel oder asymmetrisch an der Schulter der einen und dem Becken der anderen Körperhälfte (Rotation) setzen.

Bei **schwerer betroffenen Patienten** ist es ratsam, mit zwei gut eingespielten Therapeuten das Gangtraining durchzuführen. Die Therapeuten gehen dabei seitlich vom Patienten. Beide Arme des Patienten werden dabei in leichter Extension und Außenrotation fazilitiert, wobei sich die Therapeuten mit ihren zu dem Patienten gerichteten Händen in Höhe des Sternum berühren und einen Widerstand vermitteln. Aus Sicherheitsgründen sollte eine Drittperson mit geringem Abstand einen Rollstuhl hinter dem Patienten herschieben oder müssen während der Wegstrecke genügend Sitzmöglichkeiten positioniert werden, um bei plötzlich auftretender Schwäche entsprechend zu reagieren.

Mit **zunehmender Verbesserung der Gehfähigkeit** sollte eine Vorbereitung auf die Alltagssituation stattfinden, d.h., der Patient umgeht bzw. übergeht Hindernisse, er transfert Gegenstände von Punkt A zu Punkt B etc. Ein Gehen im Freien auf unterschiedlichen Untergründen (Asphalt, Rasen etc.) und auf verschiedenen Ebenen (Gefälle) ist unmöglich (► Kap. 5 »Normale Bewegung, Gang«).

### Hilfsmittel

Die Gehfähigkeit und die damit verbundene Selbstständigkeit spielen nahezu immer eine dominierende Rolle in der Zielhierarchie des Patienten. Verlässt man die funktionelle Ebene des physiologischen freien Gehens, gibt es eine Reihe von kompensatorischen Gehhilfen, wie z.B. spezielle Schuhe, Stöcke, Rollatoren etc., die dem Patienten das Gehen ermöglichen oder deutlich erleichtern. Der Einsatz eines Rollators führt zu einem physiologischeren Gangbild und bietet dem Patienten mehr Sicherheit als beispielsweise die Verwendung von Gehstöcken. Zudem verfügen die meisten Modelle über ein Tablett, auf dem der Patient Gegenstände transportieren kann, und/oder einer Sitzfläche, die bei arrelierter Bremse bei weiteren Gehstrecken das Einlegen von Pausen ermöglicht. Es ist jedoch stets auf eine möglichst aufrechte Körperhaltung zu achten. Patienten neigen dazu, sich mit ihrer Gewichtsverlagerung stark nach vorn zu beugen. Durch die erhöhte Vorlastigkeit des Oberkörpers entsteht eine hohe Sturzgefahr. Der adäquate **beidseitige** Umgang des Rollators auf verschiedenen Untergründen sowie der Gebrauch der Bremsen muss vom Therapeuten mit dem Patienten beübt werden.

## 8.2.4 Extremitätenataxie

### Befund

Die Befundung der Extremitäten (obere und untere) ist stets im **Seitenvergleich** auszuführen. Anfangs wird die Testung mit geöffneten Augen durchgeführt (Visuskontrolle) und später mit geschlossenen. Befundet werden vor allem langsame Bewegungsabläufe, die ein hohes Maß an reziproker Innervation erfordern, sowie die Koordinationsleistungen. Um ein differenzierteres Befundungsergebnis zu erzielen, sollte jeder Test mehrmals durchgeführt werden. Falls eine Bewegungseinschränkung in Form von Paresen oder Kontrakturen vorliegt, sind die Testergebnisse zur Einschätzung der Ataxie nicht verwertbar. Bei einer Rumpfataxie bzw. einer Rumpfinstabilität muss die Befundung in Rückenlage durchgeführt werden.

### Obere Extremität

**Rebound-Test.** Das Rebound-Phänomen ist wohl das bekannteste Testverfahren zur Überprüfung einer Ataxie. Der Patient beugt dabei seinen Ellenbogen gegen den Widerstand des Therapeuten. Der Therapeut verringert plötzlich den Widerstand und beobachtet den Rückstoß des Patienten zur Ausgangsposition. Beim Gesunden erfolgt ein sofortiges Abbremsen, was beim Betroffenen stark verringert ist bzw. ausbleibt (s. oben, Kleinhirnataxie, Rebound-Phänomen).

**Finger-Nase-Versuch.** Der Patient führt anfangs mit offenen, später mit geschlossenen Augen seinen Finger zu seiner Nasenspitze. Die Bewegung soll nach Möglichkeit langsam und aus der endgradigen Abdunktionsstellung ausgeführt werden. Der Untersucher beobachtet die Ausführung (abgehackt oder harmonisch) und die Koordination der Bewegung, d.h., ob der Finger auf dem direkten Weg zur Nase geführt wird, ob und wie weit der Finger das Ziel verfehlt (► Kap. 4.2.3 »Befundung Vestibulärapparat, Zeigerversuch nach Barany«).

**Diadochokinese.** Bei der Diadochokinese wird der Patient aufgefordert, schnell aufeinander folgende Pro- und Supinationsbewegungen mit dem Unterarm durchzuführen. Dabei liegt das flektierte Ellenbogengelenk am Rumpf an. Eine mögliche Instruktion könnte lauten: »Bewegen Sie die Unterarme, als würden Sie eine Glühbirne einschrauben.« Der schnelle Wechsel zwischen Pro- und Supinationsbewegung stellt eine hohe Anforderung an die reziproke Innervation der Unterarmmuskulatur. Eine Funktionseinschränkung wird häufig über die Ab- und Adduktion im Schultergelenk kompensiert.

### Therapierelevanz

Bei der Extremitätenataxie ist das harmonische Zusammenspiel der Muskulatur gestört. Die Störungen zeigen sich vor allem bei langsamem Ziel- und Umwendebewegungen, wie beispielsweise beim Wechsel zwischen Pro- und Supination (s. Diadochokinese). Um einen physiologischen Einsatz des Armes bzw. der Hand zu ermöglichen, müssen störende Begleitumstände wie eine man gelnde Rumpfkontrolle vermindert werden (z.B. Rückenlange). Der Patient soll seine Hand langsam zu einem Zielpunkt führen, dort etwas verweilen (mögliche Umwendbewegung), bis er zum nächsten Zielpunkt weitergeht. Häufig werden die Bewegungen durch kompensatorische Massenbewegungen mit entsprechend unphysiologischer Tonuserhöhung gekennzeichnet.

### Beachte

Unter Koordination versteht man die geordnete räumliche (Bewegungsausmaß) und zeitliche (Bewegungsgeschwindigkeit) Abfolge neuromuskulärer Aktivität zur Hervorbringung eines passenden motorischen Verhaltens.

8

### Therapie

**Holzstab.** Als Therapiemedium eignet sich sehr gut ein etwas dickerer ca. 1 m langer Holzstab. Auf dem Holzstab werden im Abstand von ca. 8 cm mit Kreppklebeband (Malerbedarf) Markierungen gesetzt. Die in aufsteigender Reihenfolge von ganz links (erste Kreppbandmarkierung) mit der Nummer 1 bis zur letzten ganz rechts mit der Nummer 9 oder 10 beschriftet werden.

### Beispiel

**Hand-Auge-Koordination.** Der beschriftete Holzstab wird horizontal vor dem Patienten positioniert. Der Patient greift mit seiner Hand eine vom Therapeuten vorgegebene Nummer. Wird die Position eingenommen, fährt der Patient auf dem Holzstab zur nächsten Nummer: z. B. »Greifen Sie die Nr. 4 (Stoppen), die Nr. 7 (Stoppen), die Nr. 3 (Umwendebewegung von 7 nach 3)«. Zu Beginn fällt es dem Patienten leichter, die Nummern durch das Abfahren des Holzstabes zu erreichen. Einerseits erhält die Hand durch einen dezenten taktilen Widerstand Rückmeldung durch die Oberfläche des Stabes, andererseits wird die Bewegung hauptsächlich über das Schultergelenk (Ab-/Adduktion) eingeleitet, wodurch die Anforderung an die reziproke Innervation des kompletten Armes eher gering ausfällt.

Als **Steigerung** soll der Patient nach jedem Greifen die Hand wieder in ihre Ausgangsposition (z.B. auf die Oberschenkel) zurückführen und erneut oder abwechselnd mit der anderen Hand greifen. Die Übung dient der Hand-Auge-Koordination und kann jeweils mit der rechten und/oder der linken Extremität durchgeführt werden. Die Höhe, in der der Holzstab angeboten wird, bestimmt über die motorischen Anforderungen.

Ein zu häufiges, zu hohes Greifen kann den Patienten konditionell überfordern. Um diesem entgegenzuwirken, sollte die Position des Stabes in der Höhe variieren, die Extremitäten abwechselnd eingesetzt werden und/oder bei Bedarf kleinere Pausen eingelegt werden. Falls notwendig, kann die freie Extremität als Stützarm eingesetzt werden. Der Therapeut kann die Bewegungsausführung durch einen dezenten Widerstand am Arm oder der Hand unterstützen.

### Beispiel

**Hand-Hand-Koordination.** Zur Verbesserung der Hand-Hand-Koordination wird der Patient gebeten, mit seiner linken Hand ganz links an den Anfang des Holzstabes zu greifen. Danach schließt sich die rechte Hand mit dem Daumen an den Daumen der linken Hand an, worauf die linke Hand ihre Position verlässt, um hinter der rechten Hand erneut zu greifen (Kleinfinger liegen aneinander). Diese abwechselnden Greifbewegungen setzen sich bis zum Ende des Holzstabes fort und werden von dort aus in gleicher Weise wieder zurück zur Anfangsposition ausgeführt. Die Bewegungen sollten langsam, evtl. rhythmisch ausgeführt werden, wobei sich die Bewegungsvorgabe an den Fähigkeiten des Patienten orientiert.

**Steigerung.** Sie wird möglich mit einer Positionsangabe, wie z.B. linke Hand Nr. 3 und rechte Hand Nr. 5 oder linke Hand Nr. 7 und rechte Hand Nr. 4 (Überkreuzen der Hände). Ebenso kann der Patient dazu angeleitet werden, abwechselnd aus der Pronations- (von oben) und aus der Supinationsstellung (von unten) zu greifen, wie beispielsweise rechte Hand Nr. 4 von oben und linke Hand Nr. 7 von unten. Wird der Holzstab in der horizontalen Position angeboten, werden im Schultergelenk vor allem Ab- und Adduktionsbewegungen ausgeführt (transversale Ab- bzw. Adduktion). Eine Positionierung in der Vertikalen würde hingegen die Flexions- (Anteversion) und Extensionsbewegungen (Retrotorsion) bedienen. Die Übung kann in der Rückenlage, im Sitz oder Stand eingesetzt werden.

**Weitere Steigerung.** Ein Ring aus Holz (Makramee) oder Karton (halbiertes oder gevierteltes Innenleben einer Toilettentypierrolle) wird über den Stab geschoben, und der Patient greift mit seinen Händen beiderseits am Ende des Holzstabes. Der Therapeut nennt eine Zahl, auf die der Patient den Ring durch das Bewegen des Stabes platzieren soll. In der gleichen Grifftechnik kann der Patient einen Luftballon zurückschlagen, der mittig (beide Hände heben sich), von der rechten Seite (rechter Arm hebt sich, linker senkt sich) oder von der linken Seite angeboten wird. Als Steigerung greift der Patient mit beiden Händen (oder einer) mittig den Holzstab und schlägt aus der vertikalen, horizontalen oder aus wechselnder Position den Luftballon zurück.

## 8.2 • Kleinhirnataxie

Die Übungen erfordern alternierende Bewegungen beider Extremitäten auf allen Ebenen.

### Beachte

Um die sensorische Rückmeldung (Widerstand) zu verstärken, werden häufig Gewichtsmanschetten verwendet. Es besteht jedoch die große Gefahr der Überlastung, wodurch kompensatorische Massenbewegungen entstehen könnten, die immer mit einer unangemessenen Tonuserhöhung einhergehen.

### Beispiel

**Übungen im Stand.** Auf einer Zimmertür werden nummerierte Kreise (von Nr. 1–10 oder verschiedene Farben) mit einem Durchmesser von ca. 10 cm wahllos im Greifraum des Armes auf einer Türseite platziert. Die gegenüberliegende Türseite wird (möglichst exakt) mit der gleichen Position und Nummerierung der ersten Seite versehen.

Der Patient steht mittig vor dem Türblatt und soll mit seiner rechten Hand die vom Therapeuten vorgegebene Nummer/Position einnehmen. Durch die Blickrichtung des Kopfes und Hinführung der Hand zur Nummer wird neben der Koordinationsverbesserung der Hand auch die Gewichtsübernahme auf das rechte Standbein beübt (Entsprechendes gilt für die linke Körperseite). Als mögliche Therapievariation könnte man die Tür durch Keile fixieren, und der Patient könnte sich beim Greifen mit seiner anderen Hand an der Türklinke stützen.

**Transfer in Alltagssituationen.** Der Patient kann verschiedene Flaschen oder Plastikbehälter (Gurkenglas, große oder kleine Getränkeflasche, leicht, schwer, leer, gefüllt, Glas, Plastik etc.) aus einem Regal nach Größe, Gewicht, Konsistenz etc. in ein anderes Regal oder in eine Kiste umordnen. Zu Beginn fallen Bewegungen mit gleichen oder ähnlichen Gegenständen leichter, sie sollten jedoch mit zunehmendem Therapiefortschritt in ihrer Beschaffenheit (s. oben) variieren. Die Übung kann auch im Sitzen ausgeführt werden. Der Patient muss über das nötige Bewegungspotenzial verfügen, und der Therapeut muss die Bewegung permanent begleiten, um bei Bedarf das Glas aufzufangen oder den Patienten zu stabilisieren (Verletzungsgefahr).

### 8.2.5 Feinmotorik

Die Feinmotorik kann man als agonistisch/antagonistisches Zusammenspiel der distalen Extremitätenmuskeln bezeichnen. Die Greiffunktionen sind dabei meist an rasche, alternierende und selektive Fingerbewegungen gekoppelt. Entsprechend hoch ist die Anforderung an die reziproke Innervation.

### Befund

Zur **Funktionsüberprüfung** wird der Patient gebeten, in einer raschen Abfolge den Daumen gegen den Zeigefinger zu bewegen, wie z.B. beim Geldzählen. Zur Befundung der selektiven Fingerbewegungen soll der Patient, ähnlich der Tonleiter bei einem Klavierspiel, die Langfinger auf dem Tisch bewegen. Zur Überprüfung des Oppositionsgriffes wird der Daumen abwechselnd zu den Langfingern geführt (bei Digitus II beginnend bis Digitus V und wieder zurück).

Als wichtiges Befundungs- und Dokumentationskriterium dient das **Schriftbild**. Einerseits gibt es Auskunft über den momentanen Status, andererseits ermöglicht die Schriftprobe einen Vergleich über längere Zeit und ist somit ein Beleg für die erreichten Fortschritte.

Auf die Bedeutung der Rumpfstabilität (Haltungsmotorik) hinsichtlich der distalen Extremitätenmobilität (Zielmotorik) wurde schon mehrmals hingewiesen. Der Grundsatz der proximalen Stabilität für die distale Mobilität setzt sich in gleicher Weise für die Ausführung selektiver Greifbewegungen fort. Beim Ergreifen der Finger (Flexion) muss das Handgelenk durch eine dorsalextensorische Aktivität den stabilen Hintergrund bieten. Ist der Gegenstand ergriffen, wechselt meist Punctum fixum und Punctum mobile, und die Finger bieten die Stabilität für die Mobilität des Handgelenks. Zudem gewinnt die Hand erst ihre multiple Einsatzfähigkeit durch die Pro- und Supinationsbewegungen des Unterarms. Normales Greifen ist somit an eine Reihe selektiver Gelenkbewegungen gebunden, was durch die Ausführung kompensatorischer Massenbewegungen (Synergie, s. oben) nicht möglich wäre. Physiologische, selektive Greifbewegungen würden sich wesentlich verschlechtern oder gar verhindert werden.

### Therapie

Erhöhte Widerstände verbessern den sensorischen Input und können dadurch die Bewegungsausführung erleichtern. Ein ataktischer Patient wird daher lieber mit einem schweren Glas hantieren als mit einem leichten Plastikbecher. Der Einsatz von Fremdgewichten wie erschwerter Besteck, Besteck oder Schreibhilfen kann eine Hilfe zur Selbstständigkeit darstellen, wobei ein funktioneller Gewinn mit den kompensatorischen Bewegungsmustern im Sinne der Selbstständigkeit abgewogen werden muss.

Eine gestörte Feinmotorik verhindert funktionelle Greifbewegungen, dies wird umso gravierender, je differenzierter und feiner der zu ergreifende Gegenstand ausfällt. **Griffverdickungen**, wie sie als Meterware verschiedener Stärken im Sanitätshaus zu beziehen sind, können die Ausführung feinmotorischer Greifbewegungen und das Hantieren mit den entsprechenden Gegenständen erleichtern. Ein erschwertes Besteck, das mit einer Griffverdickung versehen ist, kann beispielsweise die selbstständige Nahrungsaufnahme ermöglichen. Dies gilt in gleicher Weise für die

Adaption eines Schreibgerätes beim graphomotorischen Training (► Kap. 11.10 »Fallbeispiel Herr L.«).

### Beispiel

**Solitärspiel.** Der Patient sitzt auf einem Stuhl mit oder ohne Rückenlehne, wie beispielsweise einem Hocker (kein Drehhocker), oder auf der Therapiebank. Das Solitärspiel wird auf einem verstellbaren Therapietisch möglichst senkrecht aufgestellt, sodass der Durchmesser der Holzstäbe in die Blickrichtung des Patienten zeigt. Die Höhe des Spiels wird an die Funktionen des Patienten adaptiert. Der Patient ergreift die Stäbe im Dreipunktgrieff/ Spitzgriff, indem er eine stabilisierende Dorsalflexion im Handgelenk ausführt.

Zu Beginn der Therapie sollten sich die zu ergreifenden Gegenstände in Form, Gewicht und Konsistenz ähneln (gleiche Holzstäbe), mit zunehmendem Therapiefortschritt sollten jedoch unterschiedliche alltagsrelevante Greifgegenstände als Therapiemedium dienen.

## 8

## Selektive Bewegungen der unteren Extremität

### Befund

Als klassische Koordinationsüberprüfung der unteren Extremität dient der **Knie-Hacken-Versuch**. Der Patient berührt dabei mit seiner Ferse die Kniescheibe des anderen Beines und fährt an der Schienbeinkante entlang langsam nach unten. Die Beobachtungskriterien entsprechen der oberen Extremität.

Eine feinmotorische Störung zeigt sich in einer Beeinträchtigung der agonistisch/antagonistischen Zusammenarbeit im Sprunggelenk. Die Bewegungsebenen können dabei pro- und supinatorisch, in- und evensorisch sowie dorsalextensorisch und plantarflexorisch in ihrem muskulären Zusammenspiel gestört sein. Eine fehlende oder gestörte Bewegungsbereitschaft verhindert oder gefährdet die physiologische Gleichgewichtsadaption und Gewichtsübernahme im Stand.

Zur Überprüfung der **selektiven Bewegung im Sprunggelenk und den Zehen** soll der Patient verschiedene Zielbewegungen durchführen. Beispielsweise führt er den Großzeh zur Hand oder den Fingern des Therapeuten (Dorsalextension, Inversion, M. tibialis anterior). Für die selektive Bewegung des Großzehs soll der Patient bei locker herunterhängendem Fuß den Großzeh vorsichtig anheben (M. extensor hallucis). Entsprechendes gilt für die übrigen Zehen. Der Patient soll bei locker herabhängendem Fuß langsam die Zehen, ohne den Großzeh, heben (M. extensor digitorum).

### Therapie

Neben den schon beschriebenen Koordinationsübungen (s. Stand und Gang) können die Zielbewegungen der unteren Extremität auch isoliert beübt werden. Beispielsweise sitzt der Patient auf einem Stuhl und berührt mit seinem

Großzeh verschiedene Gegenstände die halbkreisförmig um den Stuhl angeordnet sind. Ohne Visuskontrolle soll der Patient seinen Fuß zur gleichen Position nach vorn bewegen und mit den Zehen unterschiedlich harte Schaumstoffklötze erkennen, wie z.B. harter, mittelharter und weicher Klotz. Der Patient soll große Buchstaben oder Formen, die mit einer etwas dickeren Schnur auf eine Unterlage geklebt sind, nachfahren und benennen. Die Übungen werden durch die Wegnahme der Visuskontrolle und/oder durch die Veränderung der USF, wie z.B. ohne Rückenlehne, Pezziball, Stand etc. erschwert.

## 8.3 Parkinson-Krankheit

Die Parkinson-Krankheit tritt gehäuft bei Männern ab dem sechzigsten Lebensjahr auf und ist durch eine allgemeine Verlangsamung der Bewegungsabläufe charakterisiert (Bradykinese). Zu Beginn der Erkrankung kann eine einseitige Betonung bestehen (Hemiparkinson), die sich jedoch in der Regel mit zunehmendem Krankheitsverlauf auf den gesamten Körper ausweitet. Der Verlauf vollzieht sich langsam progredient (fortschreitend) über viele Jahre. Als prägnanteste Krankheitszeichen (Kardinalsymptome), die bei über 2/3 der Betroffenen vorherrschen, wird die sog. **Syptomtrias** beschrieben:

- Tremor (Zittern, das sich bei einer bewussten Bewegung reduziert),
- Rigor (Zahnradphänomen),
- Akinese (Bewegungsarmut).

### Tremor (Ruhetremor)

Der Tremor tritt gewöhnlich als erstes Krankheitszeichen auf. Er zeigt sich vor allem in den Ruhephasen (Ruhetremor) in den distalen Extremitäten (Arm, Hand), wobei auch der Kopf und die Füße betroffen sein können. Als typisches Bild des distal betonten Tremors der oberen Extremität zeigt sich das sog. **Pillendrehen oder Geldzählen**, bei dem sich Daumen und Langfinger rhythmisch gegeneinander bewegen. Beim Tremor des Kopfes spricht man vom Ja-Ja- bzw. Nein-Nein-Tremor. Teilweise verringert sich der Tremor, vor allem in der Frühphase, durch die Initiierung einer Aktivität (z.B. Finger-Nase-Versuch), wodurch sich der Ruhetremor vom Intentionstremor unterscheidet. In der Spätphase der Erkrankung, in der die Unterdrückung des Tremors durch eine bewusst eingeleitete Bewegung häufig nicht mehr möglich ist, kommt es in den ADL-Bereichen zu schwerwiegenden Einschränkungen. Vor allem feinmotorische Anforderungen, wie z.B. im graphomotorischen Bereich (Mikrographie) oder bei der Flüssigkeitsaufnahme (ein Glas zum Mund führen), sind erheblich beeinträchtigt. In schweren Fällen werden das Waschen, Anziehen sowie die Nahrungsaufnahme unmöglich. Der Tremor ist zwar

### 8.3 · Parkinson-Krankheit

ein eindrucksvolles Krankheitszeichen des Parkinson-Erkrankten, er ist jedoch keineswegs obligat für die Parkinson-Erkrankung (wie z.B. beim akinetischen Parkinsonsyndrom).

#### Rigor

Als weiteres frühes Zeichen kommt es zu einer **andauernden Tonuserhöhung** der Muskulatur. Dies führt zu einer Muskelsteifigkeit, die aktive Bewegungen nur noch gegen einen erhöhten, zähen, wachsartigen Widerstand zulässt. Die Patienten fühlen sich dabei, meist auch in Ruhe, sehr steif und fixiert, z.T. beschreiben sie dieses Gefühl als »Eingefangen in einem Gipsverband«. Prinzipiell betrifft die Tonuserhöhung die gesamte Skelettmuskulatur, d.h. Agonisten und Antagonisten, wobei sich die Symptomatik in der Regel in den langen Unterarmmuskeln (Pro- und Supinatoren) sowie in der Nackenmuskulatur am prägnantesten erfassen lässt. Im Ellenbogen lässt sich der Rigor am besten durch ein passives Beugen und/oder Strecken des Gelenkes nachweisen. Der erhöhte Antagonistentonus wirkt der agonistischen Bewegungsausführung entgegen. Im Prinzip zeigt sich dabei ein dem bei der Ataxie besprochenen »positiven Rebound« gegensätzliches Phänomen, d.h., es kommt zu einem **während des gesamten Bewegungsablaufs gleich bleibenden, zähen, z.T. ruckartigen Widerstand (Zahnradphänomen)**. Im Verhältnis dazu besteht bei einer Spastik zu Bewegungsbeginn ein relativ hoher Widerstand, der im Zuge des fortschreitenden Bewegungsablaufs schnell nachlässt (Taschenmesserphänomen).

Der Tonus in der Nackenmuskulatur (**Nackenrigor**) kann so stark ausgeprägt sein, dass die Flexion der HWS auch in der Rückenlage erhalten bleibt und der Kopf dadurch nur langsam absinkt oder auch ganz von der Unterlage abgehoben bleibt (»oreiller psychique«, psychisches Kissen). Die Patienten klagen hierbei häufig über starke Nackenschmerzen.

Eine weitere Form der Muskelsteifigkeit bildet der sog. **Achsenrigor**, bei dem die Rotationsbewegung zwischen Kopf und Rumpf und im Rumpf verloren geht. Bei Umwendbewegungen im Liegen oder im Stand wird die Bewegung von Kopf, Schultergürtel (oberer Rumpf) und Becken (unterer Rumpf) »en bloc« ausgeführt. Im fortgeschrittenen Stadium verhindert die fehlende Rotation, den selbstständigen Positionswechsel von der Rücken- zur Seitlage und umgekehrt.

#### Akinese

Das wohl deutlichste Krankheitszeichen des Parkinson-Syndroms bildet die **Beeinträchtigung der automatisierten Bewegungsabläufe**. Hierbei kommt es zur Reduktion spontaner Bewegungsabläufe, was sich u.a. durch eine Bewegungsverarmung (Akinese) zeigt. **Mimik und Gestik** sind

stark reduziert (Amimie, Maskengesicht), und die Bewegungen der Extremitäten werden stark verlangsamt ausgeführt, meist nur noch gerade so viel, wie zum Erreichen des Ziels notwendig ist. Im fortgeschrittenen Stadium werden einmal in Gang gesetzte Bewegungen in ihrer Ausführung zunehmend ruckartiger (rigide Anteile) und laufen vor der eigentlichen Zielerreichung aus (sprichwörtlich »versanden«). Zudem können regelrechte **Bewegungsblockaden** auftreten, bei denen die Bewegung während der Ausführung zum Stillstand kommt und wie eingefroren (freezing) erscheint.

Beim Gehen bleibt das Mitschwingen der Arme aus, und die Schrittänge und das Gangtempo sind deutlich herabgesetzt (**Trippelschritt**). Die Füße werden nur unzureichend vom Boden abgehoben, woraus einerseits der schlürfende Gang entsteht und andererseits ein erhöhtes Stolperrisiko (s. auch Haltung) resultiert. Es fehlt allgemein an einer inneren Bewegungsinitiierung (Starthemmung), die im Extrem dazu führen kann, dass beim Schlafen die Umlagerungsbewegungen des Körpers ausbleiben, woraus wiederum ein besonderes **Dekubitusrisiko** resultiert. Gleichgewichtsreaktionen (Stell- und Stützreaktionen) sind ebenso betroffen wie erlernte automatisierte Bewegungsabläufe (z.B. Schnürsenkel zubinden).

Die **Haltung des Parkinson-Patienten** ist durch einen nach vorn gebeugten Oberkörper mit leichter Flexion in Ellenbogen, Hüfte und Knien geprägt. Durch die Vorverlagerung des Oberkörpers läuft der Patient quasi permanent seinem Körperschwerpunkt hinterher (Pulsionsphänomene). Meist fehlt dabei die Initiierung bremsender Schritte, und die Patienten stürzen zu Boden, wobei ohnehin schon wegen der Vorverlagerung des Oberkörpers und den fehlenden Stellreaktionen eine **erhöhte Sturzgefahr** besteht.

Die Beugehaltung wird z.T. auch während der Schlafphase beibehalten. Die lang anhaltende Ruhigstellung bzw. die Verharrung in dieser Positionen birgt die erhöhte Gefahr von **Beugekontrakturen** in den besagten Glenken.

#### Plus- und Minussymptome

Die Krankheitszeichen werden auch in Plus- und Minussymptome unterteilt:

- **Plussymptome** sind Tremor, Rigor und die stark flektierte Körperhaltung,
- **Minussymptome** sind Akinese, reduzierte Mimik (Maskengesicht), Trippelschritt und Mikrographie (kleiner werdendes Schriftbild, vor allem gegen Ende des Satzes).

#### Vegetative und psychische Symptome

Neben den Hauptsymptomen kommt es häufig auch zu vegetativen und psychischen Symptomen, die in ihrer Art und Ausprägung sehr unterschiedlich in Erscheinung treten können.

- Die auffälligsten **vegetativen Störungen** sind u.a.:
- erhöhte Talkproduktion (Salbengesicht),
  - Störung der Temperaturregulation (erhöhte Schweißproduktion, z.T. mit Schweißausbrüchen),
  - erhöhter Speichelfluss, wobei man hierbei weniger von einer vermehrten Speichelproduktion, sondern vielmehr vom Fehlen bzw. Ausbleiben der Schluckreaktionen (Akinese) ausgeht,
  - Durchschlafstörungen (z.T. auch durch Medikamente bedingt), sie werden von ca. 80% der Patienten angeben.

Als **psychische Symptome** zeigen sich z.T. depressive Verstimmungen. Die Patienten sind dabei niedergeschlagen, lust-, freud- und antriebslos. Ähnlich wie bei der Verlangsamung der motorischen Abläufe kann eine **Reduktion der kognitiven Verarbeitungsgeschwindigkeit** auftreten. Die Patienten benötigen dabei eine längere Zeit, um Denkprozesse umzusetzen. Mit fortschreitendem Krankheitsverlauf können vorübergehende **Verwirrtheitszustände** auftreten. Eine **Störung der Gedächtnisleistungen** zeigt sich zu Beginn der Erkrankung vor allem im Bereich des prozeduralen Gedächtnisses, das für die Speicherung der motorischen Verhaltensweisen verantwortlich ist (► Kap. 6 »Neuropsychologie«). Diese Beeinträchtigung erschwert dem Patienten das Erlernen und Automatisieren neuer Bewegungsmuster. Mit zunehmendem Krankheitsverlauf treten häufig auch Einschränkungen in den deklarativen Gedächtnisleistungen auf.

### Schweregrade der Behinderung

Zur Einteilung nach Art und Ausmaß der Behinderung besteht eine Reihe von Skalen, die sich vor allem auf die funktionelle Beeinträchtigung der Parkinson-Krankheit beziehen (► Kap. 11 »Befunderhebung«).

#### Einteilung in fünf Krankheitsstadien nach Hoehn und Yahr (1967)

- **1. Stadium:** Keine sichtbaren funktionellen Krankheitszeichen.
- **2. Stadium:** Einseitige Symptomatik ohne Gleichgewichtsstörung.
- **3. Stadium:** Leichte bis mäßige Behinderung; trotz funktioneller Einschränkung ist die Selbstständigkeit möglich; Gleichgewichtsprobleme; der Patient ist bedingt arbeitsfähig.
- **4. Stadium:** Schwere Behinderung; Patient ist noch steh- und gehfähig, aber funktionell stark eingeschränkt.
- **5. Stadium:** Patient ist ohne personelle Hilfe bettlägerig und an den Rollstuhl gefesselt.

### Befunderhebung und Therapie

Neben der quantitativen Befunderhebung (Skala nach Hoehn und Yahr, Barthel-Index etc.) bildet die qualitative Erfassung der Funktionseinschränkungen den Schwer-

punkt der therapeutischen Befunderhebung. Diese ist differenzierter und orientiert sich vor allem an den Bewegungsbeeinträchtigungen, die aus der oben genannten Symptomtrias resultieren.

### Kurztest zur Eingangsbefunderhebung

**Item I, Kopf-Fall-Test.** Der Kopf des liegenden Patienten wird passiv vom Kissen abgehoben und losgelassen. Infolge der Parkinson-Symptomatik wird die Kopfstellung beibehalten bzw. sinkt der Kopf nur sehr zäh auf die Unterlage zurück (s. Rigor).

**Item II, Armschwingtest.** Der Therapeut bewegt alternierend den Schultergürtel des Patienten, so dass die Arme locker mitschwingen. Je nach Schwere ist das Mitschwingen eingeschränkt oder fehlt völlig. In schweren Fällen fehlt die Rotation des Schultergürtels (oberer Rumpf) gegen das Becken (En-bloc-Bewegung des Rumpfes).

**Item III, Pendeltest.** Der locker herabhängende Arm des Patienten wird vom Therapeuten passiv 90° flektiert (horizontale Stellung) und zum Auspendeln losgelassen. Bei einem beginnenden Hemiparkinson sind die Pendelbewegungen auf der betroffenen Körperseite deutlich reduziert.

**Item IV, Stuhl-Kipp-Test.** Der Therapeut kippt den Stuhl des Patienten ohne Voranmeldung nach hinten. Durch die fehlende Stellreaktion bleibt die sitzende Körperhaltung erhalten (s. Akinese).

**Item V, Diadochokinese (s. im Gegensatz Ataxie).** Bei der Diadochokinese wird der Patient aufgefordert, schnell aufeinander folgende Pro- und Supinationsbewegungen mit dem Unterarm durchzuführen. Dabei liegt das flektierte Ellenbogengelenk am Rumpf an. Sowohl die Pro- als auch die Supinationsbewegung wird durch die hohen Tonusverhältnisse zwischen Agonisten und Antagonisten nur sehr langsam und zähfliegend ausgeführt.

**Item VI, Schriftbild.** Als typisches Zeichen zeigt sich häufig die sog. Mikrographie. Das Schriftbild wird nach rechts kleiner und ist stark verzittert. Die Grundlinie wird nach oben und/oder nach unten überschritten. Der Patient wird beispielsweise aufgefordert, eine Zahlenreihe von 1 bis 10 (15) auf einer Linie zu schreiben.

Durch den Kurztest erhält der Therapeut eine erste Einschätzung über die bestehenden Symptomatiken. Um jedoch die therapeutische Vorgehensweise möglichst gezielt zu gestalten, wird eine weitere differenzierte Befunderhebung gemäß den eingangs beschriebenen Symptomatiken (vor allem der Kardinalsymptome) unumgänglich.

## Medikamentöse Therapie

Das Parkinson-Syndrom wird meist auf mit dem Untergang der dopaminergen Neurone in der Substantia nigra (Pars compacta) erklärt. Der dadurch bedingte Dopaminmangel betrifft vor allem die Initiierung und Ausführung automatisierter Bewegungsabläufe (s. oben). Als Grundlage der medikamentösen Behandlung von Parkinson gilt die Gabe von L-Dopa (Levodopa). Im Gegensatz zu Dopamin selbst, das die Blut-Hirn-Schranke nicht überwindet, ist L-Dopa dazu in der Lage. Es bildet die biochemische Vorstufe von Dopamin und wird im Gehirn zu Dopamin umgebaut. Nachteil des Medikaments ist jedoch, dass bei mehrjähriger Behandlung (Langzeittherapie) ein Wirkungsverlust eintritt. Die Dosis muss zunehmend gesteigert werden, bis schließlich die Wirkung völlig verloren geht. Die L-Dopa-Therapie bezieht sich vor allem auf die Reduktion der Plussymptome, wobei der Tremor meist nicht ausreichend beeinflusst werden kann.

## Weitere Therapiemaßnamen

Neben der medikamentösen Behandlung bilden physikalische Therapie, physiotherapeutische, ergotherapeutische und logopädische Maßnahmen einen weiteren Baustein der Parkinson-Behandlung. Hierbei geht es nicht um die Heilung der Parkinson-Krankheit, sondern darum, durch den Bewegungsmangel (Akinese) verursachten Rückbildungen des Muskelgewebes und Versteifungen und Kontraktuuren der Gelenke entgegenzuwirken. Ziel ist es, die Mobilität und die damit verbundene Selbstständigkeit des Patienten möglichst lange zu erhalten. Neben der intensiveren Einzeltherapie besteht auch das Angebot der **Gruppengymnastik**. Diese beinhaltet neben dem motorischen Gewinn auch eine wichtige psychosoziale Komponente. Parkinson-Patienten neigen dazu, sich krankheitsbedingt zurückzuziehen und entsprechende Aktivitäten zu vermeiden. Einerseits erhält der Patient durch die Gruppengymnastik die aktive Möglichkeit, seiner Symptomatik entgegenzuwirken, andererseits kann er im Kreise Gleichgesinnter Erfahrungen austauschen und seine Isolation leichter überwinden.

**Vorgehensweisen.** Das Neuerlernen von Bewegungsmustern ist z.T. schon in der Frühphase beeinträchtigt. Der Therapeut sollte daher, entsprechend der Krankheitsphase, **zwei grundsätzliche Vorgehensweisen** abwägen. Einerseits geht es um den größtmöglichen Erhalt und Einsatz der noch vorhanden automatisierten Bewegungsabläufe, was vor allem die Zielsetzung in der Frühphase betrifft. Im fortgeschrittenen Stadium müssen in der Regel jedoch die mangelnden automatisierten Bewegungsabläufe durch äußere Reize (optisch, akustisch, taktil) über bewusst gesteuerte (kompensatorische) Prozesse initiiert werden (► Kap. 3 »Motorische Systeme, prä- und supplementär motorischer Kortex«), um eine gewisse Mobilität

und Selbstständigkeit zu erhalten. Die bisher beschriebene Relevanz automatisierter Bewegungsabläufe zum Anbahnen verloren gegangener Bewegungsmuster, wie z.B. bei der Hemiplegie, kommt daher bei der Parkinson-Krankheit nicht zum Tragen.

## Akinese: Kriterien bei der Befunderhebung

Bei der Befunderhebung der Bewegungsinitiierung sind folgende Fragen zu beachten:

- Wie wird die Bewegung gestartet [einen oder mehrere Anläufe, von innen heraus oder durch äußere Reize (schwache oder starke), geschieht der Start sofort oder verzögert]?
- Wird die eingeleitete Bewegung langsamer und läuft aus?
- Endet die Bewegung vor dem Ziel (versendet)?
- Wie werden bewusst automatisierte Bewegungsabläufe ausgeführt (erlernte, automatisierte Bewegungen, wie z.B. Schnürsenkel binden, Schlüssel ins Schlüsselloch stecken etc.)?
- Wie werden automatisierte Bewegungsabläufe ausgeführt (Bewegungen mit sehr wenig bewussten Anteilen, wie z.B. Gleichgewichtsreaktionen, das Umdrehen/die Lageveränderung im Bett etc.)?

## Akinese: Therapie

Mit zunehmendem Krankheitsverlauf steigen die Schwierigkeiten, automatisierte Bewegungen von innen heraus zu starten. Parkinson-Patienten möchten eine Bewegung (wie z.B. Aufstehen vom Stuhl und losgehen) ausführen, können es aber nicht. Durch einen starken äußeren Reiz initiierte Bewegungen (z.B. durch lautes Kommando, Marschmusik, Hände klatschen, optische Barrieren etc.) sind hingegen weniger beeinträchtigt. Um die größtmögliche Mobilität und Selbstständigkeit des Patienten zu erhalten, müssen daher **von außen gesetzte Mechanismen** den inneren Bewegungsmangel kompensatorisch ausgleichen. Diese Mechanismen können u.a. akustischer, optischer, verbaler und taktiler Art sein:

**Akustische Schrittmacher** können z.B. Musik über einen Walkman oder ein Metronom sein, die den externen Bewegungstakt für das Gehen vorgeben.

**Optische Hilfen** können als Markierungen auf dem Fußboden oder an den Treppenstufen (bzw. der ersten) in Form von Linien (Kreppband), Aufklebern in Fußform etc. gesetzt werden. Über die Augenmotorik, die meist weniger betroffen ist, kann visuell die Bewegung initiiert werden. Beispielsweise folgt der Blick einem externen Reiz, wie z.B. einem Ball oder einem Luftballon, dann kommt die Hinwendungsbewegung des Kopfes, des Rumpfes und schließlich der Arme und Hände zum Fangen (Auge-Hand-Koordination).

**Verbal** kann der Patient durch eine Eigeninstruktion »Ich stehe auf« die Bewegung in Gang setzen oder durch das

Aufsagen von Gedichten, Liedern, Versen, Zahlenreihen etc. den Rhythmus zum Gehen vorgeben (s. oben).

Eine weitere Hilfe stellt die vorherige **mentale Verarbeitung** von (vor allem komplexeren) Bewegungsabläufen dar. Der Patient spielt kognitiv die Bewegung Schritt für Schritt durch, worauf die motorische Umsetzung erfolgt.

Versandet die Bewegung, d.h., sie bleibt vor dem Ziel stehen, versucht der Patient durch eine bewusste Bewegungsplanung, die über das Ziel hinausschießt, es dennoch zu erreichen.

Bei den kognitiven Strategien ist jedoch zu beachten, dass sie im Gegensatz zu automatisierten Bewegungsprozessen (► Kap. 6 »Neuropsychologie, Top-down-/Bottom-up-Prozesse«) mit einer höheren Anforderung an die kognitiven Leistungen (Aufmerksamkeit) und mit höherem Tonusniveau verbunden sind. Die Patienten zeigen häufig schnellere Ermüdungserscheinungen kognitiver als auch motorischer Art. Teilweise kann man diesen Ermüdungserscheinungen durch eine gezielte Auswahl der Anforderungen entgegenwirken.

Die bewusste Steuerung von eigentlich automatisierten Bewegungsabläufen führt dazu, dass der Parkinson-Patient keine zwei Tätigkeiten parallel ausführen kann.

Geht beispielsweise der Patient eine Treppe herunter und wird dabei vom Therapeuten angesprochen, so muss er, um seine Aufmerksamkeit dem Gespräch widmen zu können, stehen bleiben.

Die **Anforderungen an den Patienten** sollten folgenden Kriterien entsprechen:

- Anforderungen auswählen, die das persönliche Interesse des Patienten wecken.
- Übungen eher mäßig auswählen (nicht überfordern) und regelmäßig ausführen.
- Wiederholte Tätigkeiten ausführen, die der Selbstständigkeit dienen.
- Stereotype Bewegungsmuster ohne Sinn und Zweck vermeiden.
- Übungen in der Art der Ausführung und Geschwindigkeit variieren, um eine Vielzahl unterschiedlicher Muskelgruppen anzusprechen.
- Anforderungen einbringen, die keinen allzu hohen Tonus erfordern, d.h. nicht allzu statisch ausgelegt sind (eher Mobilität).

Eine zusätzliche Problematik besteht in der Initiierung von Bewegungen, die auf rein automatisierter Ebene gesteuert werden und damit nahezu nie der bewussten Kontrolle unterliegen, wie beispielsweise Gleichgewichtsreaktionen (Stell- und Stützreaktionen). Man versucht über eine mobile Unterstützungsfläche, z.B. auf einem Pezziball, einer Weichbodenmatte, einem Trampolin oder einem Wackelbrett, die Reaktionen zu provozieren. Ein lang anhaltender funktioneller Gewinn im Sinne einer automatisierten Verfügbarkeit von Stell- und Stütz-

reaktionen scheint jedoch im fortgeschrittenen Stadium fraglich.

### Haltung: Befunderhebung

**Rumpf.** Je nach Dauer und Schwere der Erkrankung weisen Parkinson-Patienten, bedingt durch die tonische Veränderung der Rumpfmuskulatur, typische Haltungsmerkmale auf. Die HWS ist häufig vorverlagert und steil aufgerichtet, woraus eine nach vorn gebeugte Kopfstellung resultiert. Ebenso ist der Oberkörper durch eine Hyperkyphose in der BWS bei abgeflachter bzw. fehlender Lordose in der LWS nach vorn übergebeugt (Beugemuster). Durch die pathologische agonistische und antagonistische Tonuserhöhung der Rumpfmuskulatur sind die Drehbewegungen im Rumpf meist nur noch »en bloc« möglich. Die Rotation des Kopfes geschieht stark verlangsamt und wirkt puppenhaft.

**Obere Extremität.** Der Schultergürtel ist entsprechend dem Flexionsmuster protrahiert. Im Schultergelenk besteht eine dezentre Extensions- sowie Innenrotations- und Adduktionsstellung. Die Ellenbogengelenke sind bei proniertem Unterarm flektiert. Die Fingergrundgelenke sind bei extendierte Mittel- und Endgelenken flektiert. Der Daumen befindet sich in der Adduktionsstellung.

**Untere Extremität.** Im Hüftgelenk besteht meist eine dezentre Flexion, Innenrotation und Adduktion, die Knie sind dezent flektiert bei einer Neigung zu Plantarflexion im Sprunggelenk.

### Haltung: Therapie bzw. Prävention

Die abnorme Tonuserhöhung und die damit verbundene permanente Druckbelastung der Gelenke führt zu Muskel- und Gliederschmerzen, die in der Frühphase der Parkinson-Erkrankung häufig als rheumatisch bedingte Schmerzen fehldiagnostiziert werden.

Zudem führt die eingeschränkte Mobilität (s. Akinese) zur Rückbildung der Muskulatur sowie zur Versteifung und zu Kontrakturen in den Gelenken. Steht die Diagnose Parkinson einmal fest, sollte daher frühzeitig **mit regelmäßigen präventiven Maßnahmen zum Erhalt der Gelenkbeweglichkeit begonnen werden**.

Die Übungen sollten zu Beginn unter Anweisung eines Therapeuten fachgerecht durchgeführt werden und im Zuge der eigenständigen Umsetzung als **regelmäßiges Übungsprogramm zu Hause** (evtl. unter der Anleitung von Angehörigen) oder in Form von Gruppenaktivitäten (Selbsthilfegruppen) umgesetzt werden.

Dabei sollte das Übungsprogramm dem Leistungsstand des Patienten entsprechen und konsequent und regelmäßig als fester Bestandteil des Tagesablaufes stattfinden. Ein tägliches Üben von ca. 15 Minuten ist dabei besser als ein-

### 8.3 • Parkinson-Krankheit

mal 90 Minuten in der Woche. Das Training darf nie zu einer Überforderung und/oder zu Schmerzen führen; deshalb sollten die Patienten das Anforderungsniveau und Bewegungsausmaß selbst bestimmen.

Die Übungen sollten nicht als monotones, unangenehmes Pflichtprogramm empfunden werden, sondern vielmehr mit Freude an der Bewegung verbunden sein. Meist fühlen sich die Patienten danach lockerer und leistungsfähiger, wohingegen ein Ausbleiben des Übungsprogramms häufig zu einer Steifheit und Un geschicklichkeit führt.

**Ergänzend** zu dem gymnastischen Bewegungsprogramm sollten Spaziergänge, Haus- und Gartenarbeiten, Freizeitaktivitäten etc. zur Bewegungserhaltung und Verbesserung mit einfließen. Neben den genannten Faktoren ist Bewegung zudem für den Erhalt der Körperfunktionen, wie z.B. Herz-, Kreislauf- und Nierenfunktionen etc. notwendig, wobei in der Regel auch ein positiver Einfluss auf die psychische Verfassung im Sinne einer Stimmungsverbesserung mit einfließt.

#### Vorschläge für die Gestaltung von Übungsprogrammen

Durch die mangelnde Gelenkbeweglichkeit entsprechend den Haltungsanomalien (Beugemuster) besteht vor allem die Gefahr der Beugekontrukturen. Das Übungsprogramm sollte daher so aufgebaut sein, dass die Bewegungen proximal am Rumpf (Rumpfextension, Rotationsbewegungen) beginnen, endgradige Gelenksstellungen beinhalten (s. oben Haltung, Rumpf – Extremitäten) und somit dem pathologischen Muster entgegenwirken. Um die Tonuserhöhung zu reduzieren, kann der Therapeut die Gelenke des Patienten passiv endgradig mobilisieren. Dabei sollte sich die Mobilisation auf alle relevanten Gelenke beziehen und mit genügend Zeit durchgeführt werden. Die aktiven Bewegungen des Patienten sind vor allem dynamisch (evtl. mit Hilfsmitteln wie z.B. Bällen, Luftballons, Kegeln, Stäben etc.), schwungvoll unter Betonung der Rumpfrotation ausgelegt und damit weniger statisch/stabil. Ebenso können gymnastische Übungen im Bewegungsbade tonus senkend wirken. Die Anforderungen der Übungen sowie die Anzahl der Wiederholungen (ca. 3- bis 4-mal pro Übung) sind dem Alter, der Konstitution und dem Krankheitsstadium des Patienten entsprechend auszuwählen; d.h., die Übungen sind individuell anzupassen und müssen immer wieder an die Fähigkeiten des Patienten adaptiert werden. Im Folgenden werden Übungsbeispiele mit unterschiedlichen Schwierigkeitsgraden besprochen, aus denen Therapieinhalte und/oder individuelle Übungsprogramme für zu Hause zusammengestellt werden können. Zudem können Betroffene über die **Zentralstelle der dPV (Deutsche Parkinson Vereinigung)** Gymnastikfibel mit Übungsvorschlägen beziehen. □ **Übersicht 8.2** fasst allgemeine Anregungen zur Gymnastik zusammen.

#### □ Übersicht 8.2: Allgemeine Anregungen zu Übungsprogrammen

- Das Programm mit Übungen beginnen, die der Patient kennt und die ihm leicht fallen.
- Die Übungen sollten langsam beginnen und ruhig und ohne Hektik durchgeführt werden.
- Ein individuelles Übungsprogramm zusammenstellen, das sich an der Symptomatik, den Bedürfnissen und der Konstitution des Patienten orientiert.
- Die Übungen sollten nicht monoton und langweilig ausfallen, sondern eher abwechslungsreich und unterhaltsam (vor allem in Gruppen).
- Bei der entsprechenden Konstitution sollten die folgenden Übungen ca. 3-mal auf jeder Körperseite durchgeführt werden.
- Häufiges kürzeres Üben ist besser als wenige lange Übungseinheiten.
- Das Wohlbefinden und die persönliche Einschätzung des Patienten entscheiden über die Anforderungen der Übungsinhalte.
- Die Kleidung sollte nicht zu beengend sein (keine Krawatte, Gürtel etc.).
- Bei Erschöpfungszuständen, Unwohlsein oder Schmerzen ist die Übung zu beenden, oder zumindest ist eine längere Pause einzulegen.
- Das primäre Ziel liegt im Erhalt der größtmöglichen Unabhängigkeit von fremder Hilfe und/oder Hilfsmitteln und nicht im Erreichen sportlicher Höchstleistungen.

#### Übungen in Rücken- und Bauchlage

Die Übungen können u.a. morgens vor dem Aufstehen ausgeführt werden. Sie dienen der **Kontrakturprophylaxe** und **verbessern die Mobilität** im Tagesverlauf. Außer im Schlafzimmerbett kann das Übungsprogramm während des Tages auch auf einer Gymnastikmatte (falls der Transfer zum Aufstehen gewährleistet ist), dem Wohnzimmersofa, einer etwas stabileren Gartenliege usw. durchgeführt werden.

**Rückenlage, Ausgangsstellung.** Der Patient faltet, auf dem Rücken liegend, beide Hände hinter dem Kopf zusammen (Dehnung M. pectoralis). Falls diese Position nicht möglich ist, kann das Rückenteil angehoben, mit stabilen Kissen unterlagert (Verringerung der Extension im Hüftgelenk) oder die Hände können seitlich am Körper abgelegt werden (Verringerung der Flexionsstellung im Schultergelenk). Die Beine werden angewinkelt, sodass sich die Knie an der Innenseite berühren und die Fußsohlen fest auf der Unterlage stehen.

**Rumpfrotation WS, unterer Rumpf gegen oberen.** Die geschlossenen Knie werden mehrere Male abwechselnd möglichst weit nach rechts und wieder nach links geführt. Die Übung kann auch durchgeführt werden, indem ein Bein gestreckt und das andere gebeugt wird. Dabei wird abwechselnd das gebeugte Bein über das gestreckte geführt (Rotation unterer Rumpf – Becken gegen oberen).

**Rumpfrotation WS, oberer Rumpf gegen unteren.** Der Patient bewegt abwechselnd seine ausgestreckten Arme (maximale Flexion im Schultergelenk) mit gefalteten Händen, möglichst weit nach links und wieder nach rechts (Rotation oberer Rumpf – Schultergürtel gegen unteren Rumpf). Die Übung dient zudem der Transfervorbereitung zur Bauchlage (s. unten).

**Rumpfrotation WS, gegenläufige Rumpfbewegungen.** Als Steigerung kann der Patient beide Arme (mit gefalteten Händen) nach rechts bei gleichzeitiger Bewegung der Knie nach links ausführen oder einen Arm maximal abduzieren und flektieren (vom Körper wegstrecken) und das ipsilaterale Bein über das ausgestreckte Bein der kontralateralen Seiten führen (maximale Dehnung der seitlichen Rumpfmuskulatur).

**Extension Hüftgelenk.** Der Patient hebt und senkt mit angewinkelten Knien sein Gesäß von der Unterlage (Extension im Hüftgelenk). Dabei wird das Gesäß nicht in der Extensionsposition gehalten, sondern immer wieder auf die Unterlage zurückgeführt. Als Steigerung kann man die Übung abwechselnd mit einem angestellten und einem ausgestreckten Bein durchführen. Der Wechsel zwischen linkem und rechtem Bein sollte möglichst schnell erfolgen. Nach Möglichkeit führt der Patient zur endgradigen Dehnung (M. rectus femoris) abwechselnd seinen rechten bzw. linken Fuß von der rechten bzw. linken Bankkante (schmale Therapietisch) seitlich herab, sodass bei einer extendierten Hüfte (Rückenlage) und bei flektiertem Knie der Unterschenkel seitlich herabhängt. Bei einer breiteren Unterlage (Bett ohne Fußkante) können auch beide Beine am unteren Ende herabhängen. Zur weiteren Dehnung der ventralen Muskelketten führt der Patient seine ausgestreckten Arme möglichst weit über den Kopf nach hinten auf die Unterlage.

**Koordinationsübungen der Extremitäten.** Der Patient stellt abwechselnd (alternierend) ein Bein an und streckt es wieder aus. Der Wechsel zwischen den Beinen sowie das jeweilige Anstellen und wieder Ausstrecken des Beines, sollte möglichst schnell erfolgen, um auf das alternierende Gehen vorzubereiten.

Der Patient führt seine rechte Zehe über das linke Bein zur Unterlage und wieder zurück und wiederholt Entsprechendes mit der Gegenseite. Gegebenenfalls können auch

Ziele (Gegenstände, Körperteile) in erreichbarer Nähe vorgegeben werden, wie z.B. »der linke Zeh berührt den – rechten Fuß, – das rechte Knie, – die Unterlage und wieder zurück«. Neben der Beweglichkeit soll durch diese Koordinationsübung die Extremität stärker ins Bewusstsein rücken.

Als Steigerung wird die rechte Hand zum linken Fuß (Knie) geführt, wieder zurück und in gleicher Weise mit der Gegenseite wiederholt.

**Transfer von der Rücken- zur Seit- zur Bauchlage.** Zum Transfer von der Rücken- zur Seit- und zur Bauchlage führt der Patient den (oder die) über den Kopf ausgestreckten Arm(e) mit ipsilateral angestelltem Bein über die kontralaterale Körperseite. Der Kopf leitet dabei die Bewegung ein, Schulter, Arm, Becken und zuletzt das Bein folgen. Durch die fehlende Rumpfrotation (en bloc) führen die Patienten häufig den Lagewechsel mit viel Schwung über das Bein (anstelle des Kopfes) aus.

**Bauchlage.** Die Bauchlage ist nur bei Patienten möglich, bei denen keine Herz-, Kreislauf- oder Atemproblematik besteht und zudem keine Beugekontraktionen vorhanden sind.

**Ausgangsstellung.** Der Patient rotiert mit ausgestreckten Armen von der Rücken- über die Seitlage zur Bauchlage. In der Bauchlage liegen seine Hände mit angewinkelten Ellbogen mittig vor der Stirn, sodass sich die Fingerspitzen berühren. In dieser Position werden die ventralen Muskelketten gedehnt und bei Bewegungen des Rumpfes, Kopfes und der Extremitäten die dorsalen Muskeln aktiviert. Falls die Streckung der Hüfte und/oder der Beine endgradig nicht möglich ist, kann durch die Unterlagerung der Hüfte und/oder Füße (z.B. mit einem Kissen) die Stellung etwas verringert werden.

**Hüfte, untere Extremität.** Der Patient bewegt abwechselnd (nach dorsal) das rechte ausgestreckte Bein über das linke und umgekehrt. Die Bewegung dehnt die Hüftflexoren und aktiviert die Extensoren.

Der Patient führt abwechselnd den rechten bzw. linken Fuß (Flexion Knie) in Richtung rechte bzw. linke Gesäßhälfte. Als Steigerung dreht der Patient seinen Kopf zum jeweils angehobenen Bein (Rotation HWS).

Der Patient streckt beide Arme aus und hebt abwechselnd das linke bzw. rechte Bein seitlich an (Flexion Knie, Hüfte), als Steigerung geht die Blickrichtung zum gebeugten Bein (s. oben).

### Übungen im Sitzen

In der Sitzposition bestehen geringere Anforderungen an den Haltungstonus und das Gleichgewichtssystem als im Stand, wobei eine höhere Aktivität als in der Liegeposition

### 8.3 • Parkinson-Krankheit

notwendig wird. Zudem kann man das Bewegungsausmaß und die Bewegungsanforderung stark variieren. Dadurch findet die **Sitzposition** in den gymnastischen Übungsprogrammen von **Parkinson-Patienten** eine häufige Verwendung. Die Übungen dienen neben der Mobilitätssteigerung auch einer Verbesserung der Gleichgewichtsreaktionen. Falls das Übungsprogramm eigenständig ausgeführt wird, muss der Patient die nötige Sitzstabilität besitzen. Bewegungen mit mobilen Unterstützungsflächen, wie z.B. einem Pezziball oder einem Wackelbrett, sowie bei Übungen, die eine erhöhte Verlagerung des Körperschwerpunktes beinhalten (wie z.B. Ballspiele), muss eine **Sicherheitsperson** (Therapeut, Angehöriger) zugegen sein.

**Ausgangsstellung.** Der Patient sitzt möglichst aufrecht (Brust raus, Po rein) auf einem stabilen Hocker. Die Hände halten sich seitlich an der Sitzfläche, die etwa die Hälfte des Oberschenkels einnimmt, fest. Die Füße stehen hüftbreit fest auf dem Boden (falls eine Behandlungsbank o. Ä. benutzt wird, eignet sich für die Durchführung auch der Rotationssitz, s. Ataxie). Bei rumpfinstabilen (schwerer betroffenen) Patienten kann ein stabiler Stuhl mit Rückenlehne verwendet werden.

**Kopf- und Rumpfextension (Sagittalebene).** Der Patient wird gebeten, verschiedene Ziele an der Wand und der Decke vorab mit den Augen zu erfassen und diesen mit der entsprechenden Kopfstellung zu folgen. Die Ziele werden so vorgegeben, dass die Bewegung des Kopfes (Heben=Extension und Senken=Flexion HWS) zu weiterführenden Rumpfbewegungen (Extension/Flexion) führt, z.B. »Schauen Sie auf das Bild an der Wand, die Ecke zwischen der Wand und der Decke, auf die erste Lampe, die zweite Lampe etc. (Extension) und wieder den gleichen Weg zurück (s. unten Flexion).« Beim Rückweg des Kopfes (Flexion der HWS), soll der Patient sein Kinn möglichst weit an das Sternum führen. Verbindet man die Extensionsbewegung des Kopfes/Rumpfes mit einer physiologischen Vorverlagerung des Oberkörpers (über das Becken), so kann der Transfer vom Sitz zum Stand (Abschn. »Normale Bewegung, vom Sitz zum Stand«) vorbereitet werden.

**Lateralextension (Frontalebene).** Der Patient neigt sein linkes Ohr zur linken Schulter (Lateralflexion), wodurch sich die rechte Hals- und Rumpfseite verlängert (Lateralextension). Als Steigerung kann der Patient seinen kopfseits geneigten Arm (bei Kopfniegung nach links=linker Arm) über den Kopf zum kontralateralen (rechten) Ohr führen und die Dehbewegung unterstützen. Durch das Festhalten an der Sitzfläche, mit der kontralateralen (rechten) Hand, wird eine Aufwärtsbewegung des Beckens verhindert. Entsprechendes wird mit der Gegenseite (rechtes Ohr zur rechten Schulter) wiederholt.

Der Patient hält sich mit beiden Händen seitlich an der Sitzfläche fest und führt langsame Drehbewegungen des Kopfes nach rechts, wieder zurück und nach links aus (Rotation HWS), ohne dass dabei der Rumpf mit rotiert. Die Bewegung kann mit einer visuellen Zielvorgabe (s. oben) unterstützt werden (s. auch Übungen mit Hilfsmitteln).

**Rotation Rumpf (Transversalebene).** Der maximalen Kopfdrehung folgt der Schultergürtel abwechselnd maximal nach rechts und nach links. Nun folgt der Rotationsbewegung des Schultergürtels die abgewandte Hand zur Stützhand auf der Rotationsseite (beide Hände stützen auf der gleiche Seite) und umgekehrt.

Leichter betroffene Patienten falten die Hände hinter dem Kopf (Nacken) und rotieren maximal nach rechts und nach links.

**Rumpf – Extremitäten, oberer Rumpf.** Der Patient sitzt auf dem Hocker, die Arme hängen seitlich locker herunter. Er wird gebeten, die Schultern abwechselnd anzuheben und wieder locker fallen zu lassen. Als Steigerung rotiert der Kopf so weit wie möglich zur jeweils angehobenen Schulter.

**Bauchtanz.** Der Patient beginnt damit, dass er seinen Bauch selektiv nach vorne (Beckenkippung, Extension WS) und hinten (Beckenhebung, Flexion WS) bewegt. Als Erleichterung kann die rechte Hand am Bauch und die linke Hand im Rücken (oder umgekehrt) die Bewegung durch einen leichten Druck unterstützen (Sagittalebene).

Der Patient versucht nun abwechselnd die rechte und linke Gesäßhälfte von der Sitzfläche abzuheben. Gegebenenfalls kann das Bein mit der entsprechenden Gesäßhälfte zur Erleichterung mit angehoben werden (Frontalebene). Die Hände können unterstützend seitlich am Becken platziert werden.

Nun versucht der Patient, die obigen Bewegungsmuster zu integrieren und kreisende rhythmische Bewegungen mit dem Becken (Transversalebene) auszuführen. Hierbei eignet sich sehr gut eine entsprechende musikalische Untermalung (Bauchtanz, Samba o. Ä.).

**Extension, Flexion der Arme und des Rumpfes.** Der Patient wird gebeten, sich mit seinen Armen (ähnlich wie morgens nach dem Aufstehen) ausgiebig zu räkeln. Danach bewegt er seine ausgestreckten Arme ( $90^\circ$  Flexion im Schultergelenk) so weit wie möglich nach oben (Extension WS), als wolle er einen bestimmten Gegenstand greifen. Am oberen Endpunkt versucht der Patient, mit den Armen und dem Rumpf langsame Wippbewegungen nach dorsal auszuführen. Auf dem Rückweg versucht er, mit seinen Fingerspitzen den Boden bzw. die Füße zu berühren (Flexion WS). Ohne die Wippbewegung kann der Patient die Übung mit ei-

nem Atemtraining verbinden, indem er bei der Aufwärtsbewegung tief einatmet und bei der Abwärtsbewegung laut ausatmet.

Als Steigerung stellt der Patient seine Beine zusammen (Verringerung der Unterstützungsfläche) und greift zuerst abwechselnd mit der linken Hand am linken Bein vorbei auf den Boden und darauf folgend Gleichtes mit der rechten Hand. Gelingt dies, kann der Patient versuchen, mit beiden Händen gleichzeitig (außen an den Beinen vorbei) den Boden zu berühren.

**Alternierendes Schwingen der Arme (s. auch Übungen mit Hilfsmitteln, Gymnastikbälle).** Der Patient schwingt alternierend mit seinem rechten Arm nach ventral und mit dem linken nach dorsal. Als Steigerung kann der Patient zur Ventralbewegung des Armes das kontralaterale Gesäß und Bein anheben (s. oben), d.h. bei der Vorwärtsbewegung des linken Armes das rechte Gesäß (Bein) und umgekehrt.

**Untere Extremität.** Der Patient streckt die Beine so weit wie möglich aus. Der Rücken muss dabei nicht gestreckt sein, und beim Strecken muss darauf geachtet werden, dass kein Krampf in das Bein einschießt (ggf. Streckbewegung verringern und Muskulatur lockern). Er dreht locker die Füße (Großzehe) nach außen (Außenrotation, Hüftgelenk) und innen (Innenrotation). Er zieht mit ausgestreckten Beinen die Zehe zur Nase und streckt sie wieder weg. Als Steigerung setzt er im Wechsel beide ausgestreckten Beine mit der Ferse auf den Boden, zieht die Beine (gebeugte Knie) wieder an und berührt mit den Zehspitzen den Boden und wieder zurück.

Der Patient streckt, aus der normalen Sitzposition, ein Bein möglichst waagrecht aus, zieht die Zehspitzen zur Nase und wieder von der Nase weg und führt das Bein wieder zurück in die Ausgangsstellung. Entsprechendes wird mit dem anderen Bein wiederholt.

Der Patient schlägt ein Bein über das andere, sodass nach Möglichkeit das Sprunggelenk des oben liegenden Beines etwa in Höhe des Knies platziert wird. Nun übt er mehrmals einen leichten Druck (von jeweils ca. 10 Sekunden) auf den oben liegenden Oberschenkel aus (Beine abwechseln).

Der Patient hebt ein Bein vom Boden, sodass sich das Knie etwas in Richtung der kontralateralen Schulter bewegt und die Ferse auf der Sitzfläche aufsteht. Als Erleichterung kann der Patient mit seinen gefalteten Händen den Unterschenkel umgreifen und damit den Bewegungsablauf unterstützen. Der Erhalt der endgradigen Knie- und Hüftflexion ist u.a. für das selbstständige Anziehen von Schuhen und Strümpfen wichtig.

Der Patient positioniert sich an einem feststehenden Gegenstand, z.B. Sprossenwand oder auch an einem festen Möbelstück (schwerer Sessel, Arbeitsfläche einer Anbaukü-

che etc). Er hält sich dort mit der rechten Hand fest und schwingt mit dem leicht gebeugten linken Bein so weit wie möglich hin und her. Entsprechendes wird mit der Gegenseite wiederholt.

**Übungen mit Hilfsmitteln.** Längerer Holzstab (Besenstiel, an dessen unterem Ende der Gummistopper einer Unterarmgehstütze angebracht wurde)

Schwerer betroffene Patienten dient ein etwas längerer Holzstab als Hilfsmittel. Die Patienten stellen den Stab zwischen ihre Füße und greifen ihn mit übereinander liegenden Händen so weit oben wie möglich. Als Steigerung greift die unten liegende Hand über die oben liegende und arbeitet sich so im Wechsel in die Aufrichtung (und wieder zurück). Kopf und Rumpf richtet sich im Rahmen der Möglichkeiten auf, und der Patient wird aufgefordert, bestimmte Ziele im Raum (s. oben) zu erfassen.

**Transferhilfe vom Sitz zum Stand.** Als Transferhilfe kann der Patient mehrmals seinen Oberkörper am Holzstab nach vorn verlagern und so die Gewichtsübernahme der Beine für das Aufstehen trainieren. Beim Aufstehen nach vorne (Sagittalebene) sind die Füße (hüftbreit) parallel ausgerichtet und werden gleichmäßig belastet. Beim Aufstehen zur Seite nimmt der Patient die Schrittstellung zur jeweiligen Seite ein. Das vordere Bein ist in Schrittstellung in der Bewegungsrichtung (nach rechts oder links) ausgerichtet, während das hintere als Standbein (größere Gewichtsübernahme) fungiert. Die Gewichtsübernahme wird langsam begonnen und mit steigender Gewichtsübernahme und zunehmender Vorverlagerung des Oberkörpers ausgebaut, bis schließlich die Beine so viel Gewicht übernehmen, dass sich das Gesäß von der Unterlage abheben kann.

Ältere Menschen mit einer Hyperkyphose in der BWS (fehlende Extension/Aufrichtung der WS) kompensieren den Transfer vom Sitz zum Stand in der Regel über den Schwung der Arme. Leider ist diese Möglichkeit durch die Haltung der Arme und die Akinese bei Parkinson-Patienten nur sehr eingeschränkt möglich. Schwungvolle Armbewegungen mit zwei kleineren Gymnastikbällen in jeder Hand können daher zur Transferverbesserung vorbereitend angewendet werden (s. unten Schwungübungen mit Gymnastikbällen).

**Holzstab vor dem Körper (evtl. Stab mit Zahlenmarkierungen s. Ataxie).** Ein ca. 1 Meter langer Stab wird mit dem größtmöglichen Abstand zwischen den Händen (abduzierten Armen) gegriffen und symmetrisch nach oben (falls möglich über den Kopf) und wieder zum Boden geführt (Sagittalebene).

Gelingt dies, bewegt sich eine Hand nach oben und die andere nach unten, sodass die sich nach oben bewegende Hand die Lateralextension im Rumpf einleitet und die nach

### 8.3 • Parkinson-Krankheit

unten eine Lateralflexion. Der Stab liegt dabei ungefähr parallel zur verkürzten Rumpfseite (Frontalebene). Entsprechendes wird abwechselnd auf beiden Körperseiten wiederholt.

Der Stab wird waagrecht, etwa in Augenhöhe, vor dem Körper gehalten. Der Patient dreht sich abwechselnd maximal nach rechts und nach links (Transversalebene). Als Steigerung kann das der Rotationsseite zugewandte Bein (Rumpfrotation nach links=linkes Bein) über das andere Bein geschlagen werden.

Der Patient legt den Holzstab (quer zu sich) etwa 20-25 cm vor den Hocker. Er fährt abwechselnd mit dem rechten (linken) Bein möglichst weit an das rechte (linke) Ende des Stabes und wieder zurück. Als Steigerung kann der Patient bei ausgestrecktem Bein mit den Zehen mehrmals hinter und vor den Holzstab hüpfen.

Der Patient bewegt alternierend ein Bein ausgestreckt vor den Stab, sodass die Ferse den Boden berührt, während das andere Bein hinter dem Stab mit gebeugtem Knie auf den Zehspitzen steht.

**Holzstab hinter dem Körper.** Der Stab wird mit dem größtmöglichen Abstand hinter dem Körper gehalten. Nun schwingt der Patient mit dem Stab abwechselnd hin und her. Als Steigerung folgt eine Kopfbewegung zur jeweils hinschwingenden Seite.

Eine Hand wechselt die Griffposition und führt den Stab nach oben etwas über den Hinterkopf, die andere Hand geht nach unten etwa an den Lumbalbereich, sodass der Stab auf der hinteren Sitzfläche aufsteht und in etwa der WS-Stellung entspricht. Als Referenzpunkte für die Aufrichtung dienen die Hand im Lumbalbereich, die Berührung des Stabes in Höhe der hinteren BWS (zwischen den Schulterblättern) und nach Möglichkeit des Hinterkopfes.

**Bälle (Pezziball, Luftballon, Gymnastikball).** Bälle bringen stets Dynamik in die Therapie. Sie eignen sich daher sehr gut zur Beübung automatisierter schwungvoller Bewegungsabläufe, für die Koordination in der oberen und unteren Extremität sowie für die Förderung von Gleichgewichtsreaktionen (Stellreaktionen). Da bei diesen Übungen ein erhöhtes Sturzrisiko besteht, sollte sich stets eine Sicherheitsperson entsprechend positionieren, um bei Bedarf einzugreifen.

**Gymnastikball, Mobilität, Koordination, Körperwahrnehmung.** Der Patient rollt einen Ball von der rechten Zehspitze mit beiden Händen an seinem Körper entlang zur Brust, wechselt dort auf die linke Brustseite und rollt wieder zurück zur linken Zehenspitze (Wiederholung von der linken Zehenspitze ausgehend).

Der Patient führt den Ball mit der rechten Hand um seinen rechten Unterschenkel, wechselt zwischen den Beinen in die linke Hand und fährt mit dieser um den linken Un-

terschenkel, sodass die Ballführung in etwa einer Acht entspricht.

Der Patient kreist mit dem Ball in einem möglichst großen Bogen um den Körper. Vor und hinter dem Körper wechselt die Hand (Durchführung nach rechts und nach links).

**Schwungübungen.** Der Patient schwingt mit zwei kleinen Bällen in jeder Hand gleichmäßig beide Arme vor und zurück (Vorbereitung zum Aufstehen, s. oben Transfer).

Der Patient schwingt alternierend mit der rechten Hand nach vorn und gleichzeitig mit der linken Hand zurück (Vorbereitung für das Gehen).

**Koordinationsübungen.** Ein zweiter Partner (z.B. Angehöriger) wirft dem Patienten einen Luftballon zu. Der Therapeut sichert den Patienten (hinter ihm stehend). Der Ballon wird mit zunehmendem Bewegungsausmaß (je nach Potenzial des Patienten) in verschiedenen Körperebenen angeboten, d.h. in etwa Brusthöhe, Kniehöhe, über dem Kopf etc. Als Steigerung wird der Luftballon mit dem Gymnastikball ausgetauscht. Die Hilfsperson kann in der Geschwindigkeit, dem Bewegungsausmaß und der Art des Wurfes (z.B. hochwerfen oder aufprellen) variieren.

In ähnlicher Weise soll der Patient den Ball (Luftballon) mit dem Fuß (evtl. Knie) wegschießen, beispielsweise in ein bestimmtes Ziel, wie z.B. zwischen zwei Hockern als Tor oder mit dem Rückwurf bzw. Rückschuss zwischen oberer und unterer bzw. linker und rechter Seite wechseln.

**Pezziball.** Der Pezziball liegt vor dem Patienten, er rollt mit beiden Händen den Ball so weit wie möglich nach vorn und wieder zurück (Sagittalebene).

Die linke Hand liegt mit abduziertem Arm auf dem Ball. Der Patient schiebt den Ball so weit wie möglich zur linken Seite und wieder zurück, Gleicher wird mit der rechten Seite wiederholt (Frontalebene). Bei Bewegungsrichtung nach links verlängert sich die linke Rumpfseite während sich die rechte stabilisierend im Sinne einer Rumpfstellreaktion verkürzt (Lateralflexion).

Der Patient rollt den Pezziball in einem großen Bogen um seinen Körper (Transversalebene).

**Mobile Unterstützungsfläche (USF).** Weitaus größere Koordinations- und Gleichgewichtsanforderungen entstehen, wenn die stabile USF eines Hockers gegen die mobile USF des Pezziballs ausgetauscht wird. Neben den folgenden Übungen können Inhalte auch aus den bisher beschriebenen Vorschlägen (s. z.B. Luftballon, Gymnastikball etc.) je nach Patientenpotenzial in das Übungsprogramm mit einfließen. Eine Sicherheitsperson ist jedoch unabdingbar, und der Luftdruck des Balls sollte stets vor der Übungseinheit überprüft werden.

Der Patient sitzt auf dem Ball, die Beine stehen hüftbreit fest auf dem Boden, Sprung-, Knie- und Hüftgelenk sind in etwa 90° Grad angewinkelt. Der Patient rollt mehrmals langsam den Ball nach hinten und nach vorn (Sagittalebene), danach mehrmals zur Seite nach rechts, zur Mitte und nach links und wieder zurück zur Mitte (Frontalebene). Zum Schluss versucht er, kreisende Bewegungen auf dem Ball auszuführen (Transversalebene, s. oben Bauchtanz).

Der Patient beginnt ein leichtes langsames Hopsen auf dem Ball, das im Bewegungstempo und in der Bewegungsintensität während der Übung variiert. So wie bei allen bisher beschriebenen Übungen eignen sich auch hierbei sehr gut akustische Taktgeber, wie z.B. in die Hände klatschen, ein Tamburin, Zahlen sprechen »eins-zwei-drei-vier, eins-zwei«, Musik etc.

[Ein möglicher Ansatz aus der SI könnte, zumindest in der Theorie, zu einer Verbesserung der Körperhaltung beitragen. Die lineare Stimulation der Makulaorgane, wie z.B. auf einer Vierpunktschaukel, bewirkt eine Extensorenaktivität, die der gebeugten Körperhaltung entgegenwirken könnte (zum Teil finden sich Therapeuten, die dies bestätigen).]

**Übergang vom Sitz zum Stand, Transfer- und Alltagshilfen.** Der Wechsel zwischen der Sitzposition zum Stand, vor allem von sehr niedrigen Sitzpositionen ausgehend, stellt auch ein relativ häufiges Problem in Alltagssituationen dar. Gelingt es nicht, ein entsprechendes Bewegungspotenzial zu erhalten bzw. wieder zu erreichen, so muss das häusliche Umfeld an die Möglichkeiten des Patienten adaptiert werden.

Beispielsweise kann durch adaptierbare Holzklötzte an den Füßen des Bettes die Bett Höhe an die individuellen Bedürfnisse des Patienten angepasst werden (Anpassung nur vom Sanitätshaus). Eine weitere Möglichkeit liegt in der Verordnung eines elektrisch verstellbaren Therapiebettes. Zudem sollte die Stand- und Rutschfestigkeit der Stühle und Sessel überprüft werden. Die Toilettenbrille kann mit einer Toilettensitzerhöhung, die in verschiedenen Höhen erhältlich ist, ausgetauscht werden. In der Badewanne kann ein Badewannenbrett oder ein Akku-Badewannenlifter das selbstständige Waschen erleichtern. Als weitere Transfererleichterung und auch zur Sicherheit dienen Haltegriffe in verschiedensten Ausführungen, u.a. für Toilette, Bad, Waschbecken etc. Falls die Toilette (Bad/DU) von mehreren Familienmitgliedern genutzt wird, sollten die Haltegriffe an der Toilette (z.B. Stützschwenkgriff) oder ein evtl. klappbarer Duschsitz gewählt werden. Die Dusche und die Badewanne müssen mit einer rutschfesten Unterlage ausgestattet werden.

### Übungen im Stand

Die Übungen im Stand stellen höhere Anforderungen an den Haltungstonus und das Gleichgewicht. Sie dienen ei-

ner Stabilitätsverbesserung in der unteren Extremität und des Beckens sowie der Mobilitätsverbesserung in der oberen Extremität und im Schultergürtel.

**Ausgangsstellung.** Der Patient steht mit etwas abduzierten Beinen (leicht gegrätscht) in einer möglichst aufrechten Körperhaltung. Durch die Gleichgewichtsanforderung besteht eine erhöhte Sturzgefahr. Der Therapeut oder eine zusätzliche Sicherheitsperson sollten sich daher in nicht allzu großem Körperabstand positionieren, um bei Bedarf eine Hilfestellung zu gewährleisten.

**Holzstab vor dem Körper.** Der Patient hält den Holzstab (s. oben) vor sich in Brusthöhe, er streckt den Stab über den Kopf (Arme gestreckt) und führt ihn wieder in die Ausgangsstellung zurück. Im weiteren Bewegungsablauf führt er den Stab zur Hüfte, zum Knie und nach Möglichkeit zu den Füßen und wieder zurück zur Brust.

Der Patient führt den vor dem Körper ausgestreckten Holzstab über den Kopf, danach abwechselnd zur rechten Seite, in die Mitte, und wieder zur linken Seite (Frontalebene, Dehnung der seitlichen Rumpfmuskulatur).

**Holzstab hinter dem Körper.** Der Patient hält den Holzstab mit möglichst großem Abstand zwischen den Händen hinter dem Körper am Gesäß. Er bewegt den Stab möglichst weit vom Gesäß weg und führt ihn an dieses wieder zurück (Sagittalebene).

Der Patient hält den Holzstab hinter dem Körper in der Ellenbogenbeuge. Er rotiert langsam mit zunehmendem Bewegungsausmaß nach rechts und nach links (Transversalebene).

**Übungen mit einem Luftballon.** Der Patient balanciert einen Luftballon von der rechten zur linken Hand und wieder zurück. Als Steigerung wird der Kopf mit einbezogen. Dabei schlägt die linke Hand den Ballon hoch zum Kopf (Kopfballon), worauf ihn die rechte Hand auffängt und wieder zum Kopf zurückprellt etc.

Je nach Potenzial des Patienten können auch die Knie (rechtes oder linkes Knie) mit einbezogen werden, oder der Ball wird mit den Fingern über dem Kopf (Arme gestreckt) zwischen rechten und linken Fingern (Hand) hin und her geschlagen.

**Übungen mit zwei Holzstäben, Ausgangsstellung.** Eine zweite Person steht dem Patienten gegenüber (evtl. zusätzliche Sicherheitsperson hinter dem Patienten). Beide Personen halten zwei Stäbe (rechts und links) jeweils an den Enden ungefähr waagrecht zwischen sich.

Beide Personen schwingen mit den Stäben vor und zurück (s. auch Schwungübungen). Danach werden die Stäbe alternierend bewegt, d.h., ein Stab wird nach vorn bewegt,

### 8.3 • Parkinson-Krankheit

während sich der gegenüberliegende nach hinten bewegt. Als weitere Variante werden die Stäbe zuerst abwechselnd und dann gleichzeitig möglichst weit seitlich vom Körper wegbewegt (Abduktion der Arme).

**Gleichgewichtsreaktionen.** Um die Anforderung an das Gleichgewicht zu erhöhen, können die Übungen auf einer mobilen USF, wie z.B. einer etwas dickeren Weichbodenmatte, einem größeren Trampolin oder einem Wackelbrett (immer mit »Sicherheitsperson«) ausgeführt werden.

**Stellreaktionen (Frontalebene).** Der Patient steht mit etwas abduzierten Beinen auf einer dickeren Weichbodenmatte (25–30 cm, je dünner desto stabiler und sicherer, je dicker desto größer sind die Anforderungen). Der Therapeut steht hinter ihm und bewegt die USF durch die Verlagerung seines Körpergewichtes jeweils nach rechts und links. Der Patient erhält die Anweisung »Stellen Sie sich vor, Sie sind auf einem Schiff bei stürmischer See« o. Ä. Den Fähigkeiten des Patienten entsprechend, bewegt der Therapeut die Unterlage und steigert die Bewegungsanforderung (Intensität und Geschwindigkeit) mit dem Einsetzen adäquater Reaktionen (Vorsicht vor Überforderung). Der Patient reagiert mit Stellreaktion im Rumpf, d.h., die belastete Rumpfseite (Standbein) verlängert sich, und die nicht belastende verkürzt sich (Lateralflexion). Mit zunehmendem Bewegungsausmaß sollte der Patient die Arme als Ausgleichsgewichte beteiligen (s. normale Bewegung, Gleichgewichtsreaktionen, Stellreaktionen der Arme).

**Schrittstellung (Sagittalebene).** Als Steigerung nimmt der Patient die Schrittstellung ein (Verringerung der USF), der Therapeut steht nun seitlich neben dem Patienten (evtl. auf der Fallseite) und stimuliert mit der Verlagerung seines Körpergewichtes die Gewichtsübernahme vom hinteren auf das vordere Standbein (Verbesserung/Vorbereitung zum Gehen).

#### Praxistipp

##### Allgemeine Hinweise

Es ist von grundlegender therapeutischer Relevanz, unmittelbar nach dem Auftreten der ersten Krankheitszeichen (und nicht erst im fortgeschrittenen Stadium) mit dem Übungsprogramm zu beginnen. Dies betrifft vor allem automatisierte Bewegungsabläufe, wie z.B. die Stellreaktionen, das Gehen etc. Neben den beschriebenen Übungen, bieten auch die obigen Beispiele aus dem Sitz ein breites Variationsspektrum für den Stand (auf stabiler oder mobiler USF). Die Wichtigkeit von rhythmischen, akustischen Taktgebern, wie z.B. Musik, Händeklatschen, Singen etc., zur Bewegungsinitierung und Ausführung wurde bereits in der Einleitung und während der Übungsbeispiele besprochen. Die Position des Therapeuten bzw. der Sicherheitsperson muss so gewählt werden, dass eine Hilfestellung bei einem Sturz jederzeit möglich ist.

#### Beispiel

**Selbsterfahrung.** Spielen Sie die beschriebenen Übungen mit einem Kollegen durch, und entwickeln Sie einen Anforderungskatalog mit den Sparten: Liegen, Sitz und Stand. Unterteilen Sie die Übungen der jeweiligen Sparte in schwer, mittel und leicht. Die Aufgabe erscheint auf den ersten Blick etwas aufwändig. Da es jedoch nicht »das Übungsprogramm« für alle Parkinson-Patienten gibt, sondern vielmehr ein der Konstitution und der Krankheitsphase entsprechendes und im Krankheitsverlauf adaptierbares Programm erstellt werden muss, dient die Aufgabe als Grundlage einer individuellen Vorgehensweise – ähnlich einem Rezeptbuch, das auf die individuellen Bedürfnisse und Schwierigkeiten des Patienten zugeschnitten ist. Zudem können die Übungssequenzen zur Gruppentherapie, symptomorientiert bei leichtgradigen Hemiparesen und zur aktiven konstitutionellen Verbesserung im geriatrischen Bereich, eingesetzt werden.

#### Therapie des Ganges

**Schrittänge.** Wie bereits beschrieben, zeigen vor allem schwerer betroffene Patienten ein kleinschrittiges, schlurfendes Gangbild mit vornübergebeugter Körperhaltung. Als vorbereitende Maßnahme eignet sich die Übung im Sitzen, bei der das Vorschwingen des Armes von dem Anheben des kontralateralen Beines (Becken) begleitet wird (s. Übungen im Sitz, alternierendes Schwingen der Arme). Um das kleinschrittige Gangbild zu verbessern, führt der Patient einen möglichst großen Schritt (Schrittänge) aus. Der Therapeut nimmt das Maß und setzt diesem entsprechend Markierungen (z.B. mit Kreppband) auf den Boden. Der Patient setzt nun möglichst rhythmisch einen Fuß nach dem anderen auf oder zwischen die Markierungen. Zu Beginn wird eine gerade, freie Gehstrecke von Punkt A zu Punkt B gewählt, wobei das Ziel stets mit einer realen Gegebenheit verbunden wird (z.B. zum Schrank, zum Glas etc. gehen). Als Steigerung werden Kurven, Hindernisse, Engpässe, Richtungswchsel etc. (z.B. um Kegel herum oder zwischen zwei Turnbänken hindurch) integriert.

**Tunnelphänomen.** Um auf das Engpass- oder Tunnelphänomen einzuwirken, können sich die Hindernisse, wie z.B. beidseitige Begrenzung durch Kegel, Therapiebänke etc., gegen Ende der Wegstrecke konisch verjüngen. Bei einem Hausbesuch können dazu beengende Möbelstücke, wie z.B. eine Kommode, ein Kleiderständer etc. dienen. Beim Durchschreiten des Engpasses sollten sich das Gangtempo und die Schrittänge nicht verringern.

**Trainingsablauf.** Während des Trainings sollten genügend Pausen stattfinden. Gelingt das Angehen nach einem Bewegungsstillstand nicht (z.B. nach einer Pause, einem Hindernis, einer roten Ampel etc.), kann der Patient durch Eigenstimulation, wie z.B. ein leichter Schlag auf den Oberschenkel, das bewusste Vorschwingen eines Armes oder durch eine

Hilfsperson, die zum Bewegungsstart in die Hände klatscht (externer akustischer Reiz), die Gehbewegung erneut initiieren. Mit zunehmender Verbesserung des Gehens reduzieren sich die Markierungen, sodass der Patient evtl. für die Strecke von Punkt A (von der Tür) nach Punkt B (zum Fenster) nur noch die Startmarkierung benötigt. Dabei kann auch ein etwas größeres Hindernis (s. unten schlurfender Gang), das der Patient bewusst überwinden muss, zu einem verbesserten Bewegungsstart führen.

**Alltagstransfer.** Ziel ist es, die Unabhängigkeit des Patienten von fremder Hilfe (Hilfsmittel, personell), so weit und so lange wie möglich zu erhalten. Im Rahmen eines Hausbesuchs können die Wegstrecken zwischen den wichtigsten Zimmern als Grundlage dienen. Dabei sollte das Gehen sinngemäß eingesetzt werden, d.h. einen bestimmten Zweck erfüllen. Beispielsweise bringt der Patient eine Schüssel, die Teller oder das Besteck etc. von der Küche ins Esszimmer. Die Anforderungen sind an die Fähigkeiten des Patienten zu adaptieren. Zwei parallel ablaufende motorische Handlungen sind schwerer bewusst zu steuern als eine.

Zudem ist auf evtl. Stolperfallen (Teppichvorleger etc.) und beeengende Möbelstücke (Kommode im Flur etc.) zu achten.

Die Angehörigen sollten als Kotherapeuten in die Therapie mit integriert werden, z.B. wenn die selbstständige Bewegungsinitiierung nur noch bedingt möglich ist, als Sicherheitsperson oder um die Übungsfrequenz zu erhöhen (z.T. auch ohne Therapeut).

**Schlurfender Gang.** Um dem schlurfenden Gangmuster entgegenzuwirken, werden die Markierungen durch flexible Gegenstände, wie z.B. Schaumgummiklötzchen, Kartonschachteln etc., ersetzt. Die Gegenstände dürfen nicht höher und breiter als 20 cm sein. Durch die Stolpergefahr muss immer eine Sicherheitsperson (Therapeut) zugegen sein. Eventuell kann dabei die Sicherheitsperson den Patienten leicht stützen und verbale Instruktionen wie »Heben Sie das Bein hoch« geben oder laut die Schritte mitzählen »eins, zwei, drei – eins, zwei etc.«.

**Pulsionssymptomatik.** Um der Pulsionsproblematik (Propulsion, Fallneigung nach vorn) entgegenzuwirken, sollte der Patient eine möglichst aufrechte Körperhaltung einnehmen, flache Schuhabsätze tragen und größere Wegstrecken in mehrere Teilstrecken unterteilen. Die Unterteilung kann durch das bewusste Fixieren von Gegenständen (Möbelstücken, markante Punkte, wie z.B. Bild an der Wand etc.) geschehen. Bemerkt der Patient eine Erhöhung des Bewegungstempos, so muss er lernen, die Bewegung (z.B. durch Eigeninstruktion) bewusst zu stoppen. Eine besondere Gefahr der Pulsionsphänomene zeigt sich im Straßenverkehr. Die Patienten sind dabei häufig so stark verunsichert, dass

sie aus Unsicherheit die Teilnahme am öffentlichen Leben meiden. Daher sollten nach Möglichkeit für die täglichen Spaziergänge ungefährliche Wege (z.B. Fußgängerwege) ausgewählt werden. Zudem müssen die Angehörigen mit der Symptomatik vertraut gemacht werden, um als Hilfs- und Sicherheitsperson eine Teilnahme am öffentlichen Leben zu ermöglichen.

**Externe Hilfen.** Das Gehtraining sollte sich nicht auf die Therapierräume beschränken, sondern sich vielmehr an den Möglichkeiten, den Örtlichkeiten (Wohnung, Wohnort) und den Bedürfnissen des Patienten orientieren. Bei leichter betroffenen Patienten kann dies z.B. ein Einkaufstraining zu Fuß in der Stadt oder einen Waldspaziergang in unebenem Gelände beinhalten. Neben dem Atmen, dem Kauen oder dem Schwimmen etc. ist das Gehen wohl das deutlichste Beispiel für rhythmische Bewegungsabläufe (► Kap. 3 »Motorische Systeme, Lokomotion«). Entsprechend gut lassen sich diese Bewegungsabläufe durch äußere rhythmische Hilfsmittel unterstützen, wie z.B. akustisch durch Musik beim Tanzen oder visuell durch Markierungen auf dem Boden. Beim Gangtraining des Parkinson-Patienten geht es vor allem um die Ausführung möglichst physiologischer, gleichmäßiger Schritte mit einer entsprechenden Schrittgeschwindigkeit.

**Visuelle Hilfen.** Das Gehen kann z.B. in der Fußgängerzone, auf öffentlichen Plätzen (evtl. abends ohne Publikumsverkehr), auf leeren Schulhöfen oder gepflasterten Gehwegen trainiert werden. Der Betroffene versucht, auf Bodenmarkierungen (z.B. Pflastersteine, Gehplatten o. Ä.) mit gleichem, nicht allzu großem Abstand (s. oben Schrittänge) zu gehen. Er setzt dabei abwechselnd einen Fuß vor den anderen auf die jeweilige Bodenmarkierung. Das Gehen sollte sich gleichmäßig schnell und rhythmisch gestalten, zudem achtet der Betroffene auf das adäquate Abheben der Füße. Die Vorgehensweise und der Ablauf des Gehparcours gleichen dem oben Beschriebenen (Gerade, Kurven, Hindernisse).

**Akustische Hilfen.** Für die akustische Taktvorgabe eignet sich ein Walkmann, der durch die musikalische Taktvorgabe die Initiierung und den Ablauf des Gehens verbessert. Die Musik sollte dabei nicht zu schnell getaktet sein, häufig wird etwas langsamere Marschmusik oder Volksmusik verwendet.

**Treppe.** Die Treppe stellt meist erst im fortgeschrittenen Stadium ein Problem dar. Der Startbeginn entspricht dem des normalen Gehens, d.h. Eigeninstruktion (z.B. verbal »Ich gehe«, taktile: Schlag auf den Oberschenkel), optische Markierungen (z.B. an der ersten und letzten Treppenstufe), taktile Markierung am Geländer oder Fremdinstruktions-

### 8.3 · Parkinson-Krankheit

onen durch eine Hilfsperson (Angehöriger). Beim Hinaufgehen der Treppe befindet sich der Therapeut hinter dem Patienten, beim Heruntergehen vor dem Patienten (Sturzgefahr). Bei schwerer betroffenen Patienten ist der Beistellschritt auf jeder Stufe sicherer als das physiologische alternierende Treppensteigen und sollte daher bei diesem Klientel angewandt werden. Eventuell kann die Sicherheit auch durch ein zweites (beidseitiges) Treppengeländer gesteigert werden.

#### Fein-/Graphomotorik: Befunderhebung

Entsprechend den Kardinalsymptomen zeigen sich auch bei feinmotorischen Bewegungsabläufen eine Verarmung des Bewegungsausmaßes (Akinese), eine reduzierte Bewegungsgeschwindigkeit (Rigor) und eine Beeinträchtigung der Bewegungspräzision (Tremor). Auffällig wird dies vor allem in den ADL-Bereichen, wie z.B. beim An- und Ausziehen (Schnürsenkel binden, Knöpfe zuknöpfen), bei der Nahrungsaufnahme (im Umgang mit Messer und Gabel) und schon recht früh in einer Verschlechterung des Schriftbildes. Letzteres wird als typisches Parkinson-Schriftbild als Mikrographie beschrieben. Dabei kommt es zum Verlust der charakterlichen Schriftzüge, einer Verkleinerung der Schriftgröße (vor allem gegen Ende des Satzes) sowie zu einer Verringerung des Schreibtempo, wodurch das Schriftbild zunehmend unleserlicher wird.

Ein möglichst langer Erhalt der feinmotorischen Fähigkeiten ist unabdingbar für die eigenständige Ausführung der Grundbedürfnisse (wie z.B. Waschen, Anziehen, Essen, Trinken ...) und somit Garant für die Unabhängigkeit von fremder Hilfe (Selbstständigkeit).

#### Feinmotorik: Therapie

Die Therapieziele können zwischen der Verbesserung der feinmotorischen Bewegungsabläufe, dem Erhalt der momentanen Fähigkeiten oder in der Verlangsamung der Abbauprozesse variieren. Als Vorbereitung zu den eigentlichen feinmotorischen Aufgaben dienen **Dehnungs- und Lockergummübungen**. Sie ermöglichen eine bessere Beweglichkeit vor allem der distalen Extremitäten. Bei Verspannungen des Rumpfes und der proximalen Extremitäten sind die schon besprochenen Rumpfübungen zu wählen. Jedoch müssen gerade bei der Parkinson-Krankheit im Zuge der Selbstständigkeit häufig Kompromisse eingegangen werden. Beispielsweise sind die feinmotorischen Fähigkeiten auch zu beüben, wenn die Rumpfmobilität nur noch eingeschränkt möglich ist.

**Dehnübungen im Stand.** Der Patient steht etwa eine Armlänge entfernt vor der Wand. Er streckt seine Arme aus ( $90^\circ$  Flexion im Schultergelenk mit gestreckten Ellbogengelenken) und legt beide Innenhandflächen an die Wand, sodass die Finger in Richtung Decke zeigen. Durch seine Ge-

wichtsverlagerung auf die Hände übt er Druck auf das dorsalextendierte Handgelenk und die Finger aus. Zur Steigerung führt er die Hände an der Wand liegend nach unten, wodurch sich die Dorsalextension und, damit verbunden, die Dehnung der Handflexoren erhöht.

Der Patient steht an der Tischkante und führt (mit gestreckten Ellbogengelenken) beide Handflächen mit gespreizten Fingern vor sich auf den Tisch. Durch die Vorverlagerung seines Oberkörpers über den Tisch übt er Druck auf die dorsalextendierten Hände aus und dehnt ebenso (s. oben) die Flexoren.

**Dehnübungen im Sitzen.** Der Patient sitzt auf einem Stuhl an der Tischkante und führt die Fingerspritzen seiner abduzierten Finger (und Daumen) beider Hände zusammen. Dabei übt er Druck und Gegendruck mit den Händen aus, wodurch sich Finger und Handgelenk strecken. Als Steigerung zeigen die Fingerspitzen der zusammengeführten Finger (mittig am Körper) nach oben, und der Patient öffnet und schließt an der Handwurzel die Handflächen (bei zusammenbleibenden Fingern). Zur Erleichterung können die Ellbogengelenke und Unterarme auf einem Tisch aufliegen.

Der Patient spreizt die Finger seiner rechten, auf dem Tisch aufliegenden Hand und streicht mit den Fingern der linken Hand mit leichtem Druck zwischen den Mittelhandknochen von der Handwurzel zu den Fingergrundgelenken. Entsprechendes wird mit der linken Hand wiederholt. Bei einem Ödem sollte auf die Streichung verzichtet werden.

**Allgemeine Hinweise.** Die jeweiligen Dehnpositionen sollten mehrmals (ca. 3- bis 4-mal) eingenommen und für die Dauer von ca. 12 Sekunden gehalten werden. Schmerzen sind auf jeden Fall zu vermeiden, und beim Vorliegen eines Handödems ist besondere Vorsicht geboten.

**Lockergummübungen der Hände.** Der Patient reibt sich mit der rechten Hand den linken Oberarm und mit der linken Hand den rechten Oberarm (ähnlich dem Warmreiben der Arme im Winter). Danach reibt er seine Hände und Finger (wie beim Händewaschen) gegeneinander und schüttelt sie (ähnlich wie beim Staubbuch ausschütteln) gut aus.

Er nimmt einen etwas breiteren Holzstift zwischen die Hände und rotiert ihn zwischen den Handflächen (wie Feuer anzünden mit einem Brennholz).

**Umwendebewegungen der Unterarme (Pro- und Supination).** Der Patient dreht seine auf dem Tisch aufliegenden Unterarme (Pro- und Supination), sodass abwechselnd der Handrücken und die Handinnenfläche die Tischplatte berühren. Als visuelle Unterstützung kann der Patient einen Tischtennisschläger mit einem roten und einem schwarzen Belag abwechselnd drehen. Leichter Betroffene können zusätzlich einen Tischtennisball abwechselnd mit der schwar-

zen und der roten Auflage schlagen. Das Schlaggeräusch des Balles gibt dabei einen akustischen Rhythmus vor.

Die Übung kann auch bilateral und alternierend durchgeführt werden. Alternierend wird der rechte Unterarm proniert und der linke Unterarm supiniert und umgekehrt. Bei der bilateralen Ausführung berühren sich die Handinnenflächen und die Finger (Bethände). Beide Hände werden gewendet, sodass abwechselnd der Handrücken der linken bzw. rechten Hand oben liegt.

**Hand- und Fingerbewegungen.** Der Patient öffnet (streckt) und schließt abwechselnd seine Hand (zur Faust), evtl. auch gleichzeitig und alternierend (rechte Hand schließt und linke Hand streckt: Flexion/Extension der Hand und Finger). Eigeninstruktionen, wie z.B. »eins – zwei, eins – zwei ...«, oder ein Metronom können dabei als (akustische) Rhythmusvorgabe dienen.

Der Patient legt seine Hände mit adduzierten Fingern Schulterbreit vor sich auf ein quer liegendes DIN-A3-Blatt (oder zwei DIN-A4-Blätter). Der Therapeut umfährt die Hände mit einem Stift. Danach wird der Patient aufgefordert, seine Finger möglichst weit zu spreizen (zu abduzieren), und der Therapeut markiert die Position erneut. Es entsteht eine optische Hilfe, die die adduzierten und abduzierten Finger zeigt. Der Patient soll nun abwechselnd die Finger einer Hand spreizen und wieder zusammenführen oder alternierend die rechte Hand spreizen und gleichzeitig die linke zusammenführen und umgekehrt (Abduktion/Adduktion der Finger).

**Selektive Fingerbewegungen.** Der Patient legt seine Hände mit gespreizten Fingern Schulterbreit vor sich auf den Tisch. Er beginnt, die Finger einzeln nacheinander anzuheben und wieder zu senken. Zur Steigerung kann der Patient diese ähnlich wie beim Klavierspiel bewegen.

Der Patient hebt die Hände (Hand) von der Unterlage und berührt mit dem Daumen nacheinander die Fingerspitzen seiner Finger (Oppositionsgriff).

Der Patient rollt einen Igelball mit seinen Fingern auf dem Tisch vor und zurück bzw. zur Seite nach rechts und nach links (Handgelenk, Fingerbewegungen). Das Ellbogen-gelenk sollte auf der Unterlage aufliegen (evtl. mit Handtuch unterlagern), um Ausgleichsbewegungen aus dem Schultergelenk zu vermeiden.

Der Patient berührt abwechselnd mit seinen Fingerspitzen die Noppen des Igelballs, vom Daumen, Zeigefinger ... und wieder zurück.

Der Patient zerknittert ein Handtuch oder ein Blatt Papier und entfaltet es wieder. Die Übung kann alternierend eingesetzt werden, indem die rechte Hand zerknittert und die linke Hand glatt bügelt, oder bilateral, indem beide Hände zerknittern und entfalten.

Unterstützend zu den genannten Übungen kann auch Therapieknete in verschiedenen Stärken verwendet werden.

**Funktionsspiele.** Ähnlich der motorischen Verlangsamung können auch die Denkprozesse vor allem im fortgeschrittenen Stadium erheblich verlangsamt sein (Bradyphrenie). Die Aufmerksamkeit und das Interesse engen sich dabei ein. Funktionsspiele, wie z.B. Mikado (mit großen oder kleinen Stäben), Vier gewinnt, Memory oder Steckspiele (mit kleinen Rundhölzern, z.B. Solitär, Mühle etc.), eignen sich ideal, um neben der feinmotorischen Geschicklichkeit auch die kognitiven Bereiche anzusprechen. Im wahrsten Sinne des Wortes werden auf spielerische Art und Weise automatisierte Bewegungsabläufe abgerufen und kognitive Fähigkeiten wie Aufmerksamkeit, Denkprozesse (Strategien entwickeln), Gedächtnis etc. trainiert.

**Kreative und handwerkliche Techniken.** Schöpferische Tätigkeiten bieten neben ihrem positiven Einfluss auf die Psyche auch ein breites Spektrum der motorischen Förderung. Der Patient und das Werkstück sollten dabei so positioniert werden, dass die Aufgabe zwar ein möglichst hohes Bewegungsausmaß besitzt, aber dennoch zu bewältigen ist. Beispielsweise erfordert das Fertigen einer an der Wand aufgehängten Blumenampel (Makramee) neben der Aufrichtung des Kopfes (Blickrichtung) und des Rumpfes ein weiträumiges Greifen (Grob- und Feinmotorik) der Fäden. Der Patient kann, entsprechend seinen Fähigkeiten, im Stehen und/oder Sitzen arbeiten. Ebenso eignen sich auch andere Techniken wie Seidenmalerei, Weben, Ton-, Steckarbeiten etc. Generell fördern dabei großräumige Bewegungen die Rumpf- und Schulterbeweglichkeit, während feinmotorische Tätigkeiten die Handgeschicklichkeit positiv beeinflussen. Als weiterer positiver Nebeneffekt verbessert die Gruppentherapie die Kommunikation und den Erfahrungsaustausch zwischen den Patienten.

**Alltagshilfen.** Der primäre Therapieschwerpunkt liegt im Erhalt der Unabhängigkeit von fremder Hilfe. Dies umfasst vor allem das An- und Ausziehen, den Umgang mit Messer und Gabel sowie das Einschenken von Getränken und diese zum Mund führen, das selbstständige Waschen und den Toilettengang. Kommt es zu Einschränkungen in den genannten Alltagsbereichen, kann eine Reihe von Alltagshilfen dennoch eine gewisse Selbstständigkeit ermöglichen.

**An- und Ausziehen.** Beim Ankleiden kommt es vor allem beim Zuknöpfen und beim Binden der Schnürsenkel zu Schwierigkeiten. Im Voraus können die besagten Fertigkeiten in der Therapie geübt werden.

### 8.3 • Parkinson-Krankheit

**Schnürsenkel, Schuhe, Strümpfe.** Zur Beübung von Schleifen und Knoten dient ein Schuh mit 4, 6 oder 8 Ösen. Der Patient zieht vollständig den Schnürsenkel aus dem Schuh und fädelt ihn wieder ein. Danach verschnürt er den Schuh. Es ist darauf zu achten, dass beim Binden die Schuhspitze (wie im Normalfall) vom Patienten wegzeigt. Ist das eigenständige Binden der Schnürsenkel nicht mehr möglich, kann der Patient Schnürsenkel aus Gummizug oder (am besten seine gut eingelaufenen) Slipper verwenden. Von neuen Turnschuhen mit Klettverschluss ist abzuraten. Sie haben den Nachteil, dass die Schuhe nicht eingelaufen sind (Blasenbildung) und die rutschhemmende Sohle das ohnehin eingeschränkte Gehen noch zusätzlich erschwert. Zudem besteht häufig eine erhöhte Schweißbildung (s. vegetative Symptome), die sich vor allem in synthetischen Kunstfaserstoffen (wie z.B. Turnschuhen) geruchsbelästigend niederschlägt.

Durch die Bewegungseinschränkungen können die Patienten häufig nicht mit den Händen den Boden berühren. Ein verlängerter Greifarm (Greifzange) ermöglicht es, Gegenstände, die weiter entfernt sind oder auf dem Boden liegen, zu ergreifen.

Um die Strümpfe anzuziehen, gibt es spezielle Strumpfzieher, bei denen der Betroffene den Strumpf im Sitzen über eine Halterung zieht und anhand einer Ziehvorrichtung selbstständig über den Fuß zieht.

**Knöpfe.** Der Patient versucht, an seinem Hemd die Knöpfe zu lösen und wieder zu schließen. Als Steigerung kann das Hemd auch an einer anderen Person oder am Kleiderbügel auf und zugeknüpft werden. Ferner können auch Alltagssituationen, wie z.B. ein Bett überziehen (große schwungvolle Bewegungen) mit dem Zuknöpfen der Kissen, als Therapieinhalt mit einfließen. Ist die Fingerbeweglichkeit nicht mehr gegeben, dient eine sog. Knopfhilfe (Knopfverschlusshilfe) für das Zuknöpfen vor allem kleiner Knöpfe.

**Essen und Trinken.** Um trotz eingeschränkter Koordination und Feinmotorik das selbstständige Essen zu ermöglichen, gibt es adaptierte Bestecke mit abgewinkelten Gabeln, Löffeln und verdickten Griffen (ergometrisches Essbesteck). Zudem kann man über das Sanitätshaus Moosgummi in verschiedenen Stärken als Meterware beziehen, das, entsprechend abgelängt, flexibel über das Besteck (z.B. in einem Speiselokal), über Schreibgeräte sowie über die Zahnbürste aufgesteckt werden kann.

Der Teller (bzw. das Frühstücksbrett) sollte auf einer rutschhemmenden Unterlage (Antirutschfolie) stehen, und der Tellerrand kann bei Bedarf mit einer Tellerranderhöhung versehen werden.

Beim Trinken sollte der Patient (und die Angehörigen) schon früh lernen, das Glas bzw. die Tasse nur halb zu füllen. Bei einem randvollen Glas gerät der Betroffene unter

Druck, wodurch sich der Tremor noch verstärkt und ein Verschütten des Inhalts wahrscheinlicher wird.

Bei einer starken Vorverlagerung des Kopfes (Extension HWS) sollte ein Becher mit ausgesparter Nasenkerbe verwendet werden. Das Trinken aus einem normalen Becher – oder noch stärker aus einem Schnabelbecher – führt vor allem gegen Ende des Austrinkens zu einer Verstärkung der ohnehin hyperextendierten HWS.

**Hygiene.** Das Waschen sollte im Sitzen auf einem stabilen Stuhl ausgeführt werden (s. auch Übergang vom Sitz zum Stand, Transfer- und Alltagshilfen). Um dabei den Blick in den Spiegel zu ermöglichen, muss der Spiegel (evtl. durch einen Adapter) vorgeneigt werden. Zur Erleichterung und aus Sicherheitsgründen sollte der Patient einen elektrischen Rasierapparat verwenden. Ebenso erleichtert eine elektrische Zahnbürste die Mundhygiene (s. oben adaptierbares Moosgummi). Falls der Tremor das einhändige Handtieren mit dem Rasierapparat verhindert, kann der Patient mit seiner freien Hand das Handgelenk der Funktionshand unterstützen und den angewinkelten Ellenbogen stabilisierend auf das Waschbecken aufliegen.

Zum Waschen des Rückens sind Bürsten, Schwämme mit verlängerten Stielen erhältlich (evtl. Kleiderbügel mit einem Schwamm versehen). Für das Abtrocknen kann der Patient zwei an beiden Enden zusammengenähte Handtücher (ähnlich einem Ring) verwenden.

**Schreibtraining.** Anfangs sollte im Stand mit großflächigen, schwungvollen, bilateralen Übungen, wie z.B. das Schreiben, Malen, Zeichnen an einer großen, senkrecht stehenden Tafel oder einer entsprechenden Papierwand, begonnen werden. Optische Hilfen, wie z.B. eine Begrenzung der Zeilen durch Linien oder Karos auf der Tafel (Papier), können die Ausführung erleichtern. Der Patient beginnt, beidhändig (später mit einer Hand) mit Kreide (dickem Edding) große schwungvolle Kreise, Bögen, Spiralen etc. zu zeichnen. Mit zunehmender Bewegungsverbesserung verringern sich die Durchmesser der Kreise, und ihre Anzahl steigt. Von der Kreisform kann zu aneinander gereihten Spiralen in unterschiedlicher Dicke und Größe übergegangen werden. Neben den Kreisen und Bögen kann der Patient auch unterschiedlich, wahllose oder an Begrenzungslinien vorgegebene, senkrechte, waagrechte und diagonale Linien in unterschiedlicher Länge ziehen. Nach der Einübungsphase beginnt der Patient das Schreiben in lateinischen und/oder Druckbuchstaben in unterschiedlicher Größe (mit oder ohne Begrenzungslinien). Am Ende des Wortes bzw. des Satzes ist auf die gleich bleibende Schriftgröße zu achten. Führt die Schreibübung an der Tafel entlang (von links nach rechts), werden neben der Graphomotorik auch automatisierte Bewegungsabläufe, wie z.B. das Seitwärtsgehen, beübt.

Bei Übungen im Sitzen ist auf die richtige Sitzposition und den richtigen Lichteinfall zu achten. Als Schreibhilfen können etwas dicke Stifte, Moosgummi oder Griffverdickungen (ähnlich wie man sie in der Grundschule verwendet) dienen.

Das Schreibtraining sollte nach einer gewissen Einübungzeit selbstständig ausgeführt werden und kontinuierlich stattfinden. Dabei ist auf eine rutschfeste Unterlage zu achten und liniertes Papier zu verwenden. Beispielsweise kann der Patient den Leitartikel der Tageszeitung (mit dem Datum versehen) für eine bestimmte Zeit, wie z.B. 10 Minuten/täglich, abschreiben. Neben der graphomotorischen und kognitiven Relevanz bietet diese Übung die Möglichkeit einer Verlaufskontrolle. Dabei ist neben der Anzahl der Wörter auch die Lesbarkeit zu beurteilen.

# Störungen der Sprache, des Sprechens, der Gesichtsmuskulatur und des Schluckakts

9.1     Aphasie (Sprachstörung) – 198

9.2     Störungen der Sprech- und Schluckmotorik und der Mimik – 199

9.2.1   Dysarthrophonie (Sprechstörung) – 199

9.2.2   Dysphagie (Schluckstörung) – 200

9.2.3   Fazialisparese – 209

## 9.1 Aphasia (Sprachstörung)

Bei den kortikalen Regionen zur Sprachsteuerung unterscheidet man

- die motorische und
- die sensorische Sprachregion.

Die **motorische Sprachregion** wird nach ihrem Erstbeschreiber P. Broca (1861) als Broca-Sprachzentrum bezeichnet. Es ist im linken präfrontalen Kortex lokalisiert. Da es an das primär motorische Projektionsareal (► Kap. 2, □ Abb. 2.7) angrenzt, führt eine größere Schädigung oft zusätzlich zu einer zentral bedingten Bewegungsstörung der mimischen Muskulatur (s. auch ► Abschn. 9.2.3 »Fazialisparese«) auf der gegenüberliegenden Gesichtshälfte sowie zu einer Beeinträchtigung der Sprechwerkzeuge wie Zunge, Kiefer und Rachenmuskulatur (► Abschn. 9.2.1 »Kortikale Dysarthrophonie«).

Die **sensorische Sprachregion** wurde von C. Wernicke (1874) beschrieben und wird als Wernicke-Zentrum bezeichnet. Sie befindet sich im Temporoparietallappen (sekundär akustisches Assoziationsareal).

### Beachte

Eine zentrale Sprachstörung wird als Aphasia bezeichnet.

Infolge einer Schädigung (in der Regel durch Schlaganfall) unterscheidet man nach dem jeweiligen Läsionsort und der Art der Störung:

**Broca-Aphasia (motorische Aphasia).** Die Sprachproduktion ist verlangsamt und unflüssig; oft sprechen die Patienten nur auf Aufforderung, mit großer Anstrengung in Ein- oder Zwei-Wort-Sätzen ähnlich dem Telegrammstil (Agrammatismus). Das Sprachverständnis ist weitgehend intakt, und die Wörter, die verbalisiert werden, sind situationsadäquat und sinnhaft.

**Wernicke-Aphasia (sensorische Aphasia).** Im Gegensatz zur Broca-Aphasia besteht bei der Wernicke-Aphasia eine flüssige, z.T. überschießende Sprachproduktion. Das Sprachverständnis und damit verbunden die verbale Kommunikation sind hingegen stark gestört. Die Patienten können (komplexe) verbale Anweisungen weder verstehen noch umsetzen. In der Sprache bestehen z.T. schwere semantische und phonematische Paraphrasien (Verwechseln, Auslassen, Hinzufügen von Wörtern), teilweise kommt es zu Neologismen (Wortneubildungen).

**Globale Aphasia.** Bei der globalen Aphasia sind motorische und sensorische Beeinträchtigungen vorhanden (s. oben). Meist sind die Bereiche in etwa gleich schwer betroffen. Tritt jedoch die Beeinträchtigung eines Störungsbildes, z.B. die sensorische Aphasia, besonders prägnant zum

Vorschein, spricht man von sensorisch dominanter globaler Aphasia. Den Patienten fehlen die Spontansprache (motorische Aphasia) und das Sprachverständnis (sensorische Aphasia).

**Amnestische Aphasia.** Eine amnestische (mnestisch: das Gedächtnis betreffend) Aphasia zeigt sich vor allem durch Wortfindungsstörungen. Die Patienten verfügen über einen relativ guten Sprachfluss, jedoch wird dieser durch das »Nichtfinden« bestimmter Begrifflichkeiten unterbrochen. Durch Kompensationsmechanismen werden die Begriffe umschrieben. Im Allgemeinen besteht jedoch eine gute Kommunikationsfähigkeit (Poeck u. Hacke 1998).

### Praxis

Im Umgang mit Aphasipatienten sind folgende Grundsätze zu beachten:

- Sich Zeit nehmen, warten, den Patienten aussprechen lassen.
- Dem Patienten Mut zusprechen; ihn loben, auch wenn die Fortschritte nur sehr gering sind. Lob steigert die Sprachmotivation und das Selbstvertrauen, Kritik bewirkt hingegen das Gegenteil.
- Die Therapeutenanweisung in kurzen, klaren Sätzen geben, bei Nichtverstehen evtl. den Begriff umschreiben, Alternativen für die Satzstellung suchen, eine Erklärung suchen.
- Keine offenen Fragen, deren Beantwortung ist oft zu schwierig. Besser ist eine »Ja/nein«-Fragestellung.
- Hintergrundgeräusche erschweren das Verstehen. Keine Gruppengespräche, Zweier-Gespräche sind leichter zu führen.
- Therapeutenanweisung mit Gestik und Mimik unterstützen.
- Nichts vorhersehen und vorhersagen.
- Mit Gefühl hören, was der Patient möchte, evtl. sich seine Absicht zeigen lassen.
- Prüfen, ob die Absicht des Patienten verstanden wurde.
- Nicht für den Patienten sprechen, keine Wortvorschläge machen.
- Bei Wortwiederholungen (Perseverationen), den Patienten unterbrechen und ablenken.
- Sätze, wie z.B.: »Konzentrieren Sie sich auf das, was Sie sagen wollen«, helfen nichts. Wenn gar kein Ergebnis erzielt wird, ist folgender Schlüsselsatz hilfreich: »Vielleicht können Sie es mir später sagen.«
- Nicht auf einer sprachlichen Äußerung beharren, auch Gestik und Mimik akzeptieren.
- Auf den Inhalt der Äußerung achten und nicht auf die Form. Permanentes Verbessern führt zur Frustration des Patienten.
- Dem Patienten das Gefühl geben, dass er die Zeit zum Reden hat, keine Hektik verbreiten.

## 9.2 • Störungen der Sprech- und Schluckmotorik und der Mimik

Aphasiker sind meist sehr sensible Patienten, die – je nach Schädigung – stark durch ihre Mimik und Gestik kommunizieren, aber auch auf die Mimik und Gestik des Therapeuten reagieren. Man sollte daher seine Gesichtsausdrücke sehr aufmerksam kontrollieren. Ein Stirnrunzeln oder Kopfschütteln des Therapeuten kann schnell als extrem abwertend angesehen werden und den Patienten in seiner ohnehin problematischen Lage noch zusätzlich verunsichern. Sehr gut reagieren die Betroffenen auf taktile Reize. Der Therapeut kann sie nutzen, indem er seinen langsam und verständlich ausgesprochenen Satz, wie z.B. eine Handlungsanweisung, gestisch, mimisch und/oder durch Fazilitation unterstützt.

## 9.2 Störungen der Sprech- und Schluckmotorik und der Mimik

### 9.2.1 Dysarthrophonie (Sprechstörung)

Der ältere Begriff »Dysarthrie« (arthros, griech.: Gelenk) bezieht sich auf die Sprechmotorik. Da diese Störung jedoch häufig mit einer Beeinträchtigung der Stimmgebung (Phonation) und mit der Sprechatmung zusammenhängt, sollte der Terminus »**Dysarthrophonie**« anstelle Dysarthrie verwendet werden (Pocek u. Hacke 1998).

Eine Sprechstörung kann durch die Beeinträchtigung aller Funktionsebenen des ZNS, die mit der motorischen Innervation in Verbindung stehen, verursacht werden. Demzufolge kann man eine Dysarthrophonie zur Einschätzung des zentralen Läsionsortes verwenden.

#### Dysarthrophonieformen

##### Kortikale Störungen in den motorischen Projektionsarealen.

(Siehe auch ▶ Kap. 2, □ Abb. 2.7) Sie zeigen sich u.a. durch eine verwaschene Aussprache (unscharfe Konsonanten), einen abgehackten Stimmrhythmus und eine Stimmstörung. Die Dysarthrophonie kann im Gegensatz zur Aphasie (95% linkshirnig) bei einer entsprechenden Läsion sowohl rechts- als auch linkshemisphärisch auftreten. Eine kortikale Dysarthrophonie entsteht häufig durch Hirninfarkt, Tumor, Trauma.

**Schädigung der Basalganglien.** Sie führt zu einer extrapyramidalen Sprechstörung. Die Sprechweise wird hypokinetisch (verlangsamt) und rigide (steif), die Stimme wird sehr leise (Mikrophonie) und monoton oder (je nach Störungsbild) hyperkinetisch überschießend (Makrophonie). Artikulationsstörungen treten u.a. bei Morbus Parkinson (hypokinetisch, s. auch ▶ Kap. 8.3 »Parkinson«) oder bei Chorea Huntington (hyperkinetisch) auf.

**Zerebelläre Koordinationsstörung der Sprechorgane.** Sie zeigt sich unter anderem in einer skandierenden Sprechweise (ataktisch, schleppend), die Vokale werden unangemessen lang gedeihnt, und das Sprechtempo entspricht oft nicht der Situation. Die zerebelläre Sprechstörung tritt bei einer Läsion des Kleinhirns auf; u.a. bei Kleinhirninfarkt, Tumor, Trauma, multipler Sklerose sowie bei toxischen Einwirkungen, wie z.B. Alkoholabusus.

Die Symptome einer Dysarthrophonie können zwischen einer zu dezenten Artikulationsschärfe und einer völligen Unverständlichkeit variieren. Oft ist die Sprechweise verlangsamt und monoton, was bei dem Kommunikationspartner den Eindruck einer gewissen Interesselosigkeit erweckt. Je nach Ausmaß der Beeinträchtigung führt eine Dysarthrophonie zu Schwierigkeiten, die die Lebensqualität im häuslichen und sozialen Bereich stark einschränken. Sind die Symptome so stark, dass sie eine verbale Kommunikation verhindern, muss der Patient Hilfsmittel zur Verfügung gestellt bekommen, die ihm eine alternative Kommunikation ermöglichen.

#### Hilfsmittel und Bewältigungsstrategien bei Dysarthrophonie:

- Zaubertafel, eine kleine Tafel, die im Spielwarenladen zu beziehen ist. Der Patient kann die Tafel beschriften und das Geschriebene nach Gebrauch wieder löschen.
- Ein kleiner Schreibblock oder ein Vokabelheft, in dem die wichtigsten Sätze und Stichworte vermerkt sind (Kommunikationsbuch). Hierbei sollte auch ein kurzer Hinweis, der die Sprechstörung beschreibt, für den Gesprächspartner nicht fehlen.
- Die gesprochenen Sätze auf den Sinn reduzieren.
- Bei zu schnellem Sprechtempo das langsame Sprechen beüben.
- Atmung verbessern, um die Satzlänge und Stimmstärke zu steigern (▶ Abschn. 9.2 »Atemtherapie«)
- Der Gesprächspartner sollte über die Beeinträchtigung informiert sein, um sich entsprechend zu verhalten (Kommunikationsbuch).

#### Aussprache:

Auf die Therapie der Sprechorgane wird im folgenden Abschnitt »Dysphagie« näher Bezug genommen. Das ausgesprochene Wort bildet sich aus Vokalen (Selbstlauten) und Konsonanten (Mitlauten). Die Steuerung der Vokale (»a, e, i, o, u« etc.) erfolgt hauptsächlich durch Lippenbewegung und Ausatmung, die der Konsonanten durch das Zusammenspiel von Lippen, Zunge und weichem Gaumen.

#### Verbesserung der Vokale:

- Lippenbewegungen, z.B. Mundwinkel hochziehen (lachen) und senken, Lippen zuspitzen (Kussmund) etc.
- Atemtechnik, mit dem Strohhalm in Wasser blasen, Erbsen mit dem Strohhalm (anziehen) aufsammeln etc.

#### Verbesserung der Konsonanten:

- Lippen, »b, p«,

- Zähne (Zunge), »d, t, n, s«,
- Gaumen (Zunge), »g, k«,
- Zungenbewegung, Zähne und Gaumen im Wechsel, »d-g, d-k, t-g, t-k, n-g« etc.

## 9.2.2 Dysphagie (Schluckstörung)

Die Steuerung des Schluckaktes, d.h. der Nahrungs- oder Flüssigkeitsaufnahme, obliegt im Wesentlichen der Großhirnrinde und dem Hirnstamm. Ungefähr 50 Muskelpaare sind zeitlich und räumlich koordiniert am Schluckvorgang beteiligt. Man geht davon aus, dass die willentliche Einleitungsphase kortikal und der weitere Ablauf reflektorisch über den Hirnstamm gesteuert wird. Die beteiligten Hirnnerven sind in □ Tabelle 9.1 aufgeführt.

### Phasen des Schluckakts

Der Schluckakt ist als gesamter physiologischer Prozess anzusehen, dennoch unterteilt man ihn aus didaktischen Gründen in drei (bzw. vier) verschiedene Phasen.

**Orale Phase.** Die Vorbereitungsphase (präorale) und die orale Phase werden zur oralen Phase zusammengefasst. Sie dient der Bolusvorbereitung (Bolus bedeutet Bissen oder Nahrungsmasse). In der **Vorbereitungsphase** wird die Nahrung zerkleinert (zerkaut) und mit Speichel vermischt. Die Kaubewegung (Zermahlen) geschieht durch eine Rotationsbewegung des Unterkiefers gegen den Oberkiefer. Dieser Vorgang ist zwar willentlich beeinflussbar, verläuft aber dennoch weitgehendst automatisiert. Die folgende **orale Phase** befördert den Bolus über die Hinterzungue in den Pharynx (Rachen oder Schlund), bis der »Schluckreflex« ausgelöst wird.

**Pharyngeale Phase.** In der pharyngealen Phase wird der Bolus reflexgesteuert, bei geschlossener Luftröhre, in den Ösophagus (Speiseröhre) transportiert. Durch die Adduktion der Stimmklappen (»Schließreflex«) wird die Trachea (Luftröhre) verschlossen, was zum Atemstopp führt. Parallel zur Elevation (Heben) des Kehlkopfes senkt sich die Epiglottis (Kehldeckel) schützend über die Stimmritze, und der Bolus gleitet in den Ösophagus. Kommt es dennoch zur

□ Tabelle 9.1 Hirnnerven für Gesichts-, Mund- und Schluckbereich

Hirnnerv	Typ	Funktion
N. trigeminus, V. Hirnnerv	Sensorisch	Empfindungen der Gesichtshaut, der Nasen- und Mundschleimhaut sowie von Zähnen und Zahnfleisch
	Motorisch	Innervation von Gesichts- und Kaumuskulatur
N. facialis, VII. Hirnnerv	Sensorisch	Geschmack der vorderen 2/3 der Zunge
	Motorisch	Mimische Gesichtsmuskulatur
N. glossopharyngeus, IX. Hirnnerv	Sensorisch	Geschmack des hinteren 1/3 der Zunge, Gaumensegel, Pharynx (Rachen)
	Motorisch	Pharynxmuskel
N. vagus, X. Hirnnerv	Sensorisch	Schleimhäute von Larynx (Kehlkopf) und Pharynx, Ösophagus (Speiseröhre)
	Motorisch	Nicht quer gestreifte Muskulatur von Velum (Gaumensegel), Pharynx und Larynx
N. accessorius, XI. Hirnnerv	Motorisch	Begleitend zum Pharynx des N. vagus
		Hals- und Schultermuskulatur (M. trapezius und M. sternocleidomastoideus)
N. hypoglossus, XII. Hirnnerv	Sensorisch	Zunge
	Motorisch	Zunge

## 9.2 • Störungen der Sprech- und Schluckmotorik und der Mimik

Aspiration, wird das Lungensystem durch den Hustenreflex (Abhusten) gereinigt.

**Ösophagusphase.** Die Ösophagusphase führt den Bolus über peristaltische (einschnürende) wellenartige Kontraktionen in den Gaster (Magen). Ein unzureichender Verschluss des Pylorus (Magenpforte) führt zu einem Reflux (Rückfluss von Magensäure und Speiseresten) in den Ösophagus. Dies verursacht Sodbrennen (beim Patienten nachfragen) und kann bis zu Verätzungen der Mundschleimhäute führen.

Abb. 9.1 zeigt die Reflexpunkte im pharyngealen Bereich.

### Therapierelevanz

Die Behandlung und Beurteilung einer Schluckstörung sollte stets im interdisziplinären Team mit erfahrenen Kollegen abgeklärt werden. Der Ergotherapeut sollte hierzu vor allem Kenntnisse über die Grundlagen des Schluckvorgangs besitzen, um den Patienten, beispielsweise beim Esstraining, nicht unnötig der Gefahr einer Aspiration auszusetzen. Er sollte dabei bestehende Störungen erkennen und einschätzen können. Unter Aspiration versteht man das Eindringen von Fremdkörpern (Nahrung oder Flüssigkeit) in die Luftröhre. Dies kann u. a. zum Abhusten (soweit der Hustenreflex auslösbar ist), zu Atembeschwerden, einer abnormen, wässrigen Stimme und langfristig zur **Pneumonie** (Lungenentzündung) führen. Eine Pneumonie fesselt den Patienten an sein Bett, wodurch gerade in der Frühphase der Rehabilitation wertvolle Therapiezeit verloren geht. Sowohl die Folgen der Immobilität (Kreislaufstörungen, Kontrakturbildung) als auch die fehlende physiologische Bewegungsanbahnung führen zu einer

starken Beeinträchtigung des Therapieerfolgs und damit zu einer Einschränkung der weiteren Lebensqualität. Aspiration ist an verschiedenen Anzeichen zu erkennen (Übersicht 9.1)

Obwohl berechtigte Bedenken bezüglich der Strahlensicherheit für den Patienten bestehen, kann letztendlich nur die Fluoroskopie (radiographisches dynamisches Bildverfahren) sichere Auskunft darüber geben, inwieweit der Schluckakt physiologisch noch möglich ist. Vor allem beim Auftreten der in Übersicht 9.1 genannten Aspirationszeichen ist eine Überprüfung durch bildgebende Verfahren indiziert. Leider fehlen diese (kostspieligen) bildgebenden Kontrollmöglichkeiten häufig, sodass die Frage nach dem richtigen Zeitpunkt für den Beginn des Esstrainings dann offen bleibt. Der Therapeut muss oft eigenständig die Physiologie des Schluckvorgangs beurteilen.

### Übersicht 9.1: Zeichen einer Aspiration

- Gurgelnde, brodelnde Stimme
- Häufiges Husten und Räuspern, vor allem im Zusammenhang mit der Nahrungsaufnahme
- Sehr langsamer Nahrungstransport vom Mundeingang in den Rachen
- Fehlende bzw. eingeschränkte Elevation des Kehlkopfes
- Fehlender bzw. eingeschränkter Kehlkopfreflex

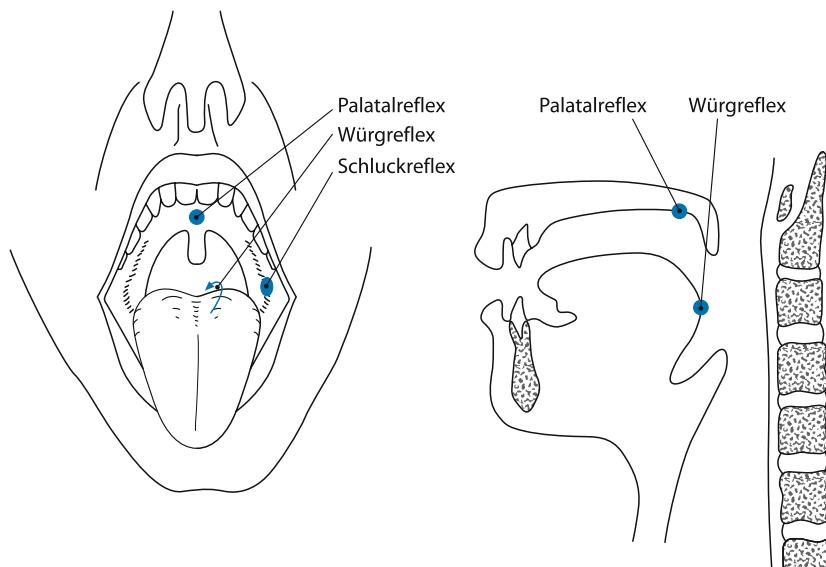


Abb. 9.1. Reflexpunkte im pharyngealen Bereich

### Beachte

Die Absprache mit dem Arzt über den Beginn des Esstrainings ist zwingend notwendig.

Nach Möglichkeit sollte zudem der Zeitpunkt im interdisziplinären Team mit erfahrenen Kollegen (Logopäden, Physiotherapeuten, Pflegekräften) abgeklärt werden.

### Beobachtungen während der Therapie

Beobachtungen während der Therapie geben erste Hinweise darauf, wieweit das System funktionsfähig ist. Ob der Bolustransport zum Pharynx (Rachen) möglich ist, kann man durch ein Nachsprechen der Laute »mnnnnnng'ga« erfahren, die Zungenbewegung entspricht in etwa der Wellenbewegung in der oralen Phase.

### Schutz der Atemwege

- Schlucken des Speichels beobachten (**Schluckreflex**),
- darauf achten, ob ein spontanes Abhusten möglich ist (**Hustenreflex**),
- an der Stimmstärke erkennen, ob sich die Stimmbänder schließen (**Schließreflex**).

Eine wässrige gurgelnde Stimme ist meist ein Zeichen für eine Flüssigkeitsansammlung in der Trachea. Eine nasale Aussprache lässt auf eine mangelnde Elevation des Gaumensegels schließen. Für den eigentlichen Schluckvorgang hat ein **nicht schließendes Gaumensegel** eine geringe Relevanz, kommt es jedoch zu einem Abhusten, Hochwürgen oder Reflux (Rückfluss der Magenflüssigkeit) geschieht die Ausscheidung z.T. über die Nase. Diese Situation ist für den Patienten sehr unangenehm und peinlich, meist vermeidet der Patient Esssituationen, bei denen andere Personen anwesend sind. Zum Abtesten der Funktion (Schließung des Gaumensegels) benutzt man den sog. **Spiegeltest**. Der Patient wird aufgefordert von eins bis zehn zu zählen; man hält ihm dabei den Spiegel unter die Nase und beobachtet, ob dieser beschlägt. Ein leichtes Beschlagen, vor allem bei den Vokalen »e und i«, ist als normal zu beurteilen. Der Speichelaustritt bzw. der Wiederaustritt von Nahrung ist ein Zeichen für eine orale Sensibilitätsstörung und/oder eine hypotone Wangenmuskulatur. Oft verbleiben hierbei auch Nahrungsreste in den Wangentaschen. Besitzt der Patient noch die Fähigkeit, mit einer Hand zu hantieren (Hemiplegie), kann man von einer Sensibilitätsstörung ausgehen. Da der Verbleib von Nahrungsresten bei erhaltener Sensibilität unangenehme Reize verursacht, würde sie der Patient mit seiner funktionierenden Hand entfernen (Finger, Zahnröhrchen etc.).

Eine **Dysfunktion der Zungenmotorik** zeigt sich in einer mangelnden Boluspositionierung zwischen den Zähnen und im verlangsamten und nur unter Schwierigkeiten stattfindenden Transport vom Mundeingang zum Pharynx (Rachen). Ein eingeschränktes Zusammenspiel zwischen Zungenmotorik und Gaumensegel kann zu einem verfrühten

Boluseintritt in den Pharynx führen und somit eine Aspirationsgefahr darstellen.

### Schluckreflex/Saug-Schluck-Reflex

Der Saug-Schluck-Reflex ist bei einem Säugling bis zu drei oder vier Monaten physiologisch und dient der Nahrungsaufnahme; in dieser Phase sind Saug- und Schluckvorgang nicht zu trennen. Mit der zunehmend kortikalen Entwicklung wird die Zungenmotorik differenzierter, wodurch sie zunehmend vom eigentlichen Schluckakt unabhängige Funktionen übernimmt (z.B. erste Laute).

### Beachte

Der spätere physiologische Schluckreflex wird ausgelöst von der Berührung der vorderen Gaumenwand durch den Bolus.

Der Therapeut kann mit einem Spatel leichten Druck auf die Gaumenwand (Abb. 9.1, Nr. 2) ausüben und so das Einsetzen des Schluckens überprüfen. Lautes Lachen oder ähnliche Laute sind ein Zeichen für die physiologische Adduktion der Stimmbänder, wodurch ein Schutz der Atemwege gewährleistet wird. Das Heben des Kehlkopfes untermauert diese Schutzfunktion und muss daher in die Beurteilung mit einfließen.

### Würgereflex

#### Beachte

Der Würgereflex dient dazu, unerwünschte Fremdkörper aus dem Rachen nach außen zu befördern. Somit besitzt er eine dem Schluckreflex entgegengesetzte Wirkungsweise.

Der Würgereflex spielt für den normalen Essvorgang prinzipiell keine Rolle. Fehlt jedoch die Sensibilität, um die Masse und Konsistenz des Bolus abzuschätzen, so ist seine Schutzfunktion nicht zu unterschätzen. Man fährt mit dem angefeuchteten Spatel auf der Zunge entlang an den hinteren Zungengrund bzw. an die Rachenwand. Der Patient reagiert mit einer blitzartigen Extension des Rumpfes bei weit aufgerissenen Augen (Abb. 9.1, Nr. 3). Für den Patienten ist der Würgereflex sehr unangenehm und sollte entsprechend vorsichtig überprüft werden. Bei einer **Hyperreaktion** wird der Würgereflex verfrüht ausgelöst und kann dadurch die Nahrungszufuhr erheblich behindern. Es genügt oft schon eine Berühring des vorderen Mundraums, hierbei sollte nicht weiter befundet werden. Bei einem **hyporeaktiven Einsetzen** des Reflexes hingegen muss oft der Zungengrund oder die Rachenhinterwand zum Auslösen berührt werden, zum Teil wird der Reflex auch dadurch nicht ausgelöst.

Wie oben erwähnt, ist das Einsetzen des Würgerefleks keine Voraussetzung um mit der Esstherapie zu beginnen, jedoch muss der Therapeut ein besonderes Auge auf die Größe und Konsistenz der Nahrung oder Flüssigkeit rich-

## 9.2 • Störungen der Sprech- und Schluckmotorik und der Mimik

ten. Beim späteren Esstraining ist darauf zu achten, dass die verabreichte Nahrung auch dem Geschmack des Patienten entspricht. Besteht eine Abneigung oder sogar Eckel gegen die Nahrung, kann anstelle eines Schluckreflexes auch der Würgereflex ausgelöst werden.

### Hustenreflex

#### Beachte

Der Hustenreflex dient als Schutzmechanismus, um die Atemwege von Fremdkörpern und Sekreten, z.B. Staub, Schleim Nahrungsresten etc., zu befreien.

Er sollte intakt sein, damit die Nahrung beim Verschlucken hochgehustet werden kann. Bei Patienten mit **sensiblen Einschränkungen** im laryngealen (Kehlkopf) Bereich ist die Auslösbarkeit des Hustenreflexes beeinträchtigt. Eine mangelnde Stimmbandadduktion verhindert den Glottisschluss, wodurch ein Hustenausstoß nicht möglich ist. Die Stärke des Hustenausstoßes ist somit abhängig vom Schließen der Stimmbänder, von der Elevation des Gaumensegels (Verbindung zur Nase), von der Inspirationstiefe (Einatmung) sowie von der Fähigkeit der Bauchpresse. Man kann den Patienten zum Husten auffordern und dies durch interkostale Griffe (Druck mit den Fingern zwischen die unteren Rippenräume) unterstützen.

Die oben beschriebenen Reflexe, z.T. auch als Reaktionen bezeichnet, bilden gewissermaßen Schutzmechanismen, die eine Aspiration verhindern. Sie müssen daher vor Beginn einer Nahrungsaufnahme geprüft werden.

Saug-, Beiß- und Suchreflexe sind pathologische Reflexe, die meist bei einer schweren Schädigung (SHT) auftreten und eine physiologische Nahrungsaufnahme verhindern. Im Zuge der Therapie des Facio-Oralen-Trakts (F.O.T.T.), d.h. in der Bewegungsanbahnung normaler faziooraler Bewegungsmuster, werden diese Reflexe wieder integriert (abgebaut).

### Pathologische Reflexe

#### Saugreflex

Der Saugreflex oder auch Saug-Schluck-Reflex sollte bis spätestens zum vierten Lebensmonat integriert und durch normale differenziertere Bewegungsmuster überlagert sein. Der Reflex darf nicht mit späteren z.T. hoch differenzierten orofazialen Mustern, wie z.B. dem Strohhalmtrinken, wechselt werden (Abschn. »Schluckreflex«).

#### Beißreflex

Der Beißreflex gilt zwischen dem vierten und siebten Lebensmonat als physiologisch. Mit dem Hinzukommen neuer (breiförmiger) Nahrung reicht die Nahrungsaufnahme durch Schluckreflexe nicht mehr aus. Um dies zu bewältigen, bildet sich der Beißreflex, der sich durch einen schnappen

penden Kieferschluss zeigt. Mit zunehmender Differenzierung (Rotation) der Kiefermotorik entwickelt sich aus dem Beißreflex (Vorstufe) die spätere Kaubewegung.

#### Beachte

Der pathologische Beißreflex wird durch eine Berührung der Lippen, der Zähne oder des Zahnfleisches ausgelöst.

Kommt es z.B. infolge der Befundung (mit Spatel oder Löffel) zu einem Auslösen des Reflexes, so ist es falsch, den Gegenstand mit Gewalt aus dem Mund zu entfernen. Dies würde den Reflex noch zusätzlich verstärken. Meist kommt es nach kurzer Zeit (zwei bis drei Sekunden) zu einer Spontanöffnung des Mundes, bei der der Gegenstand entfernt werden kann.

### Suchreflex (Rootingreflex)

Der Suchreflex dient dem Neugeborenen zur Lokalisation der Nahrungsstelle. Berührt die Papilla (Brustwarze) der Mutter oder der Sauger die Wange oder die seitliche Lippe des Kindes, dreht sich der Kopf des Kindes zum Reiz, um mit den Lippen die Warze zu greifen. Die Stärke des Suchreflexes steht häufig in Abhängigkeit vom Hungergefühl und sollte daher nicht unmittelbar nach dem Essen geprüft werden.

### Beginn der Befunderhebung

#### Sitzposition

Ausgangsstellung des Esstrainings ist eine physiologische Sitzposition. Diese bezieht sich auf Beine, Becken, Rumpf, Kopf (ganzer Körper), um so eine ausreichende Kieferkontrolle für einen Schluckakt zu ermöglichen. Schon kleinstere Positionsveränderungen, wie beispielsweise ein Anheben (Extension) oder zu starkes Senken (Flexion) des Kopfes, wirken sich negativ auf den Schluckakt aus. Beispielsweise kann ein **erhöhter Extensorotonus** im Bein (positive Stützreaktion) Druck auf das Becken ausüben. Dies wiederum führt zu einer Hyperkyphose der BWS (mit Überstreckung der Hüfte) und dadurch zu einer kompensatorischen Hyperlordose (maximale Beugung) der HWS. Eine **Asymmetrie des Rumpfes** kann eine kompensatorische Kopfstellung im Sinne der Stellreaktion bewirken, was zu einer Verkürzung der Muskulatur zwischen Schulter und Kopfbereich führt (Lateralflexion). Hierdurch werden u.a. die rotatorischen Kaubewegungen stark beeinträchtigt, es kommt zu einem seitlichen Speichelaustritt etc.

#### Beispiel

**Selbsterfahrung.** Schlucken ist mit maximal flektierter (gebeugter) oder extendierter (überstreckter) HWS kaum möglich. Besteht eine unadäquate Tonussituation (hypo- oder hypertonus) im Mund- oder Rachenbereich, wird diese durch die endgradige Kopfstellung zusätzlich verstärkt. Oft sitzen die Patienten in ei-

nem Flexionsmuster (BWS, HWS) halb liegend im Rollstuhl. Dabei ist das Gesäß auf dem Sitzgurt nach vorn gerutscht, und die Schultergürtel stützen ungefähr am oberen Drittel des Rückengurts, der Kopf ist dabei stark flektiert (nach vorn gebeugt). In dieser Position ist die Distanz zum Teller des Patienten relativ groß. Neben dieser aktivitätsreduzierenden Sitzposition muss der Patient mit seiner nicht betroffenen evtl. nichtdominanten Hand die Suppe aus dem Teller löffeln und über einen weiten Weg zum Mund führen. Wenn wir dies selbst versuchen, werden wir schnell merken, dass ein Verschütten der Suppe (Nahrung) vorprogrammiert ist. Benutzt der Patient keinen Latz und verschmutzt sich die Kleider, trägt dies zu einer weiteren Schamerhöhung und Demotivierung bei. Schon aus diesem Grund ist die richtige Positionierung unabdinglich.

### Positionierung auf dem Stuhl

Der Patient sollte mit symmetrisch aufgerichteter WS auf einen Stuhl positioniert werden. Gerade für Patienten, die ganztägig im Rollstuhl sitzen, ist es für den Aufbau der Rumpfmuskulatur sehr wichtig, diesen so oft wie möglich zu verlassen, um ihn mit einem normalen Stuhl (evtl. mit Armlehnen) auszutauschen. Der **Schwerpunkt des Oberkörpers** sollte gleichmäßig auf die Gesäßhälften verteilt sein (Abstand Becken zur Schulter rechts und links gleich). Das Gesäß befindet sich dabei an der hinteren Sitzfläche. Hüfte, Knie und Sprunggelenk sollten in etwa 90° flektiert sein, die Beine stehen dabei hüftbreit abduziert auseinander, und beide Fußsohlen berühren plantar den Boden. Die **Wirbelsäule** befindet sich in neutraler **aufgerichteter** Stellung; d.h. keine maximale Flexion und Extension, die vorderen (anterioren) und hinteren (posterioren) Körpergewichte sind gleich. Der **Kopf** befindet sich in der symmetrischen Körpermittellinie und ist dezent nach vorn geneigt (flektiert). Die **Unterarme** liegen mit flektierten Ellenbogengelenken proniert auf den Oberschenkeln bzw. auf dem Tisch. Bei einer mangelnden Rumpfkontrolle muss der Patient anhand von Lagerungskeilen oder Kissen entsprechend positioniert werden. Bei der Lagerung der Unterarme auf dem Tisch sollten das proximale Ende der Ulna (unteres Ellenbogengelenk) und die Tischkante überprüft werden. Um keine Druckschäden am N. ulnaris (evtl. mangelnde Sensibilität) zu verursachen, kann man ein kleines Handtuch oder Kissen unterlagern. Für die Essenseinnahme sollte der Oberkörper möglichst nahe an der Tischkante positioniert werden.

### Schluckstörungen: Befunderhebung und Therapie

Die Inspektion des Mundinnenraums berührt einen sehr intimen Bereich des Patienten (wer von uns lässt sich schon gerne in den Mund schauen!). Der Therapeut sollte sich dessen bewusst sein und entsprechend sensibel vorgehen. Das **Therapieziel** liegt in der Sensibilitäts- und Tonusnormalisierung. Bei der Funktionsanalyse gilt ebenso wie für die Befunderhebung der gesamten Körpermotorik, dass ei-

#### ■ Übersicht 9.2: Checkliste – Hilfsmittel zur Befundung und Therapie

- Kleine Stabtaschenlampe
- Spatel
- Durchsichtiger Trinkbecher (größeren Durchmessers) mit ausgesparter Nasenkerbe, um die Überstreckung der HWS beim Trinken zu verhindern
- Becher mit lauwarmem Wasser
- Strohhalm
- Fingerlinge bzw. ungepuderte Einweghandschuhe
- Eis (Spritze), um punktuelle Reize zu setzen (Handtuch zum Abwischen bereitlegen)
- Nahrung (z.B. Joghurt oder Eis ohne Fruchtstücke) für erste Schluckversuche
- Gaze (Baumwollgewebe) und kleine geschälte Apfelstücke für Kauversuche

#### ■ Übersicht 9.3: Checkliste – Befund

- Lippen
- Kaumuskulatur
- Zunge, Mundraum
- Gaumensegel
- Kehlkopfelevation
- Reflexe
- Flüssigkeits- und Nahrungsaufnahme

ne reine Beobachtung in Ruhe oder die Palpation (Abtasten) alleine nicht ausreichen. Dezente Störungen, die die Nahrungsaufnahme schwerwiegend beeinträchtigen können, werden oft erst unter Aktivität sichtbar. Zur Befundung sollte der Patient so positioniert werden, dass das Tageslicht auf das Gesicht des Patienten fällt (nicht blendend). Für die intraorale Sichtüberprüfung ist eine kleine Stabtaschenlampe sinnvoll. ■ **Übersicht 9.2** fasst alle benötigten Hilfsmittel zusammen.

Alle Hilfsmittel, die im intraoralen Bereich (Rachenbereich) eingesetzt werden (Handschuhe, Spatel, Löffel etc.), müssen vorher in lauwarmem Wasser angefeuchtet werden.

■ **Übersicht 9.3** enthält eine Checkliste zur Befundaufnahme.

### Lippen- und mimische Muskulatur, N. facialis (VII. Hirnnerv)

**Heranführen der Nahrung.** Das Besteck (Gabel oder Löffel) wird mit der Nahrung mittig an den Mund herangeführt. Kurz vor der Lippenberührung schiebt sich der Unterkiefer nach vorne und öffnet die Lippen.

### Beachte

Die Art (Brot oder Fleisch), Größe, Konsistenz und Temperatur der Nahrung entscheiden über die eingeleitete Lippenbewegung.

Bei der Einnahme von heißer Suppe spitzen sich die Lippen zu und ziehen (schlürfen) die Nahrung förmlich in den Mund. Bei einem Biss in einen Apfel hingegen müssen sich Unterkiefer und Lippen weit öffnen, um mit einem höheren Tonus ein Stück aus dem Apfel abzubeißen. Um dies zu bewältigen, benötigen die Lippen und der Mundbereich eine adäquate Sensibilität sowie eine normotone Bewegungsanpassung.

### Beachte

Eine Beeinträchtigung kann in einer Sensibilitätsstörung (Hyper- oder meist Hyposensibilität) und/oder in einer mangelnden Tonusanpassung (Hyper- oder Hypotonus) liegen.

**Beobachtung in Ruhe.** Man unterteilt den Mund mit einer horizontalen und einer vertikalen Linie in vier Bereiche. Ein geöffneter Mund mit herabhängendem Unterkiefer, ein herabhängender Mundwinkel oder eine Wangentasche geben erste Hinweise auf einen Hypotonus der entsprechenden Muskulatur; durch eine Palpation im Seitenvergleich kann man sich zudem Gewissheit verschaffen.

**Beobachtung in Aktion.** Der Patient wird aufgefordert, den Mund anzospitzen, die obere und untere Zahnreihe zu zeigen, die Mundwinkel anzuheben und zu senken, bei geschlossenem Mund die Wangen aufzublasen und dabei die Luft von einer Wange in die andere zu transportieren. Er soll versuchen, mit dem Strohhalm in den Becher zu blasen und Wasser anziehen, ohne zu schlucken. Letzteres gibt zudem Auskunft über die Dichtheit des Gaumensegels.

### Kaumuskulatur

Zur Kaumuskulatur gehören u.a.:

- M. temporalis (stärkster Kaumuskel),
- M. masseter,
- M. pterygoideus medialis (Abb. 9.2).

Sie bewirken zusammen den Kieferschluss (Zubeißen) und das Zurückziehen des Unterkiefers (M. temporalis). Die dabei entstehende Kauleistung kann einen Druck von mehreren Zentnern aufbringen (Schiebler 1995).

**Beobachtung in Ruhe.** In Ruhe prüft man durch Palpation im Seitenvergleich die Tonuslage (M. masseter, M. temporalis, Mm. pterygoidei).

**Beobachtung in Aktion.** Der Patient wird aufgefordert, seinen Unterkiefer nach vorn und wieder zurück zu ziehen, zu öffnen und zu schließen sowie nach rechts, zur Mitte,

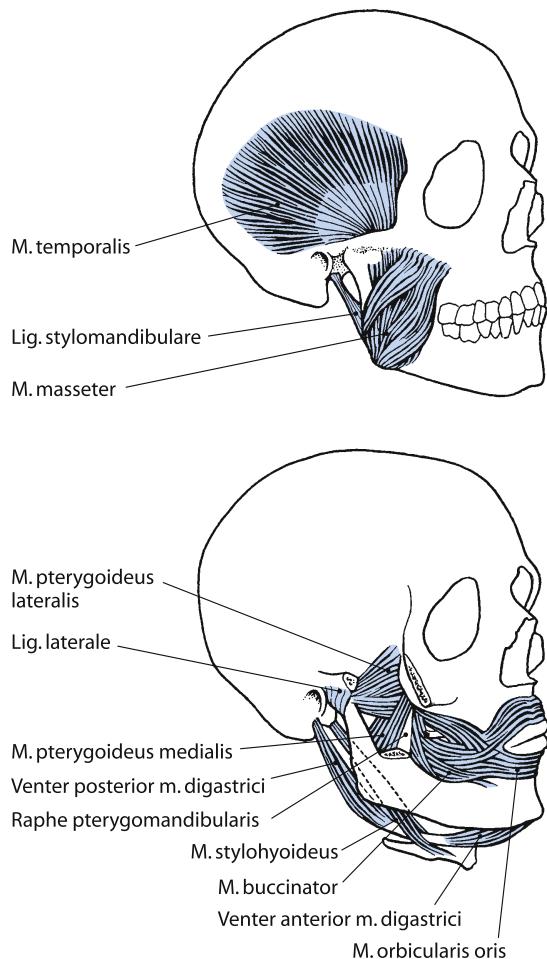


Abb. 9.2. Kau-, Lippen- und Wangenmuskulatur. (Aus Schiebler et al. 2003)

nach links, zur Mitte zu rotieren (wichtigste Kaufunktion). Das Anheben des Kopfes führt zu einem Öffnen des Mundes. Ein leichtes Absenken hingegen verbessert den Kieferschluss. Liegt eine hypotone Kiefermuskulatur vor, so unterstützt eine leichte Ventralflexion des Kopfes den Kieferschluss. Der Therapeut sollte sich dabei auf eine etwas niedrigere Sitzposition (kleiner Hocker) vor den Patienten begeben (auf keinen Fall vor dem Patienten stehen).

### Zungenmotorik, N. hypoglossus (XII. Hirnnerv)

**Beobachtung in Ruhe.** Die Zunge liegt normalerweise gelockert hinter der unteren Zahnreihe, die Zungenfurche ist dabei symmetrisch (mittig) ausgerichtet. Eine **hypotone Zunge** liegt teilweise auf der unteren Zahnreihe auf, die Zungenfurche ist kaum erkennbar. Um die Zungenrille zu

verbessern, soll der Patient den Laut »jjjjjjjjjjjjj« laut aussprechen. Ein Jodeln ist an dieser Stelle therapeutisch sehr wertvoll. Kommt es dabei zu einem lauten Lachen, bewegt der Patient zudem nahezu alle Muskeln seiner mimischen Muskulatur.

Eine **hypertone Zunge** zeigt sich eher verkürzt (verspannt); sie liegt meist hinter der Zahnreihe. Bei einer einseitigen Störung ist die Zungenspitze bzw. Zungenfurche (Symmetrielinie) entsprechend zur tonushöheren Seite verschoben. Man inspiziert den **Mundraum** nach Speiseresten, Verletzungen von Zahnfleisch und Schleimhäuten, Pilzbefall sowie auf den Sitz der Prothese bzw. nach lockeren Zähnen.

**Beobachtungen in Aktion.** Der Patient wird aufgefordert, mit seiner Zunge den angefeuchteten Spatel zu berühren, die Zunge herauszustrecken bzw. zurückzuziehen, den Spatel von unten nach oben und von oben nach unten zu drücken. Mit der Zungenspitze soll er in den rechten Mundwinkel fahren, in die Mitte, in den linken Mundwinkel und wieder zurück zur Mitte (evtl. mehrmals wiederholen). Er soll mit der Zunge abwechselnd in die rechte und linke Wangentasche drücken, in der jeweiligen Wangentasche kreisen. Der Therapeut setzt seinen Finger an die äußere, untere, hintere Wangentasche und fordert den Patienten auf, mit seiner Zunge den Finger zu berühren und ihm zu folgen. Der Therapeut fährt beispielsweise von der linken Wangenseite über das Kinn zu rechten hinteren Wangentasche. Dies wird am Oberkiefer wiederholt und dient als Säuberungsfunktion zwischen Zahnreihe und innerem Lippenbereich.

Versteht der Patient die verbalen Anweisungen nicht (wegen Aphäsie oder Apraxie), muss der Therapeut die Bewegung vormachen (Patientenseite ist immer die Seite von der gesprochen wird). Spricht man von der rechten Wangenseite des Patienten, so muss der Therapeut die Bewegung mit seiner linken (gegenübersitzend) vormachen.

### Zungensensibilität, N. trigeminus (vordere zwei Drittel) und N. facialis (hinteres Drittel)

Die Geschmacksempfindung beschränkt sich auf vier Grundqualitäten: süß, sauer, salzig, bitter. Anhand von Wattestäbchen mit verschiedenen Geschmacksrichtungen kann die Empfindung überprüft werden.

### Gaumen, Gaumensegel, N. glossopharyngeus (IX. Hirnnerv)

Der Patient wird aufgefordert, Luft in die Wangen zu blasen (s. Lippenschluss), mit unter die Nase gehaltenem Spiegel bis zehn zu zählen (Spiegeltest). Der Patient soll abwechselnd die Laute »a« und »i« laut aussprechen bzw. die Laute mit anderen Buchstaben verbinden wie »ba, bi, ca, ci, cha, chi etc.

### Sensomotorik

Im Wesentlichen unterscheidet man bei den **Sensibilitätsstörungen** zwischen:

- Hypästhesien (mangelnde Empfindungen),
- Anästhesien (fehlende Empfindungen) und
- Hyperästhesien (erhöhte Empfindlichkeit) für sensible Reize.

Eine abnorme Tonussituation zeigt sich meist durch eine schlaffe Lähmung (**Hypotonie**). Sie kann jedoch auch durch einen erhöhten Tonus (**Hypertonie, Spastik**) zur Beeinträchtigung des Schluckaktes beitragen.

Für die Behandlung einer Schluckstörung verwendet man, entsprechend den Empfindungsqualitäten und der Tonussituation, u.a. thermische (warm oder kalt), taktile (Druck, Dehnung) und gustatorische Stimulationsformen.

### Schluckstörungen: Behandlung

#### Thermische Maßnahmen

**Wärmebehandlung.** Warme Kompressen werden zur Entspannung hypertoner Muskel eingesetzt. Teilweise spricht man auch von neutraler Wärme (Rood), dabei wird ein hypertoner Muskel mit einem Kissen bedeckt und entspannt durch die Körperwärme.

**Kältebehandlung.** Die Stimulation mit Eis gehört vor allem bei der Behandlung sensibler Defizite im Rachenraum zum festen Bestandteil der Therapie. Als Hilfsmittel der Eisanwendung eignen sich Stieleisbehälter mit gefroremem Wasser, Wattestäbchen, die vorher in Wasser oder Tee, Bier, Wein, Zitronensaft (gustatorisch) etc. eingetaucht und gefroren wurden. Ebenso kann man mittelgroße Klinikspritzen mit Wasser aufziehen und einfrieren, später (vor der Anwendung) wird die Vorderseite (Spitze) abgetrennt. Aus der Spritzenform wird ein Eisstab, mit dem eine punktuelle Reizsetzung möglich ist. Man unterscheidet die langfristige Eisanwendung, die tonussenkend wirkt, und die kurzfristige, die zu einer Tonisierung beiträgt. Bei der **kurzen Anwendung** werden punktuelle Reize (jeweils drei bis fünf Sekunden) durch Bestreichen oder Betupfen gesetzt. Die **Langzeitanwendung** (zwischen drei und zwanzig Minuten) **von Eis** (milde Kälte) dient der Tonussenkung. Neben dem Einfluss auf den Muskeltonus senkt die Kältetherapie die Schmerzempfindlichkeit (► Kap. 4 »Kälte- und Wärmeanwendungen«).

#### Taktile Maßnahmen

**Pinseln.** Je nach Behandlungsziel wird mit Pinseln unterschiedlicher Härtegrade gearbeitet. Man streicht in einer hohen Frequenz (zweimal/s) ungefähr zehn Sekunden über die zu stimulierenden Regionen und Muskeln; dies wird mehrmals wiederholt. Danach wird der Patient zur willkürlichen Kontraktion aufgefordert, wie z.B. »Heben und senken Sie Ihre Mundwinkel« etc.

## 9.2 • Störungen der Sprech- und Schluckmotorik und der Mimik

**Dehnung.** Bei der Dehnung wird der hypotone Muskel entgegen seiner Kontraktionsrichtung gedehnt (Stretch bestimmt die Bewegung). Diese Vorspannung erleichtert dem Muskel die Kontraktion. Besteht beispielsweise eine Mundastschwäche, die sich durch ein mangelndes Hochziehen der oder des Mundwinkels (Lachen) zeigt, schiebt der Therapeut den Mundwinkel in die entgegengesetzte Richtung nach unten. Durch die maximale Spannung des Muskels wird seine Kontraktion erleichtert, mit zunehmender Eigenaktivität wird die Vorspannung verringert. Man wiederholt diesen Vorgang sieben- bis achtmal. Eine vorherige Eisbehandlung kann dabei unterstützend wirken. Der Patient wird aufgefordert, seine Lippen zum Lachen hochzu ziehen.

**Druck.** Der Therapeut drückt mit dem Spatel auf die Zähne des Unterkiefers und fordert den Patienten auf, gegen den Druck die Zähne zu schließen (Kopf nach ventral gesenkt). Druck mit dem Spatel auf den Zungengrund bewirkt eine Elevation des Zungenrückens.

Mit den Fingerlingen (Einweghandschuhe ungepudert) wird die spastische Zunge, von der Zungenrille ausgehend, abwechselnd nach lateral (rechts und links) ausgestrichen. Zur intraoralen Sensibilitätsverbesserung (Schleimhäute, Wangenmuskulatur) werden (mit den Fingerlingen) die Wangenninnentaschen mit leichtem Druck kreisförmig ausgestrichen.

**Tapping.** Tapping oder mehrmaliger Druck wird bei hypotonen Muskelgruppen angewendet. Der Therapeut stimuliert durch ein leichtes Beklopfen mit den Fingerkuppen, den Fingerrücken oder den Handrücken (je nach Größe) die Muskelbäuche.

**Vibration.** Durch die Vibration, z.B. mit einer elektrischen Zahnbürste, versucht man durch sehr schnelle kurze Dehnvorgänge die Kontraktionsbereitschaft des Muskels zu erhöhen.

**Mobilisationstechniken.** Hierbei wird zwischen der isotonischen und der isometrischen Kontraktion unterschieden (Kabat). Bei der isotonischen Kontraktion drückt der Therapeut mit gleichem Druck einen Spatel (angewärmter Löffel) gegen die herausgestreckte Zunge des Patienten. Der Patient versucht, den Spatel wegzudrücken (konzentrisch) oder langsam bremsend die Zunge in den Mund zurückzuführen (exzentrisch). Der Widerstand des Therapeuten darf dabei nur so stark sein, dass die Bewegung für den Patienten gerade noch ausführbar bleibt. Bei der isometrischen Kontraktion drückt der Therapeut aus verschiedenen Richtungen (oben und unten oder rechts und links) mit dem Spatel gegen die feststehende Zunge des Patienten. Der Patient wird aufgefordert, seine Position zu halten.

### Gustatorische Maßnahmen, erste Schluckversuche

Apfelstücke werden zerkleinert und in Gaze (Wundgaze, Klinikbedarf bei Verbrennungen) gewickelt. Der Patient wird gebeten, diese zu zerkaufen und die daraus resultierenden Tropfen hinunterzuschlucken. Mit dem Spatel oder Löffel wird etwas Speiseeis oder Joghurt (ohne Fruchtstücke) auf den hinteren Zungenrücken platziert, bzw. es wird mit geschmacklich variierenden Wattestäbchen die Zunge bestrichen. In beiden Fällen wird der Patient zum Schlucken animiert.

#### Beachte

Nach jedem Schlucken soll der Patient nachschlucken (noch mal schlucken), da oft noch Restnahrung nach dem ersten Schluckakt im Mund verbleibt.

### Mit der Nahrungsaufnahme beginnen

Anhand der vorangegangenen Befundung kann eine erste Einschätzung über die Physiologie des Schluckaktes und die Funktion der Schutzmechanismen erfolgen. Vor Beginn der eigentlichen Esstherapie sind unbedingt die **Geschmacksvorlieben** des Patienten abzuklären. Dies kann durch Befragung des Patienten (verbal oder im Kochbuch zeigen lassen) oder ein Gespräch mit seinen Angehörigen erreicht werden. Von der Konsistenz her sollte die Speise einnehmbar sein. Wurde bisher über eine Nasensonde ernährt, so ist diese vor der Therapie zu entfernen, da sie den physiologischen Schluckakt behindert. Optimal wäre es, wenn der Patient aktiv an der Zubereitung der Speisen mitarbeiten könnte. Besteht ein Ekel gegen die Nahrung, wird eher der Würgereflex anstelle eines physiologischen Schluckaktes ausgelöst.

#### Beachte

Die Esstherapie sollte immer in der allgemeinen Essenszeit (Mittagszeit) erfolgen.

Bei den meisten Patienten bestehen große Ängste bezüglich des Verschlucks, des lauten Abhustens, des Austrittes der Nahrung oral oder nasal etc. Das Esstraining sollte daher nicht im Speisesaal mit mehreren Personen stattfinden. Die Patienten empfinden Scham, fühlen sich beobachtet etc. Dies trägt zu einer zusätzlichen Verkrampfung bei. Es macht Sinn, zumindest am Anfang und bis der Patient die nötige Sicherheit besitzt, die Therapie ins Patientenzimmer zu verlegen. Das Ambiente sollte so normal wie möglich gestaltet werden; d.h. ein Tisch mit Tischdecke, ein Teller und nicht die Warmhaltebehälter der Einrichtung.

Das Schlucken sollte weitgehend automatisiert erfolgen mit der Ausnahme des Nachschluckens bei Verdacht auf Speisereste. Es fällt uns selbst schwer, auf Aufforderung zu schlucken (zweimal nacheinander), zudem ist der Tonus wie bei jeder willkürlich eingeleiteten Bewegung höher als

bei der automatisierten Ausführung. Bei der Nahrungsaufnahme sollte der Kopf des Patienten etwas ventralflektiert sein, um den Kiefer-Lippen-Schluss zu erleichtern.

**Konsistenz der Nahrung.** Flüssigkeit ist zwar leichter aufzunehmen als feste Nahrung, jedoch birgt gerade sie die Gefahr der Aspiration.

#### Beachte

Zu Beginn sollte ein Nahrungsmittel mit einer etwas festeren Konsistenz verwendet werden.

Brei hat hierbei den Nachteil, dass er vor allem bei einer mangelnden Speichelbildung am Gaumen verklebt. Am ehesten geeignet sind Joghurt, Speiseeis (beides ohne Fruchtstücke), Götterspeise oder püriertes (kein langfasriges) Gemüse. Nachteil dieser Speisen ist die mangelnde Animation für Kaubewegungen.

Der Therapeut beginnt mit kleinen mundgerechten Portionen und beobachtet den Schluckakt genau. Führt die Nahrungsaufnahme zu einem positiven Ergebnis, sollte der Patient nach Möglichkeit die Speise selbstständig mit der weniger betroffenen Seite zu sich nehmen. Die betroffene Hand wird dabei neben dem Teller in einer physiologischen Stellung gelagert. Wird der Schluckakt durch einen mangelnden Mundschluss, fehlende Kaubewegungen oder eingeschränkte Kehlkopfelevation behindert, kann der Therapeut durch gezielte Griffe die Bewegung unterstützen.

**Positionierung und Grifftechnik.** Der Patient sitzt in seinem Stuhl, seine Hände liegen auf dem Tisch. Der Therapeut steht links neben dem Patienten, er stellt sein rechtes Bein hinter die rechte Gesäßhälfte des Patienten auf den Stuhl (zwischen Rücken und Stuhllehne). Diese Position ist für den Therapeuten ergonomisch und gibt dem Patienten Stabilität im Rumpf. Der Therapeut greift mit seiner rechten Hand hinter dem Kopf vorbei auf die rechte Gesichtsseite des Patienten. Der Daumen des Therapeuten liegt ungefähr mittig vor dem Ohr des Patienten, der Zeigefinger zwischen Lippe und Kinn, der Mittelfinger unter dem Kinn. Mit dem Ring- und Kleinfinger kontrolliert der Therapeut die Elevation des Kehlkopfes. In dieser Position kann der Therapeut das Essen mit der linken Hand anreichen und die Motorik mit der rechten Hand unterstützen (Positionierung ist natürlich auch spiegelbildlich möglich).

Auch bei der **Anreichung von Flüssigkeiten** sollte man die Bedürfnisse des Patienten beachten. Hierfür sind meist in den Einrichtungen Verdickungsmittel vorhanden, die man mit Flüssigkeiten wie Tee und Kaffee verröhrt. Wie oben beschrieben, beginnt man mit kleinen Tropfen auf die Hinterzunge und steigert dies in Form von Tee- bzw. Suppenlöffeln. Als Trinkgefäß sollte ein Becher mit ausgesparter Nasenkerbe verwendet werden. Das Trinken aus einem

normalen Becher führt vor allem gegen Ende (Austrinken) zu einer erhöhten HWS-Extension. Ähnliches gilt für Schnabelbecher, die ebenso ungeeignet sind.

#### Beachte

Nach jeder Nahrungsaufnahme sind Zähne und Zahnfleisch gründlich zu reinigen (sollte ohnehin mindestens dreimal täglich erfolgen).

#### Begleitende Maßnahmen, Atemtherapie

Die Atemtherapie dient

- einer Normalisierung des Atemmusters (z.B. Dyspnoe, Kurzatmigkeit),
- der Verbesserung der Respiration (Gasaustausch im Körper),
- der Freihaltung und Säuberung der Atemwege (Sekret, Speisereste),
- einer Verbesserung der Ausdauer und Leistungstoleranz,
- der Verbesserung des Abhustens,
- der Erhaltung der Thoraxmobilität.

**Atmung.** Der Atemablauf setzt sich aus dem Einatmen (**Inspiration**), dem Gasaustausch (**Respiration**) und der Ausatmung (**Exspiration**) zusammen. Therapeutisch relevant sind vor allem die Inspirations- und Exspirationsabläufe. Das Verhältnis zwischen Einatmung und Ausatmungsphase beträgt in Ruhe Inspiration/Exspiration 1:2 und unter Aktivität 1:1. Ein erwachsener Mensch tätigt ca. 6 bis 8 Atemzüge pro 10 Sekunden, was einer Atemfrequenz von ca. 40 bis 50 Atemzüge pro Minute entspricht. Das Atmungsverhältnis sowie die Atemfrequenz sind wesentlich von der konstitutionellen Verfassung und von der auszuführenden Aktivität abhängig.

**Atemmuskel.** Inspiration: Den wichtigsten Atemmuskel bildet das Zwerchfell (**Diaphragma**). Bei der Einatmung senkt (kontrahiert) es sich nach unten und vergrößert so das innere Thoraxvolumen. Die Mm. intercostales stabilisieren entsprechend dem intrathorakalen Druck (je nach Aktivität der Einatmung) die Zwischenrippenbereiche. Die Schultergürtelmuskeln (Mm. sternocleidomastoidei und M. trapezius pars descendens) sind physiologisch nur bei der Tiefatmung mit beteiligt. Kommt es zu einer Beeinträchtigung der Zwerchfellmuskulatur, werden sie kompensatorisch aktiv.

Exspiration: Die Ausatmung ist in Ruhe ein passiver Vorgang, d.h., das Diaphragma entspannt sich und senkt die Rippen nach kaudal ab. Der Thorax (elastische Anteile) zieht sich zusammen und durch den erhöhten Druck auf die Lungen wird die Exspiration ausgelöst. Unter Aktivität ist die Bauchmuskulatur durch eine Thoraxsenkung aktiv am Exspirationsvorgang mitbeteiligt.

## 9.2 • Störungen der Sprech- und Schluckmotorik und der Mimik

**Atmungsablauf.** In der Inspirationsphase kontrahiert sich das Diaphragma, wodurch es sich senkt und den Bauchraum nach ventral vergrößert. Durch die lateral-kraniale Rippenbewegung erweitert sich der intrathorakale Raum (Thorax) nach lateral. Gegen Ende der Einatmungsphase heben sich die kranialen Thoraxanteile an (Tiefatmung). Die Exspirationsphase ist, wie oben beschrieben, in Ruhe vorwiegend ein passiver Prozess.

### Therapie relevanz

Die Atmungstherapie sollte in einer ruhigen entspannten Atmosphäre ausgeführt werden. Der Patient sollte keine beengende Kleidung tragen und eine entspannte Position einnehmen. Man beginnt in Rückenlage, der Kopf wird dabei leicht mit einem Kissen unterlagert. Die Beine werden angewickelt oder zumindest mit einer Knierolle unterlagert, um die Anspannung der Bauchmuskeln zu verringern.

**Zwerchfellatmung.** Der Therapeut legt seine Hände auf den Bauch des Patienten und bittet ihn, langsam und tief über die Nase in seine Hände zu atmen. Der Bauch bewegt sich nach ventral, dabei bleibt vor allem der obere Thoraxbereich ruhig. Kann der Patient die Übung eigenständig umsetzen, wird ein kleines Kissen (Kirschkernkissen) anstelle der Hände auf dem Bauch platziert. Der Patient beobachtet das Heben und Senken des Kissens (Hausaufgabe).

**Bilaterale Rippenatmung.** Der Therapeut legt seine Hände seitlich an den Brustkorb (Finger parallel zum Rippenverlauf) und bittet den Patienten, in seine Hände zu atmen. Die verbale Aufforderung kann lauten »Bewegen Sie Ihre Rippen gegen mein Hände«. Während der Inspiration gibt der Therapeut einen leichten Führungswiderstand, um die Wahrnehmung zu verbessern, in der Exspiration kann sie durch einen leichten Druck nach innen und unten durch den Therapeuten unterstützt werden. Sowohl in der Ein- als auch in der Ausatmungsphase soll der Patient seine Aufmerksamkeit auf die Bewegung lenken, um diese zu spüren. Die Rippenatmung ist auch in der Seitlage unilateral möglich, der Therapeut platziert dabei seine Hände an den unteren Rippenbögen (Vorgehensweise s. oben)

**Vorsichtsmaßnahmen.** Die Expiration (Ausatmung) soll passiv und entspannt erfolgen. Zu hoher intrathorakaler Druck kann Bronchospasmen auslösen, die wiederum die Luftwege weiter verengen. Die Ausatmungsphase darf nicht zu lange ausgeführt werden, da die darauf folgende Inspirationsphase zu schnell (nach Luft schnappend) erfolgt und so einem physiologischen Atemablauf entgegenwirkt. Falls keine Beeinträchtigung des Diaphragmas vorliegt, sollte die Kompensation über Schultergürtelmuskeln vermieden werden. Um eine Hyperventilation zu vermeiden, darf die Tiefenatmung maximal 3- bis 4-mal ausgeführt werden.

**Alltagsaktivitäten.** Neben den allgemeinen Aktivitäten wie Wandern, Treppensteigen etc. kann man vor allem bei sehr schwachen Patienten über kognitive Prozesse das Atemvolumen positiv beeinflussen. Beispielsweise kann das Aufsagen von Gedichten, das Singen von (bekannten oder neuen) Liedern oder das Ablesen von Kochrezepten u.ä. wesentlich zu einer Verbesserung der Vitalfunktionen beitragen. Nach einer vorherigen manuellen Atemtherapie (s. oben) kann durch das Aufsagen von Gedichten in Sätzen, Reimen, Abschnitten (je nach Potenzial des Patienten) die verbesserte Atemfrequenz alltagsrelevant umgesetzt werden. Die Atemtherapie sollte bei allen auffälligen Patienten, wie z.B. im geriatrischen Bereich, bei MS, Hemiplegie etc., mit in die Therapie integriert werden, da sie zum einen als prophylaktische Maßnahme (gegen Aspiration, Pneumonie) dient und zum anderen zur Verbesserung der alltagsrelevanten Leistungsfähigkeit beiträgt.

### 9.2.3 Fazialisparese

Eine Fazialisparese bzw. periphere Fazialisparese zeigt sich durch eine Lähmung der mimischen Muskulatur. Sie entsteht durch die Schädigung des N. facialis (N. VII) und zeigt sich durch eine gleichmäßige Beeinträchtigung der kompletten mimischen Muskulatur auf der homolateralen Gesichtsseite (Lähmungsseite ist identisch mit der Läsionsseite). Man unterscheidet die inkomplette und die komplettete Fazialisparese. Bei der schwereren kompletten Form zeigt sich ein mangelnder Lidschluss.

Im allgemeinen Sprachgebrauch spricht man von der zentralen Fazialisparese, da jedoch eine zentrale Läsion keine peripheren Nerven schädigen kann (Poeck 1998), ist der Ausdruck nicht korrekt. Die Beschreibung als zentrale Bewegungsstörung ist aus neurologischer Sicht weitaus treffender. Die zentrale Bewegungsstörung betrifft hauptsächlich die orale mimische Muskulatur der zur Läsionsstelle kontralateralen Gesichtsseite (Pyramidenbahnkreuzung). Da die zentralen Fasern der Stirnmuskulatur, vom Kortex bis zum Nucleus facialis im Hirnstamm, nicht nur gekreuzt sind, sondern auch ipsilateral projizieren, bleibt diese im Gegensatz zur oralen Gesichtsmuskulatur weitgehend intakt.

Die mimische Muskulatur (Abb. 9.3) erfüllt verschiedene Funktionen:

- Aufnahme und Zerkleinerung der Nahrung,
- verbale Kommunikation (Aussprache),
- Schutzfunktionen wie Schließen der Augen,
- mimischer Ausdruck.

Jüngere Versuche zeigten, dass weit mehr Kommunikation über Gestik und Mimik stattfindet als verbal. Eine Beeinträchtigung hat somit multiple Auswirkungen auf die Bewältigung der täglichen Aufgaben.

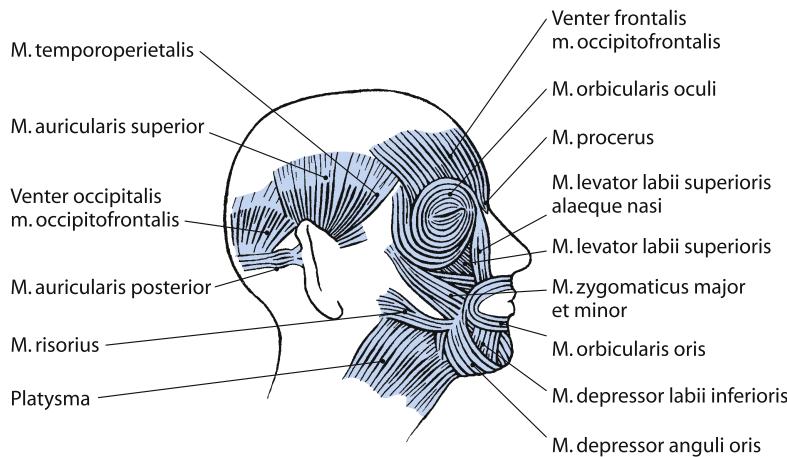


Abb. 9.3. Mimische Muskulatur. (Aus Schiebler et al. 2003)

## 9

Die Gesichtsmuskulatur wird in einen oberen (Stirn, Augen) und einen unteren Bereich (Mund und Lippen) unterteilt. In dem Abschnitt »Dysarthrophonie« wurde spezifisch die Sprache und im Abschnitt »Dysphagie« der Schluckakt besprochen. Dieser Abschnitt beschränkt sich daher auf die spezifische Anwendung der Muskelgruppen.

### Praxis

Der Patient liegt entspannt in Rückenlage auf der Therapiebank. Der Widerstand des Therapeuten richtet sich nach den Möglichkeiten des Patienten. Bei einseitigen Störungen (Hemiplegie) gilt dies in gleicher Weise. Reicht der Tonus des Patienten nicht aus, um die Bewegung endgradig zu Ende zu führen, so gibt der Therapeut Widerstand durch Vorspannung (in entgegengesetzter Kontraktionsrichtung). Im Zuge der Tonuss reduzierend reduziert auch der Therapeut seinen Widerstand bzw. unterstützt die fehlende Kontraktion, bis die Bewegung endgradig ausgeführt wird. Neben den tonusaufbauenden Zielen liegt ein weiterer Therapiefaktor in der Herstellung der Gesichtssymmetrie. Der Widerstand soll daher an die jeweilige Tonussituation angepasst werden, damit die Bewegung symmetrisch ausgeführt wird. Unterstützend zu den folgenden PNF-Techniken können thermische Verfahren mit Eis (s. Dysphagie) hinzugezogen werden.

### Beispiele zur Stimulierung der Stirnmuskulatur

- Der Therapeut drückt mit seinen Händen die Stirn von rechts und links mittig nach unten, verbal fordert er den Patienten auf: »Runzeln Sie Ihre Stirn oder ziehen Sie Ihre Augenbrauen hoch« etc. Durch den leichten Druck nach unten werden die Muskeln der Stirn vorgespannt, wodurch die Kontraktion unterstützt wird.

- Der Therapeut zieht die Augenbrauen des Patienten hoch (Vorspannung) und bittet den Patienten: »Schließen Sie Ihre Augen und ziehen Sie die Augenbrauen herunter.«

### Beispiele zur Stimulierung der Augenringmuskulatur

- Der Therapeut greift mit beiden Händen etwas unterhalb der Augenbrauen, zieht diese nach oben und bittet den Patienten: »Schließen Sie Ihre Augen« (oberes Augenlid).
- Der Therapeut greift mit Zeige- und Mittelfinger seitlich unter das Auge, ungefähr in Höhe des oberen Wangenknochens, zieht die Haut nach unten und bittet den Patienten: »Schließen Sie Ihre Augen« (unteres Augenlid).
- Der Therapeut drückt leicht mit Zeige- und Mittelfinger am lateralen Augenwinkel das Lid herunter und bittet den Patienten: »Öffnen Sie Ihr Auge« (Heben des Augenlides).

### Beispiele zur Stimulierung der Lippenmuskulatur

- Der Therapeut zieht mit Zeige- und Mittelfinger (rechts und links) die Mundwinkel nach lateral. Er fordert den Patienten auf, die Lippen anzuspitzen: »Machen Sie einen Kussmund, pfeifen Sie durch die Lippen.«
- Der Therapeut drückt mit Zeige- und Mittelfinger zwischen lateraler Oberlippe und Nase die Oberlippe zur Mitte unten. Die verbale Aufforderung lautet: »Bitte zeigen Sie mir Ihre obere Zahnröhre.«
- Der Therapeut drückt mit Zeige- und Mittelfinger seitlich (rechts und links) das Kinn nach unten und fordert den Patienten auf: »Runzeln Sie bitte Ihr Kinn.«

# Neuropsychologische Syndrome

## **10.1 Apraxie – 212**

- 10.1.1 Ideomotorische Apraxie – 212
- 10.1.2 Ideatorische Apraxie – 214

## **10.2 Störung der Raumverarbeitung (Raumauffassung) – 216**

- 10.2.1 Störung konstruktiver Leistungen (konstruktive Apraxie) – 216
- 10.2.3 Neglect/halbseitige Vernachlässigung – 217

## **10.3 Agnosie – 224**

Die Beschreibung der neuropsychologischen Syndrome stellt nur einen kleinen Auszug aus diesem komplexen Themengebiet dar. Sie werden hier ergänzend dargestellt, um das Verständnis für Wahrnehmungs- und Bewusstseinsprozesse zu verbessern. Die Beschreibung erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. In der Literaturliste sind Leseempfehlungen zur Vertiefung des Themas zu finden.

## 10.1 Apraxie

### ➤ Definition

Apraxie ist eine Störung in der sequenziellen Anordnung von Einzelbewegungen zu Bewegungsfolgen oder von Bewegungen zu Handlungsfolgen bei erhaltener Beweglichkeit (Poeck u. Hacke 1998)

(Aus dem Griechischen: »praxis«, Handlung. Eine »Apraxie« ist demzufolge ein »Nicht-Handeln«. In der Neuropsychologie bezeichnet der Begriff eine beeinträchtigte bzw. unpassende Handlung.)

Eine Apraxie (nicht zu verwechseln mit der »konstruktiven Apraxie«, s. unten) entsteht als Folge einer **linkshirnigen Läsion**. Sie zeigt sich durch motorische Fehlhandlungen beider Extremitäten (Ausnahme: Balkenläsion), die nicht auf eine elementare Bewegungsstörung zurückzuführen sind. Dies bedeutet, dass bei einem Hemiplegiker auch die nicht betroffene Seite apraktisch handelt. Man spricht auch von der Gliedmaßenapraxie, wenn die Extremitäten, bzw. von der bukkofazialen Apraxie, wenn die Gesichts- und Mundbewegungen betroffen sind.

Der Begriff Apraxie wurde von Liepmann (1908) geprägt. Er klassifizierte die Störungen in der Umsetzung motorischer Programme als »ideomotorische Apraxie« und die des Handlungsentwurfs als »ideatorische Apraxie«. Diese Ansicht findet sich, wenn auch in z.T. abweichender Form, in modernen Modellen wieder (Sturm et al. 2000).

- **Ideomotorische Apraxie:** Störung der Bewegungsplanung, zeigt sich durch ein Unvermögen in der Ausführung verlangter symbolischer Gesten sowie im Imitieren von Gesten.
- **Ideatorische Apraxie:** Störung der Handlungsplanung, d.h. ein Unvermögen im Umgang mit Objekten und Handlungsabläufen.

### ➤ Beachte

Patienten mit Apraxie sind zwar in der Lage, gesehene Bewegungen oder Handlungen als richtig oder falsch einzuschätzen, die eigene Bewegungsausführung ist zum Teil jedoch mit großen Defiziten behaftet.

Durch die Läsion in der linken Hemisphäre besteht neben der Apraxie meist auch eine Aphasie (umgekehrt ist dies eher weniger der Fall).

### ➤ Beachte

**Definition:** Die mangelnde Fähigkeit, gestalterische und konstruktive Handlungen auszuführen, bezeichnet man auch als **räumlich-konstruktive oder visuokonstruktive Störung (konstruktive Apraxie)**. Die Störung tritt vor allem bei rechts-hirnigen Läsionen auf.

## 10.1.1 Ideomotorische Apraxie

### ➤ Definition

Eine **ideomotorische Apraxie** zeigt sich durch eine Störung in der Auswahl und der zeitlichen Sequenzierung von aufeinander folgenden Einzelbewegungen.

Je nach Schweregrad kann das Erscheinungsbild stark variieren. In der Regel tritt sie bei **neuen, komplizierten, bewusst kognitiv gesteuerten Bewegungsabfolgen** auf, wie es beispielsweise bei verbaler oder imitatorischer Bewegungsaufforderung der Fall ist. Überwiegend sind die distalen Bewegungsabfolgen betroffen.

Da die Bewegungen im alltäglichen Leben überwiegend in einem automatisierten Kontext erfolgen (Routinehandlungen), wird die ideomotorische Apraxie meist nur in bestimmten Testsituationen deutlich. Die ideomotorische Apraxie bezieht sich immer auf **beide Extremitäten**.

## Vergleich zur normalen Bewegungsplanung

Eine normale Bewegung ist:

- automatisiert (bewusst automatisiert),
- zweckorientiert,
- zielgerichtet,
- Erfolg versprechend (Motivation),
- ökonomisch.

Damit eine Bewegung diese Kriterien erfüllt, bedarf es einer **differenzierten Bewegungs- und Handlungsplanung**. Will man beispielsweise mit der rechten Hand das rechte Knie kratzen, greift man normalerweise mit der Hand außen an das Knie. Ebenso könnte man das Knie zur Hand führen oder mit der linken Hand unter dem rechten Knie hindurchgreifen etc. Es gibt stets mehrere Bewegungsmöglichkeiten, um ein Ziel zu erreichen. Die Bewegung im Sinne der Ökonomie, d.h. mit dem geringst möglichen Aufwand, erfolgt meist automatisiert und ohne Unterbrechung. Beim Ergreifen eines Glases wird durch eine schnelle Armbewegung die Hand in Richtung Glas geführt. Im Zuge der Annäherung reduziert sich die Geschwindigkeit des Armes, und die Hand formiert sich entsprechend dem Zielgegenstand.

### Beachte

Je mehr Aufmerksamkeit auf die Bewegung gerichtet wird, desto unharmonischer und unökonomischer wird der Bewegungsablauf (► Kap. 3.4 »Selbsterfahrung«).

Schwierige und neue Bewegungsabläufe werden bewusster (s. auch ► Kap. 3.4 »Externes- und internes Feedback«), d.h. mit einer höheren Aufmerksamkeit, einem höheren Tonusniveau und einer geringeren Bewegungsgeschwindigkeit ausgeführt. Wird die Bewegung zur Gewohnheit (► Kap. 3.4 2 »Feedforward«), erfolgt eine eher automatisierte Steuerung mit geringerem Tonusniveau. Dabei geht mit zunehmender Routine die Bewegungsplanung (s. prozedurales Gedächtnis) in die Handlungsplanung über, wobei die Aufmerksamkeit nicht mehr bei der Bewegungsausführung, sondern vielmehr in der zu tätigenen Handlung liegt.

### Beispiel

Setzt sich eine Fliege auf das Knie des Patienten, kann er sie automatisiert mit der Hand wegschlagen. Wird er jedoch verbal oder gestisch dazu aufgefordert, mit der Hand das Knie zu berühren, gelingt ihm dies nicht.

Im Allgemeinen bezieht sich der Begriff Apraxie auf Bewegungen oder Handlungen der Körperteile, woraus auch der Begriff Gliedmaßenapraxie resultiert. Bei einer Bewegungsstörung der Gesichtsmuskulatur spricht man von der **Gesichtsapraxie bzw. der bukkofazialen Apraxie**.

### Befunderhebung der ideomotorischen Apraxie

In der ersten Stufe der neuropsychologischen Befunderhebung fordert man den Patienten **verbal** zur Ausführung bestimmter Bewegungen auf. Führt die verbale Vorgabe nicht zum Erfolg, z.B. bei einer Sprachverständnisstörung (sensorische Aphasie), wird der Patient in einem zweiten Schritt dazu aufgefordert, die vom Therapeuten vorgemachten Bewegungen **nachzuahmen**. Nach Möglichkeit sollten beide Extremitäten getrennt befundet werden, bei einer rechtseitigen Lähmung ist die linke Extremität zu befunden.

Bei der Untersuchung sitzen sich Therapeut und Patient gegenüber. Der Patient beginnt erst dann mit der Bewegungsausführung, wenn der Therapeut seine Demonstration abgeschlossen hat. Die Bewegungsvorgabe muss im Kurzzeitgedächtnis gespeichert werden, bevor die motorische Umsetzung beginnt. Patienten, die neben dem Therapeuten sitzen und parallel die Bewegungen ausführen, können die Bewegung oft fehlerfrei imitieren (Goldenberg 1998). Ein Nachmachen ist dementsprechend schwieriger als das Mitmachen.

### Beispiele

- **Ausdrucksbewegungen.** Winken, Arme in der Hüfte zusammenstemmen, Schwurhand heben, militärischer Gruß, lange Nase machen etc.
- **Handhabung imaginärer Objekte.** Klavierspielen, mit einem Kamm die Haare kämmen, sägen, hämmern, Zähne putzen etc.
- **Bewegungen ohne Bedeutung.** Mit ausgestrecktem Arm eine Acht in den Raum malen, mit dem Zeigefinger über das Kinn fahren, den Handrücken auf die Stirn legen etc.

### Praxis

Eine Apraxie zeigt sich meist durch **Bewegungsentstellungen** (Parapraxien), d.h., verlangte Bewegungen werden durch andere ersetzt, es werden Auslassungen oder Überschussbewegungen durchgeführt. Die Bewegungen wirken suchend, übersteigert oder inadäquat in ihren Abläufen. Oft ähnelt die Bewegung auch der vorher gestellten Bewegungsaufgabe (**Perseveration**).

### Besondere Probleme bei apraktischen Patienten

**Gestik und Mimik.** Da das Erscheinungsbild der Apraxie häufig mit einer Aphasie (Wernicke- oder Globalaphasie) einhergeht, liegt im kommunikativen Einsatz von Gestik und Mimik eine besondere Bedeutung. Der Patient muss seine verbalen Defizite durch Gestik und Mimik ausgleichen, um seine Bedürfnisse seinem Umfeld mitzuteilen. Beim Einüben von Gesten sollte man mit sehr einfachen gebräuchlichen Gesten beginnen, die später in Umfang und Gebrauch erweitert werden. Es ist wichtig, dass das ganze Team die Bedeutung der Gesten kennt und entsprechend auf den Patienten reagiert. Die Gesten müssen vor allem in der Frühphase sinnig eingesetzt werden. Es ist unsinnig mit einem Nichtraucher das Andeuten des Rauchens zu üben, wie z.B. gespreizte Zeige- und Mittelfinger zum Mund führen (s. auch ► Kap. 13.1).

### Beispiel

#### Einüben geeigneter Gesten

- Kaffee oder Tee trinken: zusammengeführte Daumen und Zeigefinger zum Mund führen.
- Getränk: Daumen und Finger in der Greifform eines Glases zum Mund führen.
- Aus- oder Anziehen: am Pullover ziehen.
- Müdigkeit: den Kopf zur Seite neigen und auf die Handinnenfläche legen.
- Essen: Hand in Form einer imaginären Gabel zum Mund führen.
- Waschen: mit der Handinnenfläche kreisförmig über das Gesicht fahren.

Den größten Vorteil bringen Gesten, die der Patient schon vor seiner Läsion verwendet hat und die ein allgemeines Verständnis finden.

**Neue Bewegungsabläufe.** Das Therapieziel liegt in der größtmöglichen Heranführung an normale Bewegungsabläufe (Restitution). Unter gewissen Umständen, z.B. bei einem feststehenden Entlassungstermin nach Hause, muss der Patient jedoch schnellstmöglich eine gewisse Selbstständigkeit erreichen. In diesem Fall muss man das Ideal der Restitution aufgeben und den Patienten in **neue kompensatorische Bewegungsabläufe** einweisen.

**Umgang mit Hilfsmitteln.** Für den kompensatorischen Einsatz von Hilfsmitteln, wie z.B. ein Rollator für das Gehen, bedarf es eines Erlernens neuer Bewegungen durch Modellernen: lenken, Bremse schließen etc. Der Patient kann dabei nur begrenzt auf sein Altgedächtnis zurückgreifen.

Durch die mangelnde Einschätzung und Umsetzung einer Handlung, wie z.B. mit dem Rollstuhl an die Treppe fahren, die Bremse beim Transfer nicht schließen etc., werden Gefahrensituationen nur unzureichend beachtet, woraus ein weiteres **Sicherheitsrisiko** resultiert. Eine weitere Schwierigkeit bilden Hilfsmittel, die unilateral betätig werden, z.B. das Benutzen eines Frühstücksbrettes. Der Patient muss mit seiner nichtdominanten linken Hand den Gebrauch des Brettes neu erlernen.

### 10.1.2 Ideatorische Apraxie

#### ➤ Definition

Die ideatorische Apraxie bezieht sich nicht auf Einzelbewegungen, sondern auf eine Störung einzelner und/oder komplexerer Handlungen in der logischen Handlungsfolge beim Umgang mit Objekten.

#### Vergleich zur normalen Handlungsplanung

Im Laufe seiner sensomotorischen Entwicklung lernt der Mensch den Umgang und die Handhabung verschiedenster Objekte (Bewegungsplanung). Der sinnhafte Einsatz dieser Objekte oder Werkzeuge führt zu Handlungen (Handlungsplanung), die unser Alltagsleben prägen und gestalten, also zur Auseinandersetzung mit der Umwelt. Um die ausgeführten Bewegungen zu speichern und in eine Handlung zu integrieren oder an ähnliche neue Situationen zu adaptieren, bedarf es einer **Gedächtnisleistung**. Im Laufe der Zeit speichert der Mensch Engramme, ähnlich einer Gebrauchsanweisung, über die Handhabung und den Einsatz verschiedenster Werkzeuge und Gegenstände. Beim Erkennen eines Gegenstandes findet ein neuronaler Abgleich (Assoziation) statt, der eine Aussage über die Funktion sowie die Handhabung des Gegenstandes erlaubt. Umgekehrt finden in ge-

wissen Problemsituationen **Assoziationen** statt, die Rückschlüsse auf ein entsprechendes Werkzeug liefern. Neue Objekte oder Werkzeuge werden mit bereits bekannten verknüpft und naheliegend zugeordnet.

#### Beispiel

**Werkzeug Hammer.** Man sieht einen Hammer und weiß sofort, wie dieser Hammer benutzt und eingesetzt wird. Beim Anheben greift man direkt an den hinteren Teil des Stiels und erkennt z.B. an einem lockeren Hammerauge seine Funktionsunfähigkeit. Steht man vor dem Problem, einen Nagel in die Wand zu schlagen, fällt einem sofort der Hammer ein. Ist dieser nicht zur Hand, werden Werkzeuge gesucht, die in ähnlicher Weise zum Ziel führen. Beispielsweise benutzt man eine große Zange oder einen stabilen Schuh im Sinne des Hammers, um den Nagel in die Wand zu schlagen.

#### ➤ Beachte

Die **ideatorische Apraxie** wird als eine Störung der konzeptuellen Organisation von Handlungen beschrieben. Sowohl der Einsatz der Körperteile zum Objekt, die Handhabung des Objektes oder Werkzeuges als auch die Einhaltung der Handlungsfolgen können davon betroffen sein.

Daraus resultiert eine **Klassifizierung der Störungsbilder in drei Ebenen**:

- **Körperebene.** Beispiele: Beim Sägen wird der Abstand zwischen dem Werkstück und dem eigenen Körper zu gering gewählt. Der Sägende bewegt sich in einer starken Beugestellung (Ellenbogen), wodurch der Sägevorgang unökonomisch ausfällt. Ein Hammer wird nicht im Faustgriff umgriffen, sondern im Präzisionsgriff mit drei Fingern gehalten.
- **Objektebene.** Beispiele: Die Säge wird nicht am Griff, sondern am Bügel gehalten, bzw. der Bügel wird auf das Werkstück zum Sägen gesetzt anstelle des Sägeblattes. Die Patienten stellen einen Locher auf das Papier, statt das Papier in den Schlitz zu führen etc.
- **Handlungsebene.** Beispiele: Bei der Zubereitung von Kaffee wird zuerst Wasser in die Kanne gegossen, das Kaffeepulver eingefüllt und zuletzt der Kaffeefilter eingefügt. Beim Anziehen wird das Unterhemd über den Pullover gezogen.

Im Gegensatz zur ideomotorischen Apraxie besteht bei der ideatorischen Apraxie entsprechend dem Schweregrad eine **hohe Alltagsrelevanz**. Patienten mit einer ideatorischen Apraxie zeigten sowohl im Gebrauch bekannter als auch unbekannter Gegenstände große Defizite (Goldenber 1998).

#### Befunderhebung der ideatorischen Apraxie

Die Patienten fallen häufig durch den unsachgemäßen Gebrauch diverser Alltagsgegenstände oder durch die Durch-

## 10.1 · Apraxie

führung falscher Handlungsfolgen auf. Es kommt zu Schwierigkeiten beim Anziehen, beim Essen, bei der Zubereitung von Nahrung. Sie essen die Suppe mit der Gabel, bestreichen das Brot mit dem Löffel. Die Hose wird über den Kopf gezogen etc.

Die neuropsychologische **Befundung** erfolgt bei der ideatorischen Apraxie mit realen Objekten, z.B.

- Flüssigkeiten in ein Glas füllen
- Einen Schlüssel in das dazugehörige Vorhängeschloss stecken
- Einen Strich mit dem Lineal ziehen
- Ein Blatt Papier lochen und in einen Ordner heften
- Einen Brief falten und in ein Kuvert stecken
- Batterien in einem Gerät (Wecker) wechseln
- Pulverkaffee zubereiten
- Kugelschreiber auseinander und zusammenbauen.

**Prägnante Auffälligkeiten** der ideatorischen Apraxie zeigen sich durch:

- sich wiederholende Handlungen (Perseveration),
- Ratlosigkeit,
- unadäquate Handlungsfolge,
- unbewusste Fehlhandlungen,
- Schwierigkeiten beim Übergang von einer Handlung (Aufgabe) zur nächsten.

### Praxis

**Körperebene.** **Proximale** Bewegungen kann der Patient am Anfang leichter umsetzen als distale. Es sollte daher mit grobmotorischen Handlungen begonnen werden, die später in differenzierte feinmotorische Tätigkeiten übergehen.

Ein unilaterales Arbeiten (Hand-Augen-Koordination) mit einer Hand kann später in bilaterales Arbeiten (Hand-Hand-Koordination) übergehen.

**Objektebene.** Der Patient sollte mit **sehr einfachen, bekannten Objekten** beginnen, wie z.B. aus einer Limonadenflasche Wasser ins Glas gießen. Im weiteren Therapieverlauf werden die Geräte und Werkzeuge komplexer, wie z.B. Batterien in der Taschenlampe wechseln.

**Handlungsebene.** Zu Beginn der Behandlung sollten nach einem zuvor erstellten Behandlungsplan vertraute, routinierte Handlungen beübt werden. Am ehesten eignen sich **primäre Alltagssituationen** (Hygiene, Anziehen etc.), die den Patienten auf seine spätere Entlassung vorbereiten. Eine komplexere Handlung kann dabei oft zu einer Überforderung des Patienten führen. Sinnvoll ist dabei die Untergliederung in kleinere Einzelhandlungen (**Sequenzierung**), die nach erfolgreicher Beübung wieder zur Gesamthandlung zusammengeführt werden. Teilweise macht es Sinn, mit der letzten Sequenz zu beginnen, um sich mit zuneh-

mendem Therapiefortschritt in Richtung Handlungsbeginn zu bewegen (»backward chaining«).

### Beispiel

**Mittagessen.** Folgende Schritte müssen vollzogen werden:

- Essenszubereitung,
- Tisch decken,
- Essen auf die Teller verteilen,
- Essen.

In der ersten Therapieeinheit nimmt der Patient am Essen teil, in der zweiten und dritten verteilt er das Essen (mit anschließendem Essen). In der vierten und fünften unterstützt er das Anrichten des Tisches. Die folgenden Einheiten beginnen mit der Zubereitung.

Diese Vorgehensweise hat den Vorteil, dass der Patient stets mit einem Erfolgserlebnis (Essen) die Therapie beendet. Mit zunehmendem Therapiefortschritt wird seine Handlungskompetenz ausgeweitet. Je nach Schwere der Symptomatik kann schon das Tischdecken eine Überforderung des Patienten darstellen.

Schon ein sequenziertes Handlungsablauf muss häufig mehrmals (je öfter desto besser) **wiederholt** werden, um eine adäquate Ausführung zu gewährleisten.

Sowohl die Aufgabe als auch die Anleitung durch den Therapeuten sollten so **einfach** wie möglich gewählt werden, um das bestmögliche Verständnis der Patienten zu erreichen.

Um die Handlungsplanung auf kognitiver Ebene zu verbessern, kann auch der Einsatz von **Bildkarten**, die bestimmte Handlungsabfolgen darstellen, förderlich sein. Der Patient beginnt mit der Zuordnung einfacher, gebräuchlicher Handlungsfolgen. Im Zuge der Leistungsverbesserung erhöht sich die Anzahl der Bilder bzw. die Komplexität der Handlungsabfolgen. (Die Herstellung von Fotos mit unterschiedlich schwierigen Handlungsabfolgen kann eine effiziente Aufgabe für Schüler und Praktikanten sein.)

In schweren Fällen sind alle Funktionsebenen betroffen. Es sollte daher, den Restfähigkeiten entsprechend, mit der einfachsten Ebene begonnen werden, meist der Körperebene. Es macht wenig Sinn, eine Handlung zu trainieren, wenn gleichzeitig die Bewegungsplanung oder der Umgang mit Objekten beeinträchtigt ist.

Um die noch vorhandenen Ressourcen bestmöglichst zu nutzen, sollte stets ein Transfer zur späteren Entlassungssituation bestehen: Welche Handlungsfähigkeiten benötigt der Patient in Zukunft? Die Antwort auf diese Frage bildet die Grundlage zur Auswahl der Therapiemedien bzw. zur Therapiegestaltung.

## 10.2 Störung der Raumverarbeitung (Raumauffassung)

Der **rechten (nichtsprachlichen) Hemisphäre** schreibt man die Dominanz für räumliche Verarbeitungsleistungen zu.

Im Wesentlichen werden hierbei **vier räumliche Störungsbilder** unterschieden (Prosiegel 1998):

- Störung konstruktiver Leistungen (teilweise als konstruktive Apraxie beschrieben),
- Störung der Wahrnehmung der eigenen Körperlängsachse (s. Pushersyndrom),
- Störung der räumlich-topographischen Operationen im Raum (s. Apraxie),
- Störung der visuell-räumlichen Wahrnehmung (s. visueller Neglect).

### 10.2.1 Störung konstruktiver Leistungen (konstruktive Apraxie)

#### Beachte

Die konstruktive Apraxie führt zur **Störung gestalterischer und/oder konstruktiver Handlungen unter optischer Kontrolle**, ohne dass eine Parese oder eine Apraxie der Einzelbewegungen vorliegt (Poeck u. Hacke 1998).

Bei dieser Störungsform besteht ein enger Zusammenhang zur räumlichen Orientierungsstörung, in der sich der Patient auch in gewohnter Umgebung nicht mehr zurechtfindet. Beide Syndrome treten meist bei einer Läsion des rechtshemisphärischen (nicht sprachdominannten) Parietallappens auf, in dem die visuellen und sensomotorischen Assoziationen stattfinden, können aber auch nach Läsionen des linken Parietallappens beobachtet werden.

### Befunderhebung einer konstruktiven Störung (konstruktiven Apraxie)

Neuropsychologen lassen bei Verdacht auf eine konstruktive Störung den Patienten z.B. ein Haus, das Zifferblatt einer Uhr, eine Blume oder ähnliche Gegenstände in zwei- und dreidimensionaler Ansicht unter der Zuhilfenahme von Markierungshilfen abzeichnen. Da zeichnerisch unterschiedliche Fähigkeiten bestehen, geht es in erster Linie um die **räumliche Zuordnung** der jeweiligen Einzelteile. Ein weiteres Kriterium bildet z.B. das zwei- oder dreidimensionale Nachbauen einer zweidimensionalen Vorlage mit gebräuchlichen Therapiemedien wie Tangram, Nikitin-Material etc. Als weitere Auffälligkeit können Probleme beim Lesen oder Schreiben gesehen werden. Im Einzelfall müssen diese Hinweise dann im Hinblick auf mögliche, zugrunde liegende Beeinträchtigungen der räumlich-perzeptiven Wahrnehmung oder der Handlungsplanung näher untersucht werden, um je nach

Störungsmechanismus einen entsprechenden Therapieplan zu erstellen.

Die Aufgabe der Ergotherapeuten sollte primär darin bestehen, die **Auswirkung der Störung auf den Alltagsbereich** und die Selbstversorgung (Anziehen, handwerkliche Tätigkeiten etc.) sowie mögliche Beeinträchtigungen z.B. auf die Behandlung motorischer Defizite (Werk- und Graphomotorikgruppe) weiter abzuklären und entsprechend dem neuropsychologischen Therapieplan zu behandeln.

### 10.2.2 Orientierungsstörung

Eine Orientierungsstörung gliedert sich in **vier Ebenen**:

- zur Person,
- zeitlich,
- örtlich,
- situativ.

Eine **zeitliche und/oder örtliche Desorientierung** zeigt sich häufig als sog. Durchgangssyndrom. Es entsteht meist infolge eines Schädel-Hirn-Traumas (Frühphase), bei Fieber oder Delir (Alkoholmissbrauch) und ist somit ein Zeichen eines reversiblen (umkehrbaren) organischen Psychosyndroms.

Die **Desorientiertheit zur eigenen Person** hingegen, ist meist Ausdruck einer irreversiblen (nicht umkehrbaren) zerebralen Dysfunktion. Diese bildet das Kardinalsymptom einer Demenz.

### Befunderhebung Orientierungsstörung

Bereits beim Erstgespräch stellt der Therapeut Fragen, die Aufschluss über die Orientiertheit des Patienten geben und eine hypothetische Einschätzung über seine kognitiven Fähigkeiten erlauben:

- zur Person (Name, Alter, geboren, welche Krankheit, verheiratet, Kinder),
- zeitlich (Uhrzeit, Datum, Wochentag, Monat, Jahreszeit, Jahr),
- örtlich (Ort, Gebäude, Stockwerk),
- situativ (warum sind Sie hier, was erwartet Sie hier).

Es ist wichtig, die Antworten zur Orientierung auf Ähnlichkeiten oder Falschheit zu überprüfen. Bei Falschheit spricht man von »**Konfabulieren**«. Der Patient gibt Antworten, die zwar stimmen könnten, jedoch nie der Realität entsprechen. Es kommt zur illusionären Verkenntung und Umdeutung der aktuellen Situation. Eine über längere Zeit andauernde Desorientierung ist im Krankheitsverlauf prognostisch eher ungünstig einzuschätzen (Prosiegel 1998).

### Beispiel

Wie sind Sie zu uns gekommen?

» Mit dem Omnibus bin ich hierher gefahren.«

In Wirklichkeit wurde der Patient mit dem Krankenwagen eingeliefert.

## Praxis

**Orientierung zur Person.** Beim Vorliegen einer Orientierungsstörung, sollte der Patient **in erster Linie zu sich finden**. Das bedeutet, dass der Therapieschwerpunkt im wiederholten Training seiner persönlichen Informationen liegt. Ein spezifisches Gedächtnistraining wäre an dieser Stelle noch verfrüht, da die persönliche Orientierung die Grundlage der Gedächtnisfunktionen darstellt. Im Training zur Person werden mit dem Patienten die engeren persönlichen Daten (Geburtsdatum, Adresse, Ehefrau, Kinder etc.) beübt. Daten mit emotional sehr engen Bindungen werden häufig eher richtig eingestuft als neue komplexe Informationen. Ein kleiner Notizblock mit den persönlichen Daten kann zusätzlich eine externe Hilfe darstellen.

In sehr schweren Fällen ist es sinnvoll, dem Patienten einen Brustbeutel auszuhändigen, den er permanent mit sich führt. In diesem Beutel sind neben seinem Foto, sein Name, ein Bezug auf seine Problematik, sein momentaner Aufenthaltsort etc. fixiert (Notizblock). Es bedeutet zwar eine gewisse Art von Etikettierung, ist aber oft das Mittel der letzten Wahl, falls sich der Patient außerhalb der Klinik verläuft.

**Örtliche Orientierung.** Der Patient beginnt mit der örtlichen Orientierung in einem kleinen Rahmen. Er lernt vorab sein Krankenzimmer richtig einzuschätzen, d.h., wo und was ist im Schrank, wo ist das Bad etc. Mit zunehmender Orientierung weitet sich die räumliche Ebene aus. Der Patient lernt die Station kennen (Arzt-, Schwesternzimmer, Therapierräume etc.), die Klinik, den Park, die Stadt etc.

**Zeitliche Orientierung.** Innerhalb des Zimmers sollte an einer prägnanten (gut sichtbaren) Stelle eine Art **Tagesplan** platziert werden. Auf dem Plan sind die wichtigen Termine des Tages aufgelistet. Der Patient hakt nach Beendigung oder Ausführung die jeweilige Spalte ab. Der Tagesplan variiert je nach Schwere der Störung. So kann er relativ detailliert ausgeführt und durch einen zweiten Plan (z.B. im Bad) ergänzt werden. Der Plan beginnt beispielsweise um 6.00 Uhr: Wecker klingelt, aufstehen und ins Bad gehen. Im Bad hängt evtl. der zweite Plan mit Duschen, Rasieren, Zahneputzen etc. Nach Beendigung der Morgenhygiene hakt der Patient auf dem Plan Entsprechendes ab (am Plan sollte ein Bleistift hängen). Der Patient geht um 6.45 Uhr zum Frühstück, 9.00 Uhr Visite, 10.00 Uhr Ergotherapie Zimmer T3 etc.

### 10.2.3 Neglect/halbseitige Vernachlässigung

#### Definition

Der Begriff »Neglect« kommt aus dem Englischen und bedeutet halbseitige Vernachlässigung.

Man bezeichnet damit eine Verhaltensstörung hirngeschädigter Patienten, die sich durch das Nichtbeachten von Reizen (räumlich oder körperlich) auf der zum Läsionsort kontralateralen (meist linken) Körperseite zeigt. Zum Teil findet auch der Begriff Hemineglect Verwendung. Da aber die Vernachlässigung je nach Schwere der Läsion mehr oder minder stark variiert, ist die entsprechende Körperseite nie genau ab der Körpermittelinie betroffen (Sturm et al. 2000).

Eine linksseitige Vernachlässigung bei rechtshirniger Schädigung tritt im Initialstadium nicht häufiger auf und ist auch nicht schwerer ausgeprägt als ein Neglect nach linkshemisphärischer Läsion.

#### Beachte

Der Neglect nach linkshemisphärischer Läsion bildet sich spontan schneller und vollständig zurück.

In den meisten Lehrbüchern wird der Neglect als eine Aufmerksamkeitsstörung beschrieben, welche eine Vernachlässigung der zum Läsionsort kontralateralen **Raum- und Körperseite** betrifft. Neben diesem Erklärungsmodell bestehen noch weitere Hypothesen, die zum Teil kontrovers diskutiert werden. Da diese ein aktuelles Thema in der derzeitigen Therapieforschung darstellen und auch moderne Konzepte der Ergotherapie ansprechen, (z.B. das SI-Konzept), werden sie in diesem Kapitel kurz angesprochen.

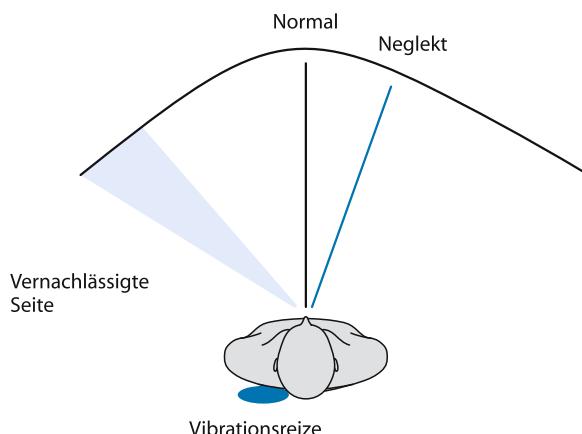
Da wie oben aufgeführt, die Vernachlässigung meist auf der linken Körperseite auftritt, wird in den folgenden Beispielen die linke Seite als vernachlässigte Seite beschrieben

#### Repräsentationshypothese

Versuche von Bisiach und Luzzatti (1978 in Sturm et al. 2000) mit Neglectpatienten zeigten, dass sich die Vernachlässigung der Körper- und Raumhälfte nicht nur in der physischen Umwelt zeigt, sondern auch in der **Vorstellung** (reizunabhängig) gegeben ist. Die Patienten mussten dabei aus der Erinnerung den Mailänder Domplatz beschreiben. Die Gebäude der rechten Seite wurden lebhaft im Detail dargestellt, während die Gebäude der linken Seite vernachlässigt und weitaus undifferenzierter erklärt wurden. Beim Wechsel der Blickrichtung (180° Drehung), d.h., die Patienten mussten nun den Domplatz von der anderen Seite (aus der Erinnerung) beschreiben, wurde die zuerst ausführlichst dargestellte Seite vernachlässigt und die vorher vernachlässigte detailliert beschrieben. Aus diesen Ergebnissen schloss Bisiach, dass die Vernachlässigung nicht allein durch die mangelnde Zuwendung der Aufmerksamkeit entsteht, sondern zudem in einer mangelnden geistigen Vorstellung des Raumes zu sehen ist.

#### Transformationshypothese

In neurophysiologischen Untersuchungen wurde festgestellt, dass das Gehirn über eine Repräsentation des Raumes



■ Abb. 10.1. Vereinfachte Darstellung der Vernachlässigung

verfügt. Die visuellen Eindrücke werden mit einem körperbezogenen Koordinationssystem verrechnet, um den Körper entsprechend im Raum zu bewegen. Hierbei sind neben taktilen und akustischen vor allem visuelle, propriozeptive und vestibuläre Sinnesinformationen wichtig. Bei der Transformationshypothese geht Karnath (1998) davon aus, dass nicht die Aufmerksamkeitsstörung ursächlich die Vernachlässigung bedingt, sondern vielmehr eine empfundene Verschiebung – oder besser **Rotation der Körpermittellinie** nach rechts – dafür verantwortlich ist. Durch die Mittellinenrotation nach rechts, tritt eine mehr oder minder starke Vernachlässigung der linken äußeren Raum- und Körperhälfte ein. Durch Experimente wurde nachgewiesen, dass bei einer Stimulation bestimmter Sinnensensoren, wie z.B. durch Vibrationsreize auf die linke Nackenmuskulatur, die Vernachlässigung der linken Seite aufgehoben bzw. deutlich verbessert wurde. Die Vibration der Nackenmuskulatur bewirkt über die Stimulation der Muskelspindeln neuronal das Gefühl der Rumpfrotation nach links, wodurch die Aufmerksamkeitszuwendung nach links gesteigert wird. Inwieweit sich diese vorübergehende Verbesserung in einen Dauerzustand umsetzen lässt, ist zurzeit ein aktuelles Thema der Therapieforschung (sensorische Integration, SI).

■ Abb. 10.1 stellt die Vernachlässigung vereinfacht dar.

### Aufmerksamkeitshypothese

Als gebräuchlichste Erklärung einer Vernachlässigungssymptomatik findet sich die der **Aufmerksamkeitsstörung** (■ Abb. 10.2). Anhand der jeweiligen Hemisphärendominanz werden zwei Theorien beschrieben:

- Steuerung der Aufmerksamkeit in der rechten Hemisphäre und
- Steuerung der räumlichen Bewegungsplanung in der linken Hemisphäre (Goldenberg 1998).

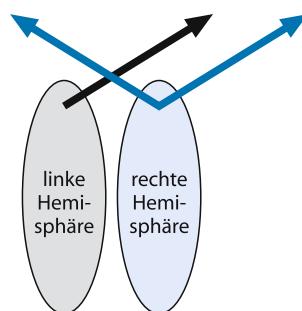
### Steuerung der Aufmerksamkeit in der rechten Hemisphäre

Die Theorie besagt, dass die rechte Hemisphäre für die Steuerung der Aufmerksamkeit in beiden Räumhälften verantwortlich ist, die linke Hemisphäre hingegen nur für die rechte Raumhälfte. Eine Schädigung der linken Hemisphäre kann somit durch die beidseitige Aufmerksamkeitszuwendung der rechten Hemisphäre kompensiert werden. Bei einer Schädigung der rechten Hemisphäre kommt es zu einer schwerwiegenden Vernachlässigung der linken Seite. Durch die **unilaterale Aufmerksamkeitszuwendung** der linken Hemisphäre nach rechts ist die Kompensation der linken Seite nicht möglich.

### Steuerung der räumlichen Planung der linken Hemisphäre

(Siehe auch ► Abschn. 10.1 »Apraxie«)

Die Theorie der Dominanz der linken Hemisphäre geht davon aus, dass in erster Linie eine **Störung der räumlichen Planung** (Verhalten des Körpers im Raum) für die halbseitige Vernachlässigung verantwortlich ist. Man bezieht sich auf die Tendenz der Hemisphären, stets die Handlungen auf die gegenüberliegende Körperseite zu lenken; d.h., die linke Hemisphäre steuert Handlungen nach rechts, und die rechte steuert Handlungen nach links. Durch die Beeinträchtigung einer Hemisphäre (z.B. durch Schlaganfall) wird die ungeschädigte Hemisphäre dominant (enthemmt) und lenkt die Steuerung der Handlungsabläufe auf die (von ihr hauptsächlich innervierte) kontralaterale Körperseite. Der Mensch tendiert in der Regel mit seinen Handlungen nach rechts. Verläuft man sich im Wald oder im Nebel zieht man meist rechtsdrehende Kreise, ebenso geschieht durch den Einsatz der dominanten rechten Hand ein Großteil der Handlungen eher über die rechte Seite. Eine Störung der rechten Hemisphäre (innerviert vor allem die Handlungsabläufe der linken Hand) ist somit gravierender, da die ohnehin dominante Handlungsseite rechts noch verstärkt bzw. die schwache



■ Abb. 10.2. Vereinfachte Darstellung der Aufmerksamkeitszuwendung

linke noch weiter abgeschwächt wird (s. unten Auslöschanomen).

Im Grunde widersprechen sich die beiden Theorien nicht, sie beschreiben lediglich unterschiedliche Qualitäten. Somit wäre die Reduktion der Aufmerksamkeitszuwendung zur linken Körperseite durch die Störung der rechten Hemisphäre und die mangelnde Handlungssteuerung durch die Enthemmung (Verstärkung) der linken Hemisphäre bedingt (Goldenberg 1998).

### **Extinktions-/oder Auslöschanomen (doppelt simultane Stimulation, DSS)**

Durch diese Theorien wird das Extinktions- oder Auslöschanomen (Extinktion bedeutet Auslöschung) erklärbar. Karel Bobath prägte den Begriff des **Auslöschanomens**. Die Patienten können dabei isoliert die Reize sowohl auf der rechten Seite als auch auf der linken Seite erkennen, bei einer **gleichzeitigen Stimulation** wird jedoch der Reiz auf der rechten Seite beachtet und der auf der linken gelöscht. Besonders bei anscheinend unauffälligen Erscheinungsbildern bzw. zum Nachweis einer Restneglectsymptomatik ist dieses Phänomen ein wichtiges Befundungskriterium (s. Formen der Vernachlässigung).

### **Pusher-Symptomatik oder posturaler Hemineglect**

Der Begriff Pusher (Drücker) wurde von P. Davies geprägt und beschreibt eine Wahrnehmungsstörung der Körperlängsachse. Neuere Veröffentlichungen sprechen dagegen eher von einem **posturalen Hemineglect** (die Haltung betreffend). Da aber auch dieser Begriff z.T. kontrovers diskutiert wird und die Begrifflichkeit »Pusher« im klinischen Bereich noch weit verbreitet ist, wird in den folgenden Beschreibungen (unter Vorbehalt) vom Pusher-Patienten gesprochen.

Ätiopathogenetisch weisen Pusher-Patienten eine Läsion im posterolateralen Teil des meist linken, aber auch rechten Thalamus bzw. Parietallappens auf und nehmen eine **zur Seite der Parese geneigte Körperorientierung** ein. Das Krankheitsbild wird nicht, wie oft fälschlich angenommen, durch andere neuropsychologische Störungen, wie z.B. Neglect oder Beeinträchtigungen der subjektiven visuellen Vertikalen (visuell-räumliche Wahrnehmung), verursacht (daher auch kein Pusher-Syndrom), ist aber häufiger bei Neglectpatienten zu beobachten. Der Patient versucht aufgrund seiner fehlerhaften rumpfbezojenen, posturalen Wahrnehmung der Körperorientierung im Raum permanent seine subjektiv als verkippt empfundene Körpermitellinie »aufrecht und mittig« auszurichten. Dabei drücken, d.h. **»pushen«** die Patienten z.B. im Sitzen und/oder im Stehen ihr Körpergewicht auf die paretische (meist linksseitig betroffene) Körperseite. Die gesunden Extremitäten zeigen dabei einen erhöhten Extensionstonus (drücken), wobei die betroffenen Extremitäten eher einen Hypotonus bzw. noch

erschwerend eine Beugetendenz aufweisen. Der Versuch des Therapeuten, von der betroffenen Seite dem Drücken entgegenzuwirken, wird mit noch größerem Gegendruck des Patienten beantwortet.

Folgende **Symptome sind charakteristisch:**

- Die Patienten **stoßen sich in jeder Ausgangsstellung auf die betroffene Seite**. Beim Versuch des Therapeuten, die Stellung zu korrigieren bzw. die Rumpfsymmetrie wieder herzustellen, erfolgt ein erhöhter Widerstand.
- Im betroffenen Bein besteht ein **verringelter Extensionstonus** bzw. zieht das betroffene Bein im Extremfall ins Flexionsmuster. Auf der weniger betroffenen Seite besteht ein erhöhter Extensorotonus in den Extremitäten (Druck auf die betroffene Seite).
- **Kopfstellreaktionen fehlen**, der Kopf ist zur weniger betroffenen Seite geneigt bzw. rotiert. Der Kopf beinhaltet alle Rezeptoren zur Verarbeitung der Lage des Körpers im Raum. Gerade bei den sog. Pusher-Patienten bildet er einen **der wichtigsten Schlüsselpunkte für die Bewegungsanbahnung**. (»Bekommen wir den Kopf nicht, bekommen wir die physiologische Bewegung nicht.«)
- **Rumpfsymmetrie fehlt**, die weniger betroffene Seite ist lateralflexorisch verkürzt, während sich die betroffene Rumpfseite infolge der Gewichtsübernahme und/oder mangels Tonus verlängert.
- Durch die fehlenden Gleichgewichtsreaktionen besteht eine **erhöhte Sturzgefahr** (auch im Sitzen). Der Patient unternimmt dabei keinen Versuch, den Sturz durch eine Rumpfstellreaktion auszugleichen oder sich abzustützen.
- Koordination und Handfunktionen erscheinen auch auf der weniger betroffenen Seite als **ungeschickt**. Placing ist auch auf der weniger betroffenen Seite nur schwer möglich.
- Die Patienten können rein taktilen (Fazilitation) Bewegungsanweisungen nur schwer folgen, d.h., sie **benötigen eine zusätzliche verbale Aufforderung**.
- **Komplexe Handlungsabfolgen**, wie z.B. das Anziehen, können nicht ausgeführt werden.

Als zugrunde liegende Störung beschreiben einige Autoren eine Wahrnehmungsstörung der Körperlängsachse bzw. eine Verdrehung zur betroffenen Seite. Dabei finden die Patienten ihre asymmetrische Körperhaltung (zur betroffenen Seite) als normal, und jeder Versuch, diesem entgegenzuwirken, wird mit einem noch größeren Druck (pushen) in die für den Patienten »normale Position« (auf die betroffene Seite) beantwortet. In der Therapie geht es nun darum, das vorhandene Bewegungspotenzial zu nutzen und über automatisierte (Bottom-up-)Prozesse die physiologische Ausrichtung und Wahrnehmung der Körperlängsachse zu verbessern (► Kap. 5 »Normale Bewegung, Schlüsselpunkt Kopf«).

### Therapierelevanz

**Hypothetische Gedanken zur Pusher-Behandlung.** Veranschaulicht man sich die motorische Entwicklung des Menschen, erfolgt, aufbauend auf die Phase der Symmetriefindung (Beuge- und Streckphase des Kleinkindes), die physiologische Asymmetrie (Überkreuzung der Körpermittellinie etc.). Diese Entwicklungsprozesse vollziehen sich im Laufe des ersten Lebensjahres und sind wesentlich vom Erzeugungsfeedback der Basissinne (vestibular, propriozeptiv, taktil) geprägt. Dabei hebt das Kind z.B. seinen Kopf über die Bauchlage (aus dem Flexionsmuster) heraus, um die Rumpfsymmetrie zu verbessern. Im Zuge der kortikalen Reifung entwickeln sich die Stell- und Stützreaktionen, die wiederum die Grundlage für erste gezielte Ziel- und Greifbewegungen bilden (► Kap. 3 »Motorische Systeme«, □ Abb. 3.1). Die Kopf- und Rumpfstellreaktionen sind sehr automatisierte Bewegungsabläufe (Bottom-up-Prozesse), die auf Stammhirn- und Mittelhirnebene (► Kap. 4 »3. und 4. SMRK«) reguliert werden und in eher bewusste kortikale Bewegungsprogramme (Top-down-Prozesse) integriert sind.

Damit spielt die Kopfpositionausrichtung eine entscheidende Rolle für die Ausrichtung der Körpersymmetrie (die Stellung des Kopfes zum Rumpf entscheidet über die Ausrichtung des Körpers im Raum). Entsprechend bedeutungsvoll wird der **Schlüsselpunkt »Kopf«** bei der Bewegungsanbahnung (Fazilitation) und dabei vor allem bei der automatisierten Ausrichtung der Körpersymmetrie eines Pusher-Patienten. Unterstützend kann zu Beginn der Therapie die linke Nackenmuskulatur mit einem Vibrationsgerät stimuliert werden (s. Transformationshypothese).

**Therapiespiegel.** Therapiemethoden, die versuchen vor allem über Top-down-Prozesse, d.h. über die kortikale Steuerung eine Verbesserung der Pusher-Symptomatik herbeizuführen, wie z.B. über einen Spiegel (visuelle Korrektur) oder durch eine verbale Aufforderung, z.B.: »Setzen Sie sich gerade hin«, sollten daher kritisch hinterfragt und auf ihre Effektivität überprüft werden.

### Beispiel

**Selbsterfahrung Spiegel.** Der Proband nimmt ein Tablett, einen Tennisball und stellt sich vor einen Spiegel (z.B. Schlafzimmerschrank). Nun versucht er durch den Blickkontakt zum Spiegel den Ball auf dem Tablett zu balancieren. Dabei verhindert eine zweite Person (Assistent) durch eine Unterlage, ein aufgeklapptes Heft oder Ähnliches den direkten Blickkontakt auf das Tablett. Durch das Umdenken der Körperhälften gerät der Proband (vor allem am Anfang) in eine Stresssituation. Dies kann der Assistent mit seiner Hand am Tablett erfühlen und beschreiben. Er wird eine hohe Anstrengung und Kraft gegen die normale Bewegung spüren. Ältere Menschen und vor allem Hemiplegiker, die ohnehin über eine unterschiedliche Wahrnehmung der Körperhälften verfügen, geraten beim Einsatz eines Spiegels zur Verbesserung der Körperpositionen häufig in Schwierigkeiten und reagieren z.T. sehr verwirrt (wohingegen ein Spiegel zur Kontrolle, um z.B. den Rücken des Patienten während des Therapieverlaufs zu beobachten, für den Therapeuten sicherlich Vorteile zeigt).

### Praxis

#### Grundsätze der Therapie

- **Behandlung vor allem von der betroffenen Seite.** Drückt der Patient unvorhergesehen auf seine betroffene Seite, so kann der Therapeut nur auf dieser Seite einen Sturz verhindern.
- **Tonusaufbau in der betroffenen Rumpfmuskulatur**, um die Rumpfsymmetrie zu ermöglichen und zu verbessern.
- **Abbau der Extensorenaktivität auf der weniger betroffenen Seite.** Druck auf die betroffene Seite abbauen und die Koordination verbessern (weg von der betroffenen Seite, hin zur nicht betroffenen Seite).
- **Aufbau der Extensorenaktivität auf der betroffenen Seite.** Extensoronus erhöhen, um die physiologische Gewichtsübernahme zu verbessern und Stützaktivitäten mit den Extremitäten zu ermöglichen.
- **Die Aktivitäten des täglichen Lebens in die Therapie integrieren.**
- **Restfähigkeiten nutzen und physiologische Bewegungsabläufe fördern.**

### Beispiel

**Therapiebeispiel im Sitz.** Der Patient (Hemiplegie links) sitzt mittig auf der Therapiebank, die Beine befinden sich auf dem Boden, und der Therapeut sitzt neben der linken Körperseite. Die Therapieeinheit untergliedert sich in drei Phasen:

**1. Phase: Erschließen der rechten Raumhälfte.** Der Patient bekommt die Anweisung mit seiner rechten Hand (so weit wie möglich) die Bankkante, das Bettgitter an der rechten Seite abzufahren, ein Kissen auf der rechten Seite gerade zu rücken bzw. wieder faltig zu schlagen, zu holen und wieder hinzulegen, verschiedene Therapiekugeln rechts zu positionieren oder die Schulter des Praktikanten, der möglichst weit rechts positioniert ist, zu massieren etc. Dabei setzt der Patient seine rechte Hand (eher bewusst) ein, um sich die rechte Raumhälfte zu erschließen (weg von der Pusher-Seite).

Um die Bewegung zu ermöglichen, muss er automatisiert (Bottom-up) in der linken (meist hypotonen) Rumpfseite lateralflexorisch Tonus aktivieren und bekommt sowohl in der oberen als auch in der unteren Extremität eine physiologische Extensorenaktivität, während auf der weniger betroffenen Seite die koordinativen Bewegungsabläufe der Hand den Extensoronus (Drücken zur betroffenen Seite) verringern.

Im Gegensatz zu einem »normalen« Hemiplegiker bei dem man die Hilfen oder Kompensation auf der weniger betroffenen Seite nach Möglichkeit reduziert bzw. vermeidet, um Kompensationsstrategien zu verhindern, darf sich vor allem der stark betroffene Pusher-Patient mit seiner weniger betroffenen Hand z.B. am Bettgitter festhalten. Dadurch erhält er die Möglichkeit, sich selbst zu positionieren und seinen Körper im Raum aufrecht zu halten.

**2. Phase: Finden der Körpermittellinie.** Aus der rechtsseitigen Raumerschließung resultiert häufig eine Körpermittellinienver-

## 10.2 • Störung der Raumverarbeitung (Raumauffassung)

schiebung nach rechts, wodurch die Sitzposition symmetrischer eingenommen werden kann. Als Steigerung beginnt nun der Patient die Gegenstände, wie z.B. Therapiekegel, von weit rechts zu holen und sie in die Mitte in einen Behälter zu legen bzw. von der Körpermitte aus möglichst weit nach rechts zu positionieren.

**3. Phase: Überkreuzen der Körpermittellinie.** Gelingt dies, fordert der Therapeut den Patienten auf, die Gegenstände rechts außen zu holen und sie nach links neben sich (Überkreuzen der Körpermittellinie) bzw. beim Therapeuten zu deponieren. Beim Überkreuzen des rechten Armes wird der linke Arm – evtl. durch die Unterstützung des Therapeuten – als Stützarm (Extensorenaktivität) eingesetzt.

### Beachte

Um die Körpermitte zu finden und zu behalten, müssen wir uns um die Körpermitte bewegen.

### Beispiel

**Therapiebeispiel im Stand.** Mit dem Stand bzw. dem Transfer zum Stand steigt auch die Anforderung an die Haltungskontrolle, wodurch das Pushen deutlicher und stärker zum Vorschein tritt. Daher sollte der Patient langsam an den Positionswechsel herangeführt werden.

Der Patient sitzt auf einem Stuhl parallel zur Therapiebank. Sein rechter Arm liegt ausgestreckt auf der Therapiebank (nicht mit der Hand festhalten), während der Therapeut links von ihm steht. Nun wird der Patient aufgefordert, seine rechte Hand langsam auf der Therapiebank nach vorn zu schieben, bis ca. Schultergürtel, Knie und Mittelfuß eine Linie bilden, und wieder zurückzuziehen. Gelingt die Bewegung, wird der Patient gebeten, beim Erreichen der vorderen Position (Linie SG, Knie; Mittelfuß) langsam sein Gesäß vom Stuhl abzuheben und sich wieder hinzusetzen. Dies wird gesteigert, bis schließlich der Transfer zum Stand möglich wird (► Kap. 5 »Normale Bewegung, Transfer vom Sitz zum Stand«). Im Stand dient die Kante der Therapiebank als Referenzpunkt für die rechte Beckenseite, während der Therapeut mit seinen Knien das linke Knie des Patienten bzw. mit seinen Händen das Becken (Hüfte) stabilisiert.

Durch die Stabilisation im linken Knie und am Becken beginnt der Therapeut die Gewichtsübernahme auf das linke Standbein (Extensorenaktivität). Der Patient wird aufgefordert, mit dem rechten Bein auf die Zehenspitzen zu gehen, einen Schritt nach vorn bzw. nach hinten zu gehen etc. Danach bewegt der Therapeut das Becken langsam von der Bankkante weg (Gewichtsübernahme linkes Bein) und wieder daran.

Während der Gewichtsübernahme achtet der Therapeut **auf den medialen Fußrand des rechten Beines**. Sobald sich dieser vom Boden abhebt, beginnt der Patient zu drücken (pushen) und der Therapeut führt das Becken an die Therapiebank bzw. im Extremfall den rechten Arm oder Rumpf nach rechts auf die Bank. Der Bewegungsablauf wird ausgebaut, bis die aktive Gewichtsübernahme im Standbein (Extensorenaktivität) möglich wird (s. auch Fallbeispiele, Gang).

## Erscheinungsbilder der halbseitigen Vernachlässigung (Neglect)

Die Vernachlässigung einer Raum- oder Körperseite kann spezifisch und kombiniert auf die jeweiligen Sinnesmodalitäten bezogen sein. Meist zeigt sich jedoch ein **multimodales Erscheinungsbild**, in dem alle Bereiche (motorisch, somatosensorisch, visuell, akustisch) betroffen sind. Die Ursache liegt dabei nicht in einer primären Schädigung der vernachlässigten Bereiche (s. Hemianopsie). Eine motorische Vernachlässigung kann beispielsweise auch ohne jede Parese oder Plegie vorliegen, wobei jedoch häufig zusätzlich eine Hemiparese oder Plegie auf der vernachlässigten Körperseite besteht. Eine Hemiparese oder Plegie bietet dabei ein kontinuierliches Bild der Bewegungseinschränkung, wohingegen es bei der Vernachlässigung oft zu kurzen (z.T. komplexen) Bewegungsausführungen kommt. Zudem hat der Hemiplegiker ein Bewusstsein für seine Extremität und erkennt sie als ihm zugehörig, er greift z.B. mit seiner gesunden Hand die betroffene.

### Räumliche Vernachlässigung

In sehr schweren Fällen werden **alle Reize und Ereignisse ignoriert**, die von der vernachlässigten Seite dargeboten werden. Selbst intensive verbale und taktile Stimulation können zu einem Nicht-Beachten führen. Dies kann so weit führen, dass sich der Patient nicht mehr an den Besuch des Therapeuten oder an seine Therapie erinnert (nicht wahrgenommen hat). Eine typische Begleitsymptomatik ist dabei die **Anosognosie** (Unfähigkeit zum Erkennen eigener Krankheitszeichen).

Die Patienten halten vor allem im Akutstadium den Kopf (Blickrichtung) von der gelähmten Seite weg. Auf Ansprache von der vernachlässigten Seite, reagieren sie teilweise gar nicht bzw. stark verzögert und führen den Kopf nach kurzer Zuwendung sofort wieder in die Ausgangsposition zurück. Beim Nachzeichnen von Bildern oder beim Essen wird meist nur die repräsentierte Seite beachtet.

### Körperliche Vernachlässigung

Ebenso werden die Extremitäten auf der vernachlässigten Seite nicht beachtet, der Arm oder die Hand hängt meist seitlich am Rollstuhl (wichtig: Speichenschutz!) herunter, oder die Patienten sitzen oder liegen darauf. Das Bein blockiert sich in der Fußstütze des Rollstuhls. Selbst Schmerzreize werden nicht mehr wahrgenommen. Fordert man den Patienten z.B. auf, mit seiner rechten Hand zur linken zu greifen, fährt er meist an die Schulter und zeigt suchende Fingerbewegungen, die nicht zum Ziel Hand führen. Bei der Körperhygiene wird z.B. nur die rechte Körperseite gewaschen bzw. nur die rechte Gesichtshälfte rasiert oder gekämmt.

## Formen der Vernachlässigung

Die verschiedenen Formen können isoliert, kombiniert und multimodal auftreten:

- motorische Vernachlässigung,
  - sensible Vernachlässigung,
  - visuelle Vernachlässigung,
  - akustische Vernachlässigung.

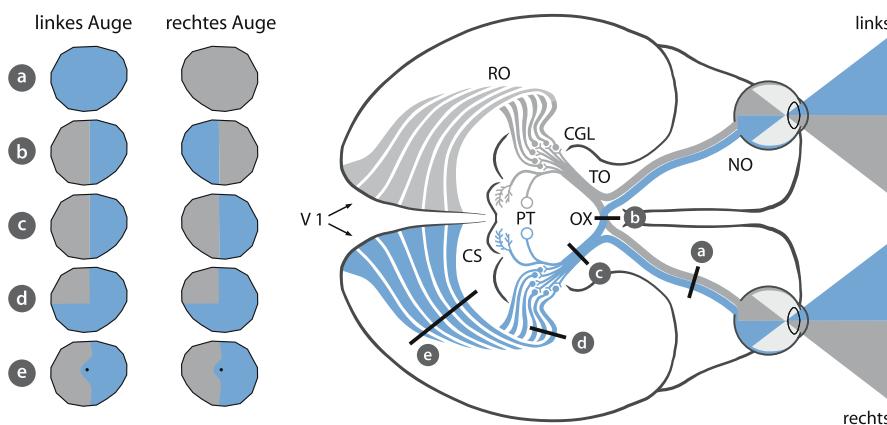
**Motorische Vernachlässigung.** Ein motorischer Neglect führt zu einer Vernachlässigung der kontralateral zur Schädigung gelegenen Extremitäten. Der Patient setzt dabei seine Arme und Beine nicht spontan ein. Beim Vorliegen z.B. einer linksseitigen Hemiplegie ist die motorische Vernachlässigung nicht eindeutig testbar, wobei vor allem schwer betroffene bettlägerige Neglectpatienten den Eindruck einer Hemiparese bzw. Hemiplegie erwecken können. Sie führen selbst bei verbaler und taktiler Bewegungsaufforderung keine Bewegungen aus. Erst nach einer speziellen Aufmerksamkeitszuwendung stellt sich eine verbesserte Beweglichkeit ein (Poeck u. Hacke 1998). Das motorische Auslöschenphänomen zeigt sich unter anderem dadurch, dass der Patient isoliert seinen linken (betroffenen) Arm anheben kann. Bei der Aufforderung, den rechten Arm mit zu heben, verliert sich die Aufmerksamkeitszuwendung nach links, und der linke Arm sinkt ab (Goldenberg 1998).

**Sensible Vernachlässigung.** Die Wahrnehmung für taktiler Reizquellen, die sich auf der betroffenen Seite befinden bzw. von dieser gegeben werden, ist nicht oder nur eingeschränkt möglich. Besondere Vorsicht ist bei Nichtbeachten von Temperatur- und Schmerzreizen nötig (Verletzungsgefahr). Zur alltagsorientierten Befundung einer Neglectsymptomatik (auch bei Verdacht auf Restneglect) fährt der Therapeut mit seinem Finger über das rechte Schulterblatt. Der Patient registriert: »rechte Seite«, darauf folgend fährt der Therapeut über das linke Schulterblatt,

und der Patient antwortet mit »linke Seite«. Bei der beidseitigen Stimulation der Schulterblätter antwortet der Patient mit »**rechte Seite**« (sensibles bzw. takiles Auslöschanomene).

**Visuelle Vernachlässigung.** Eine visuelle Vernachlässigung zeigt sich u.a. durch die mangelnde Wahrnehmung der betroffenen Raumseite. Personen, Gegenstände oder Hindernisse, die sich auf der vernachlässigten Seite befinden, werden nicht beachtet. Schwer betroffene Patienten haben den Kopf bei einem linksseitigem Neglect auf die rechte Raumseite gerichtet und kreuzen mit ihren Augen, wenn überhaupt, nur minimal die Körpermittellinie nach links. Bei selbstständiger Rollstuhlmobilität zeigt sich in der Klinik oftmals das Bild, dass ein Patient permanent mit seinem Rollstuhl gegen ein Hindernis (z.B. Türrahmen) auf der linken Raumseite stößt. Dabei fehlt jeglicher Drang, den Rollstuhl etwas nach rechts zu lenken, um das Hindernis zu umfahren. Beim Lesen fehlen am Zeilenbeginn oft Wörter, oder (in schwereren Fällen) beginnen die Patienten mittig im Text, in der Zeitung werden nur die Artikel auf der rechten Seite gelesen, und Personen werden in der linken Raumseite nicht wahrgenommen.

Bei einer Neglectsymptomatik bestehen innerhalb der ersten drei Monate zwar relativ gute Rückbildungstendenzen, jedoch sollte gerade hierbei dem Auslöschenphänomen ein besonderes Augenmerk gelten. In leichteren und eher unauffälligen Fällen können die Patienten z.B. zwar visuelle Reize von links differenziert erkennen, kommt jedoch ein rechtsseitiger Reiz hinzu, wird der linke Reiz gelöscht. Dadurch können vor allem im Straßenverkehr schwerwiegende Beeinträchtigungen für den Patienten entstehen. Die visuelle Vernachlässigung, welche durch eine Störung der visuellen Assoziationsareale (Parietallappen) bedingt ist, wird häufig mit der homonymen Hemianopsie verwechselt. Eine Hemianopsie ist stets die Folge einer Läsion der Sehbahnen



■ Abb. 10.3a-e. Verlauf der Sehbahn. Die linke Hemisphäre ist intakt, auf der rechten Hemisphäre zeigen verschiedene Läsionsorte die entsprechenden Gesichtsfeldausfälle (Anopsie). Läsion: a Gesichtsfeldausfall rechtes Auge, b bitemporale Hemianopsie, c homonyme Hemianopsie links, d linke, obere Quadrantanopsie, e homonyme inkomplette Hemianopsie links (homonym=entsprechend, gleich)

## 10.2 • Störung der Raumverarbeitung (Raumauffassung)

(Abb. 10.3c) oder der primär sensorischen Projektionsareale (Abb. 10.3e, V1).

**Abgrenzung zur Anopsie.** Im Gegensatz zu Vernachlässigungsproblematiken (Neglect) sind bei der Anopsie die Prognosen einer Rückbildung eher als schlecht einzuschätzen. Der Therapieschwerpunkt liegt hierbei in kompensatorischen Augenbewegungen in das eingeschränkte Gesichtsfeld. Ein hemianoptischer Patient, der, wie weiter oben beschrieben, gegen ein Hindernis fährt, wird die Augen (Kopf) zur linken Seite drehen und das Hindernis umfahren. Erst wenn ersichtlich wird, dass das ausgefallene Gesichtsfeld über die reine Augenbewegung nicht kompensierbar ist, sollte der Patient zu kompensatorischen Kopfwendebewegungen angeregt werden.

Eine homonyme Anopsie ist somit klar von der visuellen Vernachlässigung zu unterscheiden, jedoch kommt es auch häufig gleichzeitig zu beiden Erscheinungsbildern. Ein prägnantes Unterscheidungskriterium ist hierbei, dass der Patient mit einer reinen Hemianopsie kompensiert, d.h., er exploriert mit seinen Augen (Blickbewegung) nach links, bei der Vernachlässigung geschieht dies in der Regel nicht.

### i Therapierelevanz

Von Neuropsychologen wird beim Training visueller Explorationsstörungen (visueller Neglect/Gesichtsfeldausfälle) häufig ein sog. ELEX-Gerät (elektronisches Lese- und Explorationsgerät) verwendet. Dabei handelt es sich um einen Großbildschirm, auf dem visuelle Reize entsprechend dem Gesichtsfeldausfall auftauchen. Der Patient lokalisiert durch kompensatorische Augensuchbewegungen (bei Hemianopsie) oder durch Aufmerksamkeitszuwendung (beim visuellen Neglect) die Reize und erschließt damit die wahrnehmungseingeschränkte Raumseite.

**Akustische Vernachlässigung.** Die akustische Vernachlässigung führt zur eingeschränkten Geräuschwahrnehmung von der linken Raumseite. Hören die Patienten ein Geräusch, wie z.B. ein Telefonklingeln, von der linken Seite, drehen sie sich meist mit der rechten Seite (Ohr) zum Geräusch. Ähnlich wie die visuelle Vernachlässigung kann auch die akustische zu großen Fehleinschätzungen im Straßenverkehr führen. Das Geräusch eines von links herannahenden Fahrzeugs kann durch ein rechtseitiges Geräusch (Hupen/Pkws etc.) gelöscht werden, wodurch das herannahende Fahrzeug akustisch nicht erkannt wird.

### Lokalisation der halbseitigen Vernachlässigung

Vor allem Läsionen des Lobus parietalis, der nicht sprachdominanten, d.h. rechten Hemisphäre scheinen für die halbseitige Vernachlässigung verantwortlich zu sein. Des Weiteren werden rechts- und linkseitige Läsionen des Frontallappens, der Basalganglien (Corpus striatum), des Thala-

mus und Bereiche des limbischen Systems beschrieben (Pöck u. Hacke 1998).

### Praxis

Die Elemente aus dem Bobath-Konzept führen parallel zur Durchführung der neuropsychologischen Neglectbehandlung (verhaltenstherapeutisches Ankerreiztraining meist in Verbindung mit einem computergestützten Alertness-training, propriozeptive Nackenstimulation) meist zu einer Verbesserung der Symptomatik.

### Behandlungsprinzipien

- Lagerung auf der betroffenen Seite (Wahrnehmung).
- So früh wie möglich mit der physiologischen Funktionsanbahnung der Extremitäten beginnen (obere Extremität: Greiffunktionen, untere Extremität: Gewichtsübernahme).
- Platzieren des Krankenbettes mit der gesunden Seite zur Wand.
- Nachttisch, Tür, Fenster, Fernseher befinden sich auf der betroffenen Seite.
- Alle Personen, die mit dem Patienten in Kontakt treten (Pflegende, Therapeuten, Ärzte, Angehörige), sprechen den Patienten möglichst von der betroffenen Seite an (Aufmerksamkeitszuwendung).
- In der Therapie vermehrt Funktionen in Seitlage (betroffene Seite) anbahnen.
- Den Patienten auffordern, mit seiner gesunden Hand die betroffene auszustreichen.
- Permanente optische Reize setzen, wie z.B. auf dem Rollstuhltisch linksseitig einen breiten roten Markierungsstreifen (rutschhemmende Folie oder Ähnliches) befestigen.
- Im Rahmen der Körperpflege sowie beim Anziehen und Essen die betroffene Extremität mit einbeziehen.
- **Bilaterale Übungen, Fazilitation etc. vermeiden**, da der Stimulus auf der weniger betroffenen Seite zum Erlöschen der Reizverarbeitung auf der betroffenen Seite führen kann.
- Umsetzung des 24-Stunden-Konzeptes.
- Taktiles Ausstreichen vom Rumpf beginnend nach distal zu den Extremitäten auf der betroffenen Körperseite.
- Propriozeptive Stimulation, Druck und Vibration der Extremitäten auf der betroffenen Körperseite.

Bei sehr schwer betroffenen Patienten kann es vorkommen, dass sie die Situation in der linken Raumhälfte nicht komplett erfassen: Der Therapeut spricht den Patienten von links an, zeigt sich nur von links und mobilisiert die linke Extremität. Beim späteren Besuch wird die Frage des Therapeuten »Wie geht es Ihnen nach unserer Therapie heute Morgen?« mit »Was für eine Therapie?« beantwortet. Es ist fraglich, ob eine Therapie, die nicht wahrgenommen wird, wirk-

lich Sinn macht. In manchen Fällen kann es sich als sinnvoller erweisen, den Patienten nicht ausschließlich linksseitig anzusprechen. Den Restfähigkeiten entsprechend, kann sich eine Therapie, die von der gerade noch wahrgenommenen linken Seite ausgeht und sich von hier aus den aufmerksamkeitsreduzierten Raum erschließt, als effizient erweisen. Beispielsweise können Therapiemedien, die mittig angeboten werden und im Zuge der Ausführung auf die betroffene Seite münden (Steckspiele, Holzketten, Seidentücher etc), eingesetzt werden. Zeigt der Patient gute Fortschritte, so dass augenscheinlich keine Defizite erkennbar sind, sollte die Therapie dennoch nicht nach dem Verlassen der Klinik enden. Gerade die Problematik des Auslöschrämens kann gravierende Folgen für den Patienten, z.B. im häuslichen Bereich, im Straßenverkehr, am Arbeitsplatz etc. verursachen. Daher sollte vor der Entlassung ein Stadttraining (Orientierung, Einkaufen, Busfahren), Arbeitsplatztraining (Gestaltung und Strukturierung) oder auch häusliches Training stattfinden.

### 10.3 Agnosie

Der Begriff Agnosie wurde von S. Freud (1891) erstmals verwendet (Sturm et. al. 2000). Er nahm Bezug auf die mangelnde visuelle Erkennung bei intakter Sehschärfe, die heute als **visuelle Agnosie** bezeichnet wird.

#### Definition

Eine **Agnosie** ist eine modalitätsspezifische Störung des Erkennens, die in jeder Sinnesmodalität (visuell/sensorisch/akustisch) isoliert oder auch in kombinierter Form auftreten kann. Die Störung ist nicht auf die primären Afferenzsysteme (Projektionsfasern, -areale), Aufmerksamkeitsstörungen oder Intelligenzdefizite zurückzuführen.

Innerhalb einer modalspezifischen Ebene (z.B. visuelle Ebene), kann es zu spezifischen agnostischen Störungsbildern kommen.

#### Abgrenzung der Agnosie zu anderen neuropsychologischen Syndromen

- Die Agnosie unterscheidet sich von der Apraxie, da im Gebrauch und im zeitlichen Einsatz des erkannten Gegenstandes keine Handlungseinschränkung besteht.
- Bei der Aphasie geht es nur um die Benennung des Gegenstandes, Erkennen und Hantieren sind unbeeinträchtigt. Ebenso ist die räumliche und körperliche Exploration unbeeinträchtigt, welches bei der halbseitigen Vernachlässigung (Neglect) der Fall ist.

Dies schließt nicht aus, dass je nach Ort und Schwere der Läsion auch mehrere neuropsychologische Syndrome bestehen können.

### Visuelle Agnosie

#### Beachte

Bei der **visuellen Agnosie** kann der Patient einen gesehenen Gegenstand nicht benennen, weil er ihn nicht erkennt. Sobald er diesen jedoch in der Hand hält, ist die Zuordnung differenziert möglich.

Bei einer **apperzeptiven Agnosie** kann der Patient einzelne Formen zwar erkennen, ist aber nicht in der Lage, die für ein Erkennen des Gesamtobjektes notwendige Integration der Einzelinformationen zu leisten (Läsion bilateral sekundärer Rindenfelder).

Bei der **assoziativen Agnosie** ist die Wahrnehmung unbeeinträchtigt, aber der Prozess des Objekterkennens ist gestört (Läsion der linksseitigen Sehrinde und des Balkens), da die visuellen Informationen der rechten Hemisphäre keinen Zugang zum semantischen System (Langzeitgedächtnis) der linken Hemisphäre haben. Eine Sonderform ist die **Alexie**, bei der nur Formen und Buchstaben nicht richtig erkannt werden. Beim taktilen Nachfahren der Buchstaben können diese jedoch benannt werden. Als weiteres selektives Störungsbild bezeichnet man die **Prosopagnosie**, bei der der Patient bekannte Gesichter, in schweren Fällen das eigene Spiegelbild, nicht erkennen kann. Meist besteht neben der Prosopagnosie eine **Objektagnosie**, die mit einer Störung der apperzeptiven oder assoziativen Objekterkennung einhergeht (Apperception: bewusstes Erfassen von Eindrücken und deren Einordnung in Zusammenhänge).

Eine Schädigung, die zu einer visuellen Agnosie führt, ist beidseitig in den visuellen Assoziationsarealen (Area 18, 19) lokalisiert.

#### i Therapierelevanz

Nach eingehender neuropsychologischer Diagnostik über die Art der vorliegenden Agnosie (Pseudo-Agnosien sind sehr häufig und werden durch Perzeptionsstörungen vorgetäuscht) liegt der Therapieschwerpunkt im Wiedereinsatz bzw. in der Erkennung alltäglicher Gebrauchsgegenstände, welche der Patient zum Erreichen der Selbstständigkeit benötigt. Hierbei versucht man kompensatorisch über das deklarative Gedächtnis (Wissensgedächtnis) einem Gegenstand bestimmte Merkmale zuzuordnen, die seine Erkennung ermöglichen. In ähnlicher Weise geschieht dies bei der Prosopagnosie, bei der ein Gesicht mit prägnanten Identifikationsmerkmalen versehen wird. Der Patient identifiziert anhand der Merkmale die Person. Meist gewinnen die Patienten eine gewisse Routine bei der Erkennung, vor allem von häufig benutzten Gegenständen. Dadurch erübrigts sich ein kompensatorisches Abtasten.

## Taktile Agnosie (Stereognosie)

### Beachte

Bei der **taktiles Agnosie** können bekannte Gegenstände durch Berührung (Betasten) trotz erhaltener Sensorik (taktil, propriozeptiv) nicht erkannt und zugeordnet werden. Werden sie hingegen gesehen, können sie klar erkannt werden (umgekehrt zur visuellen Agnosie).

Die Fähigkeit, Gegenstände durch Betasten (Gestalt- und Raumwahrnehmung) zu erkennen, wird als **Stereognosie** bezeichnet. Deshalb werden häufig auch die Synonyme Asteognosie oder Stereoagnosie oder gestörte Stereognosie für die taktile Agnosie verwendet. Einer taktiles Agnosie liegt eine Läsion der Assoziationsareale des gegenüberliegenden Parietallappens zugrunde.

### Praxis

**Befundung der taktilen Agnosie (gestörte Stereognosie).** Bei der Befundung soll der Patient ihm **bekannte Gegenstände**, wie z.B. Schlüssel, Fingerring, Kugelschreiber, erkennen. Eine taktile Agnosie bezieht sich rein auf die Erkennensleistung von Gegenständen. Voraussetzung ist daher eine intakte Sensorik. Bei einer bestehenden sensorischen Einschränkung (taktil, propriozeptiv) ist die Befundung der Stereognosie nicht eindeutig möglich. Ein Hypertonus (Spastik) führt ebenfalls zu einer Beeinträchtigung der sensorischen Leistungen. Die Stereognosie sollte schon früh in die Befundung mit einfließen, da bei erhaltener Funktion, d.h. beim Erkennen von komplexeren Gegenständen, sich meist differenziertere sensorische Befundungskriterien erübrigen. Bei einem hemiplegischen Patienten mit feinmotorischen Einschränkungen unterstützt der Therapeut die Hände bzw. Finger des Patienten beim Hantieren und Betasten der Gegenstände.

Eine taktile Agnosie kann über das (wenn noch erhaltene) visuelle System in Alltagssituationen gut kompensiert werden. Zudem sind Agnosien ein eher seltenes neuropsychologisches Erscheinungsbild.

## Anosognosie

### Definition

Als Anosognosie bezeichnet man die Unfähigkeit, die eigene Krankheit zu beachten bzw. die dadurch verursachten Funktionsausfälle zu erkennen.

Die Patienten verhalten sich, als wäre ein Defizit, wie z.B. eine Halbseitenlähmung, nicht vorhanden. Auf Ansprache verneinen oder bagatellisieren sie die Symptomatik. Als Synonyme der Anosognosie findet man u.a. den Begriffe der Unawareness (awareness: engl. für Bewusstsein, -heit) oder

fehlende Störungseinsicht. Man könnte auch von der fehlenden Krankheitswahrnehmung sprechen.

Ein **fehlendes Störungsbewusstsein** und die daraus resultierenden Folgen können nahezu jedes neuropsychologische Syndrom betreffen. Somit ist eine Läsionszuordnung von der entsprechenden Störung abhängig. Besonders hartnäckige Erscheinungsbilder der Nichtwahrnehmung von Lähmungen treten meist bei einer linksseitigen Lähmung, d.h. bei rechtsseitiger Gehirnläsion auf. Vollzieht sich die Nichterkennung einer offensichtlich schwerwiegenden Symptomatik (z.B. Hemiplegie) über einen längeren Zeitraum (Wochen oder Monate), so kann dies ein Zeichen für eine zusätzliche Gedächtnissstörung sein. In diesem Falle ist eine Prognose über den rehabilitativen Krankheitsverlauf als eher schlecht zu bewerten (Goldenberg 1998).

### Therapierelevanz

Die Anosognosie ist kein eigenständiges neuropsychologisches Syndrom, sondern immer an die nicht wahrgenommenen, neurologischen und neuropsychologischen Erscheinungsbilder gekoppelt. Das Therapieziel liegt in einer Verringerung dieser Defizite. Besteht jedoch keine Krankheitseinsicht über die funktionellen Einschränkungen, ist eine Therapie zu deren Verringerung nicht möglich. Um den Patienten an die Wahrnehmung seiner Einschränkungen heranzuführen, ist es notwendig, in der Ergotherapie sehr sensibel und behutsam vorzugehen. Die Ergotherapie muss in eine psychotherapeutische Behandlung eingebunden sein. Ein Patient mit einer ausgeprägten Anosognosie ist sicherlich kein Klient für einen berufsunerfahrenen Therapeuten. Kriterien wie **Distanz** und **Nähe** sind gerade in dieser Therapie von grundlegender Bedeutung. Der Therapeut muss für den Patienten subjektiv nicht bestehende Funktionseinschränkungen kritisch reflektieren. Um den Patienten dabei nicht noch weiter zu frustrieren, was die ohnehin verminderte Motivation noch weiter schmälern würde, muss vorab eine gute Vertrauensbasis zwischen Therapeut und Patient aufgebaut werden. Nützlich bei dieser Reflexion ist die Koppelung zwischen Lob und Kritik. Zum einen wird nie der Patient kritisiert, sondern immer die Tätigkeit oder Handlung (Sachebene), und zum anderen werden neben den negativen Kriterien vor allem die positiven erörtert. Bezieht sich die Anosognosie eher auf die neuropsychologischen Syndrome, muss die Therapie auf die **alltäglichen Lebenssituationen** (Einkaufen in der Stadt, Arbeitsplatz etc.) erweitert werden. Eine vorherige Einschätzung über den situativen Ablauf durch den Patienten mit anschließender Reflexion kann die mangelnde Krankheitseinsicht verbessern. Förderlich zeigt sich die adäquate Einschätzung der noch vorhandenen Restfähigkeiten. Der Therapeut kann diese Fähigkeiten nutzen, um den Patienten systematisch an seine Schwierigkeiten heranzuführen. Eine zu hohe Anforderung bzw. Überforderung steigert die Frustration des Patienten, was wiederum einem Therapiefortschritt entgegenwirkt.

# Behandlung auf neurophysiologischer Basis

- 11      Befunderhebung und Therapiedurchführung – 229
- 12      Praxismodelle: Das Kanadische Modell  
der Betätigungs-Performanz (CMOP) – 303
- 13      Therapiekonzepte – 315

# Befunderhebung und Therapiedurchführung

## **11.1 Befunderhebung – 229**

- 11.1.1 Quantitative und qualitative Aussagen – 231
- 11.1.2 Bewegungsanalyse – 231

## **11.2 Therapieziele – 231**

## **11.3 Therapieplanung – 232**

## **11.4 Therapie – 232**

- 11.4.1 Reflexion – 233

## **11.5 Manual: Befunderhebungsbogen – 233**

- 11.5.1 Allgemeine Angaben zum Patienten und zur Krankheitsgeschichte – 233
- 11.5.2 Ersteindruck – 233
- 11.5.3 Ziele des Patienten – 234
- 11.5.4 Neuropsychologischer Kurzbefund – 234
- 11.5.5 Quantitative Befunderhebung – 235
- 11.5.6 Qualitative, funktionelle Befunderhebung – 235
- 11.5.7 Sensibilitätsüberprüfung – 238

## **11.6 Dokumentation – 240**

## **11.7 Fallbeispiel Herr K.: Patient mit geringen Defiziten – 241**

## **11.8 Fallbeispiel Herr M.: Behandlung von Rumpf, oberer und unterer Extremität – 258**

## **11.9 Fallbeispiel Frau L.: Behandlung der oberen Extremität – 281**

## **11.10 Fallbeispiel Herr L.: Behandlung der oberen Extremität und der Graphomotorik – 286**

## 11.1 Befunderhebung

Die neurophysiologische Befunderhebung ist von verschiedenen Faktoren abhängig. Im Gegensatz zur Orthopädie, bei der die peripheren Befunde relativ klar lokalisierbar und erfassbar sind, wie z.B. die Bewegungseinschränkung einer Beugekontraktur durch den Winkelmesser, gestaltet sich die Befunderhebung neurologischer Krankheitsbilder meist komplexer. Zwar zeigen sich die Schwierigkeiten ebenfalls peripher, die Ursachen liegen jedoch im ZNS. Eine eindeutige und objektive Aussage, wie z.B. über die Stärke der Spastik, fällt häufig schwer, da diese je nach Tagesverfassung des Patienten, Umweltbedingungen, physischem und/oder psychischem Zustand (Stress, Angst) etc. stark **variiert** kann. Gerade das Bild des Schlaganfallpatienten geht, bedingt durch die Schädigung kortikaler Strukturen, neben der im Vordergrund stehenden sensormotorischen Störung, meist auch mit einer **Wesensveränderung** einher. Es kommt zu einer mehr oder weniger stark ausgeprägten **Beeinträchtigung der sog. höheren Gehirnleistungen** (Neuropsychologie), d.h. der kognitiven und exekutiven Funktionen wie Wahrnehmung, Aufmerksamkeit, Motivation etc.

Die Befunderhebung sollte einerseits möglichst detailliert sein, um die Probleme des Patienten möglichst umfassend zu beschreiben. Andererseits darf sie nicht zu komplex gestaltet sein, um die praktische Umsetzung zu gewährleisten. In den Einrichtungen bestehen in der Regel spezifische Befunderhebungssysteme, die sich schon seit Jahren bewährt haben. Der Anspruch, dabei allen Anforderungen gerecht zu werden, würde den Rahmen des Buches sprengen. Die Vor-

stellung des folgenden Befunderhebungsbogens ist nur als eine Möglichkeit zu sehen, die im Individualfall an die jeweiligen Bedürfnisse einer Einrichtung adaptiert werden kann.

Eine umfassende Befunderhebung kann nicht am ersten Tag geschehen, sie ist integraler Bestandteil der fortlaufenden Therapie. Bertha Bobath prägte den Satz »Befund ist Therapie und Therapie ist Befund« (Paeth Rohlfs 1999).

Eine sorgfältige Befunderhebung und Dokumentation bildet die **Grundlage für eine Vorgehensweise**, die

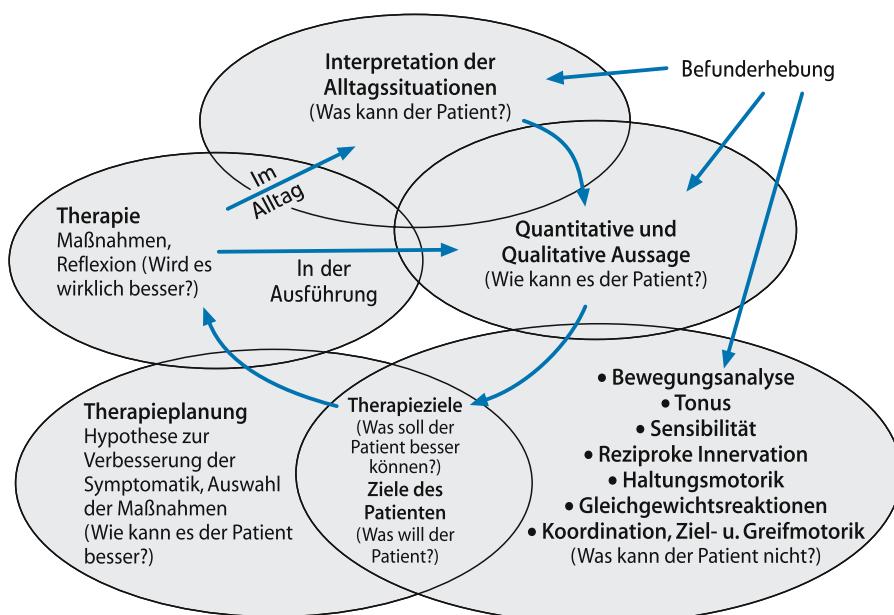
- spezifisch Ziele der Therapie erfasst,
- die Effizienz der Therapie reflektiert,
- Therapiefortschritte feststellt und
- im Rahmen einer interdisziplinären Zusammenarbeit einen effektiven und umfassenden Therapieverlauf gewährleisten kann.

### Beachte

Das übergeordnete Therapieziel ist die »Wiedererlangung normaler Bewegung«.

Je nach Art und Verlauf des Krankheitsbildes und der Schwere der Läsion wird dabei der prämotorische Zustand meist nur bedingt erreicht. Der therapeutische Grundgedanke liegt jedoch darin, den Patienten möglichst nah an seine normalen Bewegungsabläufe heranzuführen, um für ihn die **größtmögliche Selbstständigkeit** zu erreichen. Daraus bilden die Erkenntnisse über normale Bewegungsabläufe (► Kap. 5 »Normale Bewegung«) die Voraussetzung zur Erfassung neuromuskulärer Bewegungsstörungen (Abb. 11.1).

Abb. 11.1. Regelkreis der Befunderhebung



## 11.2 • Therapieziele

Die Befunderhebung beginnt mit der Erfassung der **alltagsrelevanten Aktivitäten**: »Was kann der Patient alleine ausführen?« (ressourcenorientiert). Neben den primären ADLs wie Waschen, Anziehen und Nahrungsaufnahme, gehört vor allem die Beurteilung der Grundstellungen (► Kap. 5 »Normale Bewegung, Liegen, Sitz und Stand«) und der alltäglichen Bewegungsaktivitäten vom Liegen zum Sitz, vom Sitz zum Stand und vom Stand zum Gehen (► Kap. 5 »Normale Bewegung, Bewegungsanalyse«) dazu. Das Wissen über normale Bewegungsabläufe bildet die Grundlage der Befunderhebung. Befundet wird in der Regel in einer Position bzw. bei einer Bewegung, die der Patient ohne Hilfsmittel (Ausnahme bilden Hilfsmittel, die der Patient schon vor seiner Läsion benutzt hat) und ohne personelle Hilfe sicher einnehmen bzw. ausführen kann. Dabei zeigen sich in den oberen Anforderungsbereichen (z.B. Einbeinstand) die Symptome meist deutlicher als in einem Bewegungsablauf, den der Patient mit Leichtigkeit ausführt.

### 11.1.1 Quantitative und qualitative Aussagen

Die **quantitative Aussage** liefert ein eher grobes Bild über die Aktivitäten des Patienten, wie z.B.: »Er kann frei sitzen oder stehen, er kann fünfzig Meter mit dem Einpunktstock gehen, er kann sich selbstständig waschen, anziehen, er bewältigt eigenständig den Transfer vom Bett in den Rollstuhl, vom Rollstuhl auf die Toilette etc.«. Die Informationen dienen dem Kostenträger, Arzt, Pflegepersonal, und/oder den Angehörigen dazu, die Situation des Patienten einzuschätzen. Zur Einschätzung der Selbstständigkeit liegen mehrere **Bewertungsskalen** vor, wie z.B. der Functional Independence Measure (FIM), das Rivermead Stroke Assessment (RSA), die ADL-Skala nach Barthel etc. In den Kliniken werden am häufigsten der Barthel-Index und der FIM eingesetzt. Beim Barthel-Index werden 10 Items mit Punkten zwischen 0 und 10 bewertet, woraus ein Gesamtwert zwischen 0, d.h. völlig unselfständig und 100, d.h. völlig selbstständig, resultiert.

Aus der rein quantitativen Aussage resultiert jedoch noch kein spezifischer Therapieansatz. Die therapeutische Relevanz liegt vielmehr in der **qualitativen Aussage**: »Wie kann es der Patient?«

#### ➤ Beachte

Während die Quantität der Erfassung der Aktivitäten dient, beschreibt die Qualität möglichst individuell und differenziert die Ausführung der Aktivität.

#### Beispiel

Quantitative Aussage: »Patient kann sich nicht anziehen.«

Qualitative Analyse:

- Warum? »Er kann den Arm nicht heben«

- Warum? »Keine Skapulafixation im Schultergürtel«
- Warum? »Mangelnde Rumpfstabilität«
- Warum? »Gestörte reziproke Innervation der Rumpfmuskulatur (kompensatorische Tonuserhöhung der Extensoren und hypotone Bauchmuskulatur)«

Um die Schlüsselproblematik möglichst genau zu lokalisieren, tastet man sich von dem, was man sieht, zum Grund für das Geschehen vor.

Die folgende Befunderhebung bezieht sich daher vor allem auf die **qualitativen Aspekte der Bewegungsausführung bzw. Bewegungsbeeinträchtigung**. Dabei soll die Problematik möglichst genau erfasst werden. Hieraus resultieren die Grundlage der Behandlungsplanung sowie die Möglichkeit einer Reflexion (Messbarkeit) des Behandlungsverlaufs (Fortschritte). Des Weiteren ergibt sich bei Vertretungssituationen bzw. bei einem Therapeutenwechsel, ein Einblick über die Ziele, Schwerpunkte und Inhalte der bisherigen Therapie.

### 11.1.2 Bewegungsanalyse

Kenntnisse über normale Bewegungsabläufe bilden die Grundlage der Befunderhebung (► Kap. 5 »Normale Bewegung«). Abweichende Komponenten behindern oder verhindern normale Bewegungsabläufe, wie z.B.: »Was kann der Patienten nicht?« oder »Warum kann er es nicht besser?«. Damit dienen sie der therapeutischen Zielerfassung.

#### Komponenten normaler Bewegung:

- **normaler Tonus** (z.B. Hypotonus oder Hypertonus (Spastik, assoziierte Reaktionen) auf der betroffenen Seite, kompensatorische Tonuserhöhung auf der weniger betroffenen Seite),
- **normale Sensibilität** (fehlende Sensibilität, die Extremität ist nicht bewusst),
- **reziproke Innervation** (muskuläre Dyskoordination),
- **Haltungsmotorik** (fehlende Stabilität, vor allem im Rumpf),
- **Gleichgewichtsreaktionen, Balance** (fehlende Dynamik),
- **Ziel- und Greifmotorik, räumlich-zeitliche Koordination.**

### 11.2 Therapieziele

Die Zielsetzung ergibt sich aus den **Bedürfnissen des Patienten** und der **Beeinträchtigung der jeweiligen Bewegungskomponente/n**. Der Therapeut sollte sich fragen: »Was kann der Patient?«, »Was muss er können?« und »Was will der Patient?« (quantitative Aussage) und »Warum kann er es nicht besser?« bzw. »Wie könnte er es besser?« (qualitative Aussage).

Durch den Vergleich zwischen der normalen Bewegung und der abweichenden Bewegungsausführung analysiert der Therapeut die dazu führenden Bewegungssequenzen. Dabei überprüft er, welche Komponenten fehlen oder beeinträchtigt sind:

- Sind selektive Bewegungen möglich?
- Wie zeigt sich die Bewegungskoordination?
- Wie sind die Tonusverhältnisse?
- Treten assoziierte Reaktionen auf?
- Behindern neuropsychologische Störungen die Bewegungsausführung?

#### Beachte

Die Einschränkungen, die die normale Bewegungsausführung verhindern, führen zur Zieldefinition. Sie bilden die Grundlage zur Erstellung des Therapieplans.

Das Einbeziehen der Patientenziele ist für die weitere Behandlungsplanung von zentraler Bedeutung. So zeigt z.B. ein älterer Herr, der in seinem bisherigen Leben sein Frühstücksbrotchen stets von seiner Frau geschmiert bekam (und dies auch nach dem Reha-Aufenthalt bekommt), meist wenig Interesse an dieser Aufgabe. Muss er dagegen auf dem Weg zu seinem Haus eine Treppe überwinden, steigt sicherlich die Motivation für die Therapie an der Treppe (das motorische Potenzial vorausgesetzt).

Die Therapieziele sollten mit dem Patienten besprochen werden, um die therapeutische Vorgehensweise für den Patienten transparenter zu gestalten. Um eventuelle Enttäuschungen zu vermeiden, sollten die Therapieziele gemeinsam mit dem Patienten besprochen und in einem erreichbaren Maß festgelegt werden (► Kap. 12 »CMOP«).

Ein weiteres Kriterium bildet die Frage »Was muss der Patient können?«. Beispielsweise muss der Patient häufig zur Entlassung in das häusliche Umfeld ein gewisses Maß an Selbstständigkeit besitzen. Dabei muss z.T. das Ideal der normalen Bewegung im Zuge der Selbstständigkeit für kompensatorische Lösungsstrategien, wie z.B. Hilfsmittel, aufgegeben werden.

#### Beispiel

**Patientenziele.** Der Patient äußert als Ziele: »Ich möchte besser gehen können«, »Ich möchte meinen Arm besser benutzen können und mich selbstständig An- und Ausziehen können.«

**Therapeutische Zielsetzung.** Verbesserung der Haltungsmotorik; Tonusnormalisierung im Rumpf [Bauch- und Rumpfmuskulatur links aufbauen; pathologische Tonuserhöhung der dorsalen Muskulatur (M. latissimus dorsi, Ischiokrurale) reduzieren]; Gewichtsübernahme auf der betroffenen Körperseite; Stütz- und Stellreaktionen im Rumpf (Sitz, Stand), in der unteren Extremität (Stand) anbahnen; Gangbild (Standbein – Schwungbein) verbessern; Verbesserung der Ziel- und Greifmotorik; Tonusnormalisierung im Schultergürtel (Tonus in den Außenrotatoren aufbauen und den

Innenrotatoren abbauen); Stütz- und Stellreaktionen in der oberen Extremität anbahnen; physiologische Bewegungsanbahnung in der oberen Extremität.

**Konsens zwischen therapeutischer Zielsetzung und der Zielsetzung des Patienten.** Der Therapeut kann dem Patienten erklären, dass der primäre Weg, wie z.B. die Verbesserung der Rumpfkontrolle, zu einer Verbesserung der Stand- und Schwungbeinphase beiträgt und gleichzeitig die Stabilität des Schultergürtels ermöglicht und damit die Armfunktionen verbessert. Nach Möglichkeit sollte gegen Ende der Therapieeinheit das gewonnene Rumpfpotenzial auf die Armbewegungen umgesetzt werden, um den Transfer zu den Armfunktionen zu schaffen (und damit der Sinn der Therapie verstanden wird). Dabei lernt der Patient z.B., mit seiner betroffenen Hand den Pulliärmel auf der weniger betroffenen Seite auszuziehen (aus dem pathologischen Muster heraus), bzw. zieht symmetrisch mit der betroffenen Seite den Pulli über den Kopf (Integration des Armes in Verrichtungen des Alltags).

### 11.3 Therapieplanung

Der Therapeut bildet sich anhand seiner Beobachtungen und seines Handlings eine **Hypothese über das Haupt- oder Schlüsselproblem** (s. oben Komponenten normaler Bewegung), das der normalen Bewegungsausführung entgegenwirkt. Dabei muss die jeweilige Problematik z.T. sehr spezifisch und funktionell angegangen werden. Nach Möglichkeit sollte jedoch (vor allem in der Ergotherapie) die Bewegung entsprechend ihrer neuromuskulären Natur im Zuge einer Handlung bzw. einer Tätigkeit verbessert werden. Neben den primären Bedürfnissen wie Waschen, Anziehen etc. spielen dabei die Interessen des Patienten wie Hobbys, Beruf, Urlaub etc. eine nicht zu unterschätzende Rolle. Der Therapeut positioniert z.B. den Patienten so, dass er bei der Ausführung seiner Tätigkeit, wie z.B. einem Solitärspiel, Gewicht auf die betroffene Seite übernimmt, woraus wiederum eine Verbesserung der physiologischen Bewegungsanbahnung resultiert. Der Fokus des Therapeuten ist dabei auf die physiologische Gewichtsübernahme gerichtet, während das Bewusstsein des Patienten bei der Ausführung seiner Tätigkeit, dem Spiel, liegt.

### 11.4 Therapie

Der Therapieaufbau kann von den noch vorhandenen physiologischen Restfähigkeiten ausgehen, um die defizitären Komponenten zu verbessern. Dieser Ansatz wird auch **Bottum-up-Ansatz** genannt, da er »von unten«, d.h. von den **Basisfähigkeiten des Patienten** ausgeht.

Er kann auch, wie in ► Kapitel 12 (CMOP) beschrieben wird, **klientenzentriert** sein und von den Aktivitäten ausgehen, die der Patient wieder oder besser ausführen möchte.

Nach dieser Vorgehensweise – auch **Top-down-Ansatz** genannt – werden (quasi »von oben«, im Gesamtüberblick) die Aktivitäten, die Umweltbedingungen und die Performance der Patienten analysiert, um die Ziele und Vorgehensweise der Therapie zu bestimmen.

In der Therapie selbst wird zunächst eine Umgebung (Grundstellung, Bewegungsaufgabe, Unterstützung) ausgewählt, deren Anforderungsniveau dem Patienten das Erreichen der Therapieziele ermöglicht.

### Fazilitation

Durch die Fazilitation des Therapeuten werden normale (normalere) Bewegungsabläufe gebahnt. Die Hände bilden dabei die wichtigsten Messfühler, die eine Einschätzung über die Funktionsweise und die Trophik der Muskulatur ermöglichen. Der Therapeut moduliert die Bewegung im Sinne der Normalität. Beispielsweise wird anhand der Schlüsselregionen bzw. -punkte eine physiologische Bewegung gebahnt und der Hypertonus gehemmt (Hemmung durch Bahnung). Dabei bewegt der Therapeut nicht den Patienten, sondern gibt ihm vielmehr **das Gefühl seiner Bewegung** bzw. erleichtert ihm die Bewegungsausführung.

#### Beachte

**Funktionelle Therapie muss die Notwendigkeit zur Ausführung einer physiologischen Bewegung schaffen. Das Anforderungsniveau darf jedoch nicht zu hoch sein, um kompensatorische Bewegungsstrategien und/oder pathologische Bewegungsmuster zu verhindern.**

### 11.4.1 Reflexion

Der Therapeut überprüft seine Vorgehensweise und reflektiert, ob aus seiner Therapie tatsächlich eine qualitative oder quantitative Verbesserung resultiert. Dies kann unter anderem mit Hilfe des Interviews COPM (► Kap. 12) geschehen. Eine Verbesserung kann dabei schon in der Normalisierung der Tonusverhältnisse liegen (was man nicht sofort sieht, aber zumindest fühlen sollte) oder im verringerten Auftreten von assoziierten Reaktionen. Tritt jedoch keine erkennbare Verbesserung ein, macht es wenig Sinn, die Therapie bzw. die Inhalte ständig zu wiederholen, und die Vorgehensweise sollte entsprechend neu überdacht werden.

## 11.5 Manual zum Befunderhebungsbogen

Den hier erläuterten Befundungsbogen finden Sie als Körpervorlage in ► Kap. 14.1.

### 11.5.1 Allgemeine Angaben zum Patienten und zur Krankheitsgeschichte

(Keine Erläuterungen erforderlich.)

### 11.5.2 Ersteindruck

Der Ersteindruck gibt uns eine erste Auskunft über die Verfassung und Problemstellung des Patienten. Es ist wichtig, im Erstgespräch mit dem Patienten zu reden und ihn zu beobachten. Hierbei sollte nicht das Gefühl einer Testsituation entstehen. Gerade im neurologischen Bereich entsteht dadurch häufig ein psychischer Druck, den man meist nicht vollends vermeiden kann. In der Therapie und vor allem bei der Befunderhebung sollte der Patient nur leicht bekleidet sein, wie z.B. ein Trägershirt und Shorts. Der Therapeut kann dabei schon beim Entkleiden auf die Bewegungsabläufe bzw. auf die benötigte Hilfe achten.

### Beobachtungen während der ersten Therapieeinheit(en)

- Wie betritt der Patient den Behandlungsraum – mit oder ohne Hilfsmittel (Rollstuhl, Rollator), mit oder ohne Begleitung?
- Entkleidet er sich mit Hilfe/selbstständig?
- Bewältigt er den Transfer vom Rollstuhl auf den Stuhl eigenständig oder mit personeller Hilfe?
- Setzt er seine betroffene Extremität im Rahmen seiner Möglichkeiten funktionell ein?
- Kann er die Bremsen seines Rollstuhls schließen (Apraxie), stößt er mit dem Rollstuhl unentwegt an (Neglekt), korrigiert er, wenn er mit dem Rollstuhl anstößt (Hemianopsie)?
- Wie sehen Kopfhaltung, Rumpfsymmetrie und das Gangbild aus?
- Begrüßt er mit der betroffenen oder nicht betroffenen Extremität (wenn die betroffene Extremität die dominante Hand ist), setzt er die betroffene Hand zur Gestik ein?
- Spricht er klar (Dysarthrie), sinngemäß (Wernicke-Aphasie), spricht er nicht oder nur sehr wenig, benutzt er Floskeln (Broca-Aphasie), hat er Wortfindungsstörungen (amnestische Aphasie), versteht er verbale Anweisungen nicht (Wernicke-Aphasie)?
- Stellt er sich selbst vor (Orientierung), wird er vom Angehörigen vorgestellt?
- Erzählt er seine Krankheitsgeschichte, kann er sich den Namen des Therapeuten merken (Gedächtnis), erlebt er einen Leidensdruck, weiß er, warum er in der Therapie ist (Anosognosie), sagt er, was er erreichen will (Ziele des Patienten), ist er motiviert mitzuarbeiten?

Alle Anzeichen einer Normabweichung sind für die Befunderhebung wichtig. Stellen sich Eindrücke im Laufe der

späteren Therapie als unangemessen heraus, kann der Therapeut Entsprechendes in seiner Dokumentation berichten.

### 11.5.3 Ziele des Patienten

Was möchte der Patient erreichen? (► Abschn. 11.2, ▶ Kap. 12)

### 11.5.4 Neuropsychologischer Kurzbefund

(Siehe ▶ Kap. 6 »Neuropsychologie«.)

#### Bewusstsein (Vigilanz)

Beschreibt den Wachheitsgrad des Patienten.

#### Orientierung

(Die Orientierung ergibt einen ersten groben Überblick über die kognitiven Fähigkeiten des Patienten.)

- Zur Person (Name, Alter, geboren, welche Krankheit, verheiratet, Kinder)
- Zeitlich (Uhrzeit, Datum; Wochentag, Monat, Jahreszeit, Jahr)
- Örtlich (Ort, Gebäude, Stockwerk)
- Situativ (Warum sind Sie hier?)

#### Motivation

Beschreibt die Motivationslage bzw. den Antrieb des Patienten.

#### Aufmerksamkeit (Konzentration)

- Kann den Inhalten während der gesamten Therapiestunde folgen (Daueraufmerksamkeit).
- Kann sich während der Ausführung einer Aktivität unterhalten (geteilte Aufmerksamkeit).
- Ist unruhig, schweift leicht ab (interne Ablenkbarkeit).
- Lässt sich leicht ablenken (externe Ablenkbarkeit).

#### Raum – Wahrnehmung

- Beachtet seine betroffene Seite und setzt sie im Rahmen seiner Möglichkeiten ein (Wahrnehmung der betroffenen Körperseite).
- Wendet sich über die betroffene Seite nach hinten zu einem Geräusch (akustische Wahrnehmung).
- Kann Tastpunkte auf dem Rücken, rechts, links und gleichzeitig klar lokalisieren (taktile Wahrnehmung);
- Beachtet in einer Zeitung nur die Artikel auf der rechten Seite, bei linksseitiger Hemisymptomatik bzw. umgekehrt (visuell-räumliche Wahrnehmung).
- Erkennt die Uhrzeit einer analogen Uhr (räumliche-konstruktive Wahrnehmung).

- Gesichtsfeldausfall (links oder rechts), Hemianopsie, Quadrantenanopsie.

#### Psychische Verfassung

- Stimmung situationsadäquat, der Patient ist in der Lage, seine momentane Situation adäquat einzuschätzen.
- Depressiv, weint leicht, häufig bei rechtsseitigen Hemiplegikern (linkshirnig betroffen), wobei die emotionale Verarbeitung (rechtsshirnig) relativ intakt ist.
- Enthemmt, Patienten zeigen unkontrollierte Affektausbrüche, Scham und Taktgefühl gehen z.T. verloren (Affektinkontinenz und/oder Enthemmungssyndrom).
- Lacht viel, erzählt gern Witze oder zeigt sich mimisch eher monoton und teilnahmslos (Lachen nur selten, dezent), kann ein Hinweis auf eine beeinträchtigte emotionale Verarbeitung sein, häufig bei linksseitigen Hemiplegikern (rechtshirnig betroffen)
- Mangelnde Krankheitseinsicht, Unfähigkeit der eigenen Krankheitswahrnehmung (Anosognosie). Die Patienten verhalten sich, als wäre ein Defizit, wie z.B. eine Halbseitenlähmung, nicht vorhanden. Auf Ansprache verneinen oder bagatellisieren sie die Symptomatik.

#### Sprechen/Sprache

(Siehe ▶ Kap. 9 »Störungen des Sprechens«.)

- Spricht klar und deutlich, verwischte Sprache (Dysarthrophonie, keine neuropsychologische Beeinträchtigung, da reine Sprechstörung), skandierende Sprache (Hinweis auf eine Hirnstammläsion).
- Spricht wenig, die Sprachproduktion ist verlangsamt und unflüssig (Broca-Aphasie), oft sprechen die Patienten nur in Ein oder Zweiwortsätzen, ähnlich dem Telegrämmstil (Agrammatismus).
- Spricht sinngemäß, kann verbale Anweisungen verstehen, das Sprachverständnis und, damit verbunden, die verbale Kommunikation sind gestört (Wernicke-Aphasie). Die Patienten können (komplexe) verbale Anweisungen weder verstehen noch umsetzen. In der Sprache bestehen z.T. schwere semantische und phonematische Paraphasien.
- Zeigt Wortfindungsstörungen, die Patienten verfügen über einen relativ guten Sprachfluss, jedoch wird dieser durch das »Nichtfinden« bestimmter Begrifflichkeiten unterbrochen (amnestische Aphasie).

#### Gedächtnis

- Gibt Auskunft zu seiner Person, gibt frühere Therapieinhalte wieder (Langzeitgedächtnis).
- Braucht lange, um kognitive Aufgaben zu lösen (Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit, Arbeitsgedächtnis).
- Kann sich den Namen des Therapeuten merken, kann Termine einhalten (Arbeitsgedächtnis).

## Handlungsabläufe

- Benutzt bei der Hygiene Zahnpasta, Zahnbürste, Rasierapparat adäquat, sucht seine Kleidungstücke selbst aus, kann ein Vorhängeschloss öffnen (Praxie).
- Zieht die Kleidungsstücke adäquat an (räumlich-konstruktive Praxie).

## 11.5.5 Quantitative Befunderhebung

Gibt eine grobe Auskunft über die Selbstständigkeit des Patienten (► Abschn. 11.1)

## 11.5.6 Qualitative, funktionelle Befunderhebung

Mit der funktionellen Befunderhebung wird entsprechend der motorischen Entwicklung von kranial nach kaudal sowie von proximal nach distal begonnen. Zu den jeweiligen Extremitäten oder Körperregionen gibt es viele **Kriterien**, die schon beim Ersteindruck die Beachtung des Therapeuten finden sollten.

Der **Schweregrad der Spastizität** ist ein wichtiges Kriterium. Anhand der □ Tabelle 11.1 können die Symptome entsprechend zugeordnet werden.

Im Befundbogen unter Punkt 6 (s. Anhang) kann in einer Abbildung direkt eingezeichnet werden, wo der Patient welche Probleme hat. Dazu werden die in der Legende aufgeführten Symbole entsprechend ihrer Bedeutung der jeweiligen Körperregion (Schlüsselregionen, -punkte) zugeordnet. Eine unphysiologische Körperhaltung wird anhand der **drei Bewegungsebenen** (► Kap. 5 »Normale Bewegung, Grundstellungen«) analysiert und entsprechend der Abweichung in der Abbildung markiert und in der Tabelle beschrieben bzw. angekreuzt. Beispielsweise kann mit einem roten Stift die abweichende Haltung des Kopfes, des Rumpfes bzw. der Wirbelsäule (Flexion, Extension, Lateralflexion) sowie des Schultergürtels markiert werden.

Befundet und in der Abbildung angekreuzt (liegend, sitzend, stehend) wird in der Position, die der Patient ohne personelle Hilfe sicher einnehmen kann (meist sitzend), bzw. in der Position, aus der die Aussagekraft der jeweiligen Funktion resultiert (z.B. die Stützfunktion der Arme im Sitzen bzw. die Schutzschritte der Beine im Stehen).

Eine abweichende Bewegungskomponente zeigt sich in der Regel am ehesten mit einer hohen neuromuskulären Anforderung. Neben der Markierung der unphysiologischen Körperpositionen werden die dazu führenden abweichenden Komponenten, d.h. Tonusverhältnisse, Sensibilitätseinschränkungen etc., durch die entsprechenden Symbole in der Abbildung gekennzeichnet.

## Befunderhebung möglicher Abweichungen

Die Erfassung der Körperposition bzw. Körperfunktionen orientiert sich an den Gesetzmäßigkeiten der Biomechanik. Dabei werden vor allem **drei Bereiche** unterschieden:

- **Stabilität** (Statik), d.h. das Gleichgewicht der Kräfte beim ruhenden Körper (1. Spalte: Kopf- und Rumpfposition), Stand- und Sitzposition, Stützarm, Standbein;
- **Dynamik**, d.h. die Bewegungen des Körpers aufgrund einwirkender Kräfte, Gleichgewichtsreaktionen (2. Spalte: Stell- und Stützreaktionen);
- **Kinematik**, d.h. orientiert an der Bewegungslehre, die den Ablauf von Bewegungen beschreibt (1., 2. und 3. Spalte: Bewegungsabläufe, Schätzwerte).

## Schlüsselpunkt Kopf (Kopfstellung/-beweglichkeit)

- Kopfkontrolle: aktiv, passiv assistiv oder nur passiv möglich.
- Kopfstellreaktion: Die Kopfsymmetrie bleibt auch bei Gewichtsverlagerungen erhalten [symmetrisch, die Augen (Ohren) bilden eine horizontale Linie].
- Kopf nach vorn geneigt (Flexion HWS), nach hinten gebeugt oder überstreckt (Extension HWS).
- Kopfstellreaktionen sind auch mit geschlossenen Augen möglich.
- Der Patient kann auf verbale Aufforderung den Kopf nach links oder rechts drehen (Rotation).

□ Tabelle 11.1. Einteilung nach Schwere der Spastizität

<b>Geringe Spastizität</b>	Assoziierte Reaktionen treten nur in Ausnahmefällen auf wie bei Stresssituationen oder großer körperlicher Anstrengung und verschwinden sofort wieder  Der Patient ist in der Lage, seine Unterstützungsfläche anzunehmen
<b>Mäßige Spastizität</b>	Assoziierte Reaktionen (AR) zeigen sich schon bei der Vorbereitung einer Bewegung  AR zeigen sich während der Bewegung (Überforderung)  AR verschwinden nicht sofort  Der Patient kann nur bestimmte Unterstützungsflächen annehmen  Wiederholte assoziierte Reaktionen können sich zu einem spastischen Muster manifestieren
<b>Schwere Spastizität</b>	Assoziierte Reaktionen sind permanent vorhanden  Spastik lässt sich kaum lösen

- Der Patient kann auf verbale Aufforderung das linke bzw. rechte Ohr zur linken bzw. rechten Schulter führen (Lateralflexion HWS).
- Mimische Muskulatur: Mundwinkel-, Wangen-, Augen- und Stirnpartie sind symmetrisch (Stirnrunzeln beidseitig möglich; zentrale Bewegungsstörung der mimischen Muskulatur, Stirnrunzeln nur einseitig möglich: Fazialisparese). (Siehe ▶ Kap. 9, 9.2.3 »Fazialisparese«)
- Kopf ist nach rechts oder links geneigt, ist nach vorn oder hinten geneigt, ist rotiert (z.B. nach rechts-vorn rotiert, entspricht der Verbindungsline zwischen der Vorgabe rechts und vorn in der Tabelle)

### Sinnessysteme des Kopfes (sehen, hören)

- Patient exploriert mit den Augen im Raum, kann Blickkontakt halten, kein Nystagmus.
- Beweglichkeit: Der Patient reagiert (von hinten) auf Ansprache (von rechts und links) durch Kopfdrehen.

### Rumpf

(Siehe ▶ Kap. 5 »Normale Bewegung« und ▶ Kap. 8 »Ataxie, Parkinson«.)

- Rumpfkontrolle aktiv, passiv assistiv oder nur passiv möglich.
- Körpermittellinie symmetrisch (zentraler Schlüsselpunkt, Gewichtsverlagerung, Schultergürtel bilden eine horizontale Linie, Abstand Achsel-Becken seiten gleich).
- Wie befindet sich der Rumpf auf dem Becken (oberer Rumpf gegen unteren rotiert?)
- Kann die Grundstellung im Sitz stabilisierend halten und immer wieder von allen Seiten einnehmen.
- Körperegewicht wird gleichmäßig verlagert (ZSP), zur rechten und linken Seite verlagert.
- Freier Sitz ist ohne oder mit großer oder kleiner Unterstützung (wie lange?) möglich?
- Rumpf ist kompensatorisch überstreckt (Fixation in Extension) oder gebeugt (Fixation in Flexion).
- Rumpfataxie (Rebound-Rumpf, ▶ Kap. 8 »Ataxie«).
- Reziproke Innervation im Rumpf zwischen Bauchmuskulatur (z.B. hypoton) und Rückenmuskulatur (z.B. hypertonus)
- Wie sind die Tonusverhältnisse (auf der betroffenen, nicht betroffenen Seite, in Bauch- und Rückenmuskulatur)?
- Rumpfstellreaktion ist vorhanden (Schultergürtel bleibt horizontal ausgerichtet).
- Lateralflexion, links/rechts (betroffene Seite: Hypertonus, nicht betroffene Seite: kompensatorische Tonuserhöhung).
- Rumpfrotation (Rumpf z.B. nach links/dorsal bzw. rechts ventral rotiert).

- Gleichgewichtreaktionen: reagiert adäquat auf Gewichtsverlagerungen aus der Grundstellung (körpereigene Unterstützungsfläche, Stellreaktionen und Stützreaktionen).

### Becken

- Position des Beckens (physiologisch): Wie befindet sich der Rumpf auf dem Becken, das Becken zur Unterstützungsfläche (symmetrischer Sitz; Retraktion der betroffenen Beckenseite; Gewichtsverteilung).
- Symmetrisches Becken: rechter und linker Beckenkamm (rechts und links Crista iliaca superior) bilden eine horizontale Linie.
- Körperegewicht ist gleichmäßig auf beide Gesäßhälften verteilt.
- Becken ist nach vorn gekippt [Hyperlordose in der LWS, z.B. durch hypotone Bauchmuskulatur, Hüftbeugekontraktur (M. iliopsoas), Hypertonus der Rückenmuskulatur (M. latissimus dorsi) etc.].
- Becken ist nach hinten gehoben [Rundrücken, z.B. mangelnde Verankerung in den Hüftflexoren (M. iliopsoas)].

### Untere Extremität

#### Hüfte

- Position des Oberschenkels zum Becken: innenrotiert, außenrotiert, ab- oder adduiert.
- Tonus: hyper- oder hypoton (Stützaktivität im Oberschenkel möglich?).
- Reziproke Innervation zwischen den Adduktoren und Abduktoren (z.B. Adduktorenaktivität erhöht mit beeinträchtigter Abduktion).
- Muskuläre Dyskoordination (zwischen Hüft- und Kniegelenkmuskulatur s. unten).
- Trophik der Hüftgelenkmuskulatur (z.B. Abduktoren, M. gluteus medius).
- Hüftbeugekontraktur (s. Becken): wird überprüft, indem der Patient mit ausgestreckten Beinen in Rückenlage liegt und man das gegenüberliegende Bein maximal anbeugt. Die Lendenlordose wird ausgeglichen, und das Ausmaß der Hüftbeugekontraktur auf der betroffenen Seite wird sichtbar.
- Beweglichkeit aktiv, aktiv assistiv oder passiv.
- Selektive Bewegungen des betroffenen Beins: Kompenstation im weniger betroffenen Bein?
- Massensynergien (Extensionsmuster: Adduktion und Innenrotation, Flexionsmuster: Abduktion und Außenrotation).
- Bewegungsausmaß: innerhalb der Bewegungssachsen, Flexion und Extension, Ab- und Adduktion, Außen- und Innenrotation.
- Schmerzen.

## 11.5 · Manual: Befunderhebungsbogen

- Gewichtsübernahme [Einbeinstand betroffene Seite (Abduktorenstabilität), Einbeinstand weniger betroffene Seite (Stabilität der kontralateralen Rumpfmuskulatur)].

### Knie

- Position des Unterschenkels zum Oberschenkel.
- Stabilität bzw. Instabilität (überstreckt, knickt ein).
- Muskuläre Koordination zwischen Hüft- und Kniebewegungen [M. rectus femoris (Kniestrecker, Hüftbeuger) und die ischiokrurale Muskelgruppe (Kniebeuger, Hüftstrekker)].
- Muskuläre Koordination zwischen Knie- und Sprunggelenkbewegungen (Knie überstreckt, z.B. durch das Auslösen einer positiven Stützreaktion).

### Sprunggelenk/Fuß

- Position des Fußes zum Unterschenkel.
- Ausrichtung und Abrollen über die physiologische Fußlängsachse (Linie zwischen der Ferse und der Grundgelenke von Großzeh und dem zweiten Zeh).
- Bodenkontakt der Ferse (ohne Schuhe): Hypertonus der Wadenmuskulatur (kein Bodenkontakt, Knie schlägt durch bei Bodenkontakt?, Kontraktur der Achillessehne?).
- Belastung nur auf der Außenkante (Supinationsstellung, Fußgewölbe intakt).
- Belastung nur auf dem Vorfuß [Auslöser der positiven Stützreaktion, Klonus (pathologischer erhöhter Extensorientonus)].
- Fußheberfunktion.

## Obere Extremität (Händigkeit, ankreuzen)

### Schultergürtel

- Symmetrisch: Die Schultergürtel bilden eine horizontale Linie.
- Schultergürtel rechts oder links Hochstand.
- Schultergürtel rechts oder links kaudal gezogen bzw. hängend (hängende Schulter).
- Schultergürtel nach ventral (Protraktion) oder nach dorsal (Retraktion) gezogen.
- Beide Schultergürtel diagonal verschoben (rotiert, oberer gegen unterer Rumpf).
- Reziproke Innervation (ventrale und dorsale Muskellketten).
- Tonusverhältnisse (Hyper-/Hypotonus), Trophik der Muskeläste (Palpation).

### Stell-, Stützreaktionen (Gleichgewicht/Balance)

- Körpergewicht ist im Sitz, Stand gleichmäßig auf beide Körperhälften verteilt.
- Extremitäten werden stabilisierend als Ausgleichs- bzw. Gegengewichte eingesetzt.
- Einbeinstand ist auf dem betroffenen Bein (Abduktorentonus?) möglich, Seitenvergleich (Zeit), mit offenen und geschlossenen Augen.

- Kopfstell- und Rumpfstellreaktionen sind möglich?
- Stützfunktion obere Extremität: Stützfunktion des Armes ist nur möglich, wenn der Patient seine betroffene Seite belastet; ohne Stützfunktion keine physiologische Bewegung im freien Raum (verbessert die Fixation am Thorax); Vorsicht im Handgelenk (Mikrotraumen).
- Gewichtsübernahme der unteren Extremität ist möglich (ohne Standbein kein Schwungbein).

### Bewegungsausführung

- Aktiv, aktiv-assistiv oder passiv.
- Wird die 1. Bewegungsphase der oberen Extremität (Anteversion, Abduktion) ohne Beteiligung des Schultergürtels (mangelnde physiologische Fixation der Skapula auf dem Thorax) ausgeführt (s. unten)?
- Reziproke Innervation (Diadochokinese).
- Selektive Armbewegungen, Massensynergien.
- Tonusverhältnisse, Spastik, Rigor (► Kap. 4 »4. SMRK«).
- Ataxie (Rebound-Arm, ► Kap. 4 »3. SMRK«).
- Tremor (Ruhetremor, Intensionstremor).

### Schulterblatt

- Position des Schulterblattes auf dem Thorax (Seitenvergleich): in Ruhe (1), mit ausgestrecktem Arm (2) und unter dezenter Belastung (3) (eine mangelnde Fixation am Rumpf) zeigt sich vor allem unter Belastung. Wenn in der ruhenden Position (1) keine Diskrepanzen erkennbar werden, kann durch Position (2) und (3) die Anforderung gesteigert werden.
- Kann die Bewegungen des Armes (Abduktion bis ca. 70/90° und Anteversion bis ca. 50/60°) stabilisieren (ohne Mitbewegung des Schultergürtels/Rumpf, 1. Phase).
- Reziproke Innervation der Rumpf-, Schultergürtel- und Schultergelenkmuskulatur.
- Tonusverhältnisse (Scapula alata, Seitenvergleich).
- Skapulohumeraler Rhythmus (Seitenvergleich).

### Schultergürtel

- Symmetrisch: rechts und links, die Schultergürtel stehen in einer horizontalen Linie.
- Schultergürtel: rechts oder links Hochstand (Abstand Akromion zum Ohr).
- Tonusverhältnisse.
- Seitenvergleich rechtes zum linken Schulterblatt.
- Bewegungsausmaß, Bewegungsausführung (Elevation und Depression, Protraktion und Retraktion).

### Schultergelenk

- Stellung des Humeruskopfes im Schultergelenk.
- Tonus hyper-/hypoton, assoziierte Reaktionen, Kompenstation.
- Reziproke Innervation zwischen den Innenrotatoren und Außenrotatoren (häufig verstärkte Innenrotationsstellung mit mangelnder Außenrotation).

- Trophik der Schultergelenkmuskulatur (vor allem Außenrotatoren, reziproke Hemmung).
- Subluxation (Hypotonus), Luxation (Hypertonus).
- Beweglichkeit aktiv, aktiv-assistiv oder passiv.
- Bewegungsachsen Ante- (Flexion) und Retroversion (Extension), Außen- und Innenrotation, Ab- und Adduktion.
- Bewegungsausmaß, Kontrakturen.
- Schmerzen.

### Ellenbogengelenk

- Stellung des Unterarms zum Oberarm.
- Reziproke Innervation zwischen den Pronatoren und Supinatoren, häufig verstärkte Pronationsstellung mit mangelnder Supination (Diadochokinese).
- Tonus hyper-/hypoton, assoziierte Reaktionen, Kompensation, Rigor, Ataxie (Rebound-Arm).
- Beweglichkeit: Bewegungsausmaß aktiv, aktiv-assistiv oder passiv.
- Flexion und Extension, Pronation und Supination.
- Bewegungsausmaß, Beugekontraktur.
- Schmerzen.

### Handgelenk (proximales, distales)

- Position der Hand zum Unterarm.
- Tonus hyper-/hypoton, assoziierte Reaktionen, Kompensation.
- Beweglichkeit aktiv, aktiv-assistiv oder passiv.
- Flexion (Palmarflexion), Extension (Dorsalextension), Ulnar-/Radialabduktion (häufig Flexionsstellung mit Ulnarabduktion).
- Bewegungsausmaß, Kontrakturen.
- Schmerzen (palmar, dorsal).
- Ödem.

### Daumen und Finger

- Position der Fingergelenke (Fingergrundgelenk gebeugt, Mittel- und Endgelenk gestreckt).
- Tonus hyper-/hypoton, assoziierte Reaktionen, Kompensation.
- Selektive Beweglichkeit, aktiv-assistiv oder passiv.
- Flexion und Extension, Abduktion, Bewegungsausmaß (endgradig), Kontrakturen.
- Schmerzen.
- Ödem.

### Hantierfunktionen (betroffene Hand)

- Selektive Fingerbewegungen sind möglich.
- Kann Flasche beim Aufdrehen halten (Zylindergriff).
- Kann Flasche aufdrehen [Dreipunktgriff (kompensatorisch Faustschluss)].
- Kann Getränk eingießen (Hand-Augen-Koordination).

- Kann aus einem Glas trinken (Aufnahme von Flüssigkeit).
- Kann Brot schmieren (Faustschluss, Hand-Hand-Koordination, Nahrungszubereitung).
- Kann Brot schneiden (Faustschluss, Hand-Hand-Koordination, Nahrungszubereitung).
- Kann Vorhängeschloss beim Schließen halten (Hand-Hand-Koordination, Gebrauch von Alltagsgegenständen).
- Kann Vorhängeschloss mit Schlüssel schließen (Schlüsselgriff).
- Kann sich eine Schürze umbinden (Schürzengriff, Anziehen).
- Kann Schnürsenkel seiner Schuhe binden (Dreipunktgriff, Hand-Hand-Koordination, Anziehen).
- Kann sich mit einem Kamm/einer Bürste die Haare kämmen (Sphärengriff, Waschen, Anziehen).

### 11.5.7 Sensibilitätsüberprüfung

Die Überprüfung der Sensibilität erfordert ein hohes Maß an Aufmerksamkeit des Patienten, zudem muss die visuelle Kontrolle (Kompensation) ausgeschlossen werden. Um eine differenzierte Befunderhebung zu erhalten, müssen die jeweiligen Sinnesleistungen, entsprechend ihrer Qualität (Rezeptoren), spezifisch überprüft werden. Die somatosensorische Befundung muss mit Ausnahme des Placings stets langsam und klar lokalisiert durchgeführt werden. Zu viele, schnelle und diffuse Bewegungen beeinträchtigen die ohnehin gestörte Wahrnehmung noch zusätzlich. Zudem sollte einfaches Testmaterial eingesetzt werden, das für den Patienten leicht umsetzbar ist, keine große Vorbereitung benötigt und dennoch eine qualitative Aussagekraft besitzt.

### Stereognosie

(Siehe ▶ Kap. 4 »Sensomotorische Regelkreise, 2. SMRK«.)

#### Beachte

Bei der Abtestung der Stereognosie soll der Patient ihm bekannte Gegenstände ohne Visuskontrolle erkennen.

Hilfreich ist die freie Beobachtung des Patienten **beim Hantieren mit Alltagsgegenständen**, z.B.: Wie sucht er das Messer aus dem Besteckkasten, den Schlüssel in der Hosentasche, die Geldmünzen aus dem Portemonnaie etc. Der Therapeut erhält so einen allgemeinen Eindruck über Fähigkeiten bzw. Einschränkungen der **stereognostischen Leistungen** (Erkennen von bekannten Gegenständen und Formen durch Betasten). Fehlt dem Patienten das motorische Potenzial, um die Gegenstände eigenhändig zu erfühlen, platziert der Therapeut bekannte Gegenstände, z.B. Vorhängeschloss, Schlüssel, Bleistift, Geldmünzen etc., in der

Innenhandfläche des Patienten und fazilitiert dazu die Fingerspitzen mit leichtem Druck, um den Gegenstand, ähnlich wie beim normalen Bewegungsablauf, **durch Bewegung zu ertasten**.

Stereognostische Leistungen setzen sich aus den Qualitäten der Oberflächensensibilität (vor allem epikritisch), der Tiefensensibilität und den höheren kognitiven Hirnleistungen (Erkennen von Gegenständen) zusammen. Daher kann man bei guten stereognostischen Leistungen in der Regel auch von einer intakten tiefen- und oberflächensensiblen Wahrnehmung ausgehen.

### Tiefensensibilität

(Siehe ▶ Kap. 4 »Sensomotorische Regelkreise, 1. SMRK«.)

Zu den Qualitäten der Tiefensensibilität zählt man den Bewegungssinn, den Kraftsinn, den Stellungssinn sowie das Vibrationsempfinden. Zur Testung der jeweiligen Leistungen kann man die Techniken **Placing, Holding und Mirroring** (aus dem Bobath-Konzept stammend) anwenden.

### Bewegungssinn (Placing)

Der Therapeut greift die distale Extremität des Patienten (Finger, Hand oder Zeh, Fuß) und bewegt sie in verschiedenen Bewegungsebenen mit unterschiedlicher Bewegungsgeschwindigkeit (ohne eine verbale Bewegungsvorgabe). Dabei wird geprüft, ob die Bewegung im Sinne der reziproken Innervation möglich ist. Die Rezeptoren (Muskelspindeln) einer gesunden Person können sich sehr schnell an die Bewegungsvorgabe **adaptieren** und ihr durch automatisierte Bewegungsabläufe folgen. Der Arm sowie die Bewegung fühlen sich normalerweise für den Therapeuten leicht und geschmeidig an.

### Obere Extremität

Soweit die nötige Rumpfstabilität gegeben und das nötige Bewegungspotenzial vorhanden ist, sitzt der Patient auf der Therapiebank, und der Therapeut bewegt die betroffene obere Extremität (s. oben). Spastik ist definiert als unangemessener Widerstand gegen eine passive Bewegung. Beim Placing zeigen sich diskrettere **pathologische Tonuserhöhungen** vor allem mit einer Zunahme des Bewegungsausmaßes (räumlich, vor allem über 90°) sowie bei einer steigenden Bewegungsgeschwindigkeit (zeitlich, kann nicht so schnell adaptieren); d.h. bei einer Anforderungserhöhung der **räumlich-zeitlichen Koordination**.

Bei Patienten mit stärkeren **Bewegungseinschränkungen** greift der Tester seitlich die distalen Endphalangen der Finger und bewegt sie passiv in die Streckung und die Beugung. Der Patient soll nun die jeweilige Bewegungsrichtung angeben (verbal oder durch Zeigen mit der weniger betroffenen Extremität). Bei einer guten distalen Sensibilität kann man in der Regel auch von entsprechend guten proximalen Leistungen ausgehen.

Häufig zeigt sich auch beim Placing auf der weniger betroffenen Seite eine unangemessene Bewegungsreaktion. Der Arm folgt nicht so leicht der Vorgabe, wie der eines Gesunden. Es handelt sich hierbei in der Regel (früherer Infarkt oder andere neurologische Erkrankung ausgeschlossen) um eine kompensatorische Tonuserhöhung, die sich mit der Rückgewinnung der sensomotorischen Fähigkeiten auf der betroffenen Seite reduziert.

### Untere Extremität

Der Patient sitzt locker, mit auf dem Boden aufstehenden Füßen auf der Therapiebank (liegend mit angestellten Knien). Der Therapeut bewegt das Knie auf der betroffenen Seite mehrmals, mit unterschiedlicher Bewegungsgeschwindigkeit (schnell) und wechselndem Bewegungsausmaß nach innen (Adduktion) und außen (Abduktion). Dabei zeigt sich häufig ein **Widerstand bei den Bewegungen nach außen**, was mit einer pathologischen Tonuserhöhung der Adduktoren verbunden ist, bzw. ein **fehlender Widerstand oder eine mangelnde Mitbewegung nach innen**, was aus dem mangelnden Abduktorentonus resultiert.

Eine **kompensatorische Tonuserhöhung auf der weniger betroffenen Seite** zeigt sich durch eine zögerliche Mitbewegung in beide Bewegungsrichtungen (s. Fallbeispiel Herr K.).

### Kraftsinn (Holding)

Die im Placing geführte betroffene Extremität wird vom Therapeuten in einer physiologischen Stellung losgelassen. Der Patient wird dabei verbal aufgefordert, die **Position bewusst zu halten** (Holding). Der Therapeut sieht oder spürt, ob der Patient die physiologische Muskelkraft aufbringt, um die Extremität gegen die Schwerkraft zu halten (Kraftsinn). Bei einer pathologischen Tonuserhöhung tendiert die Extremität beim aktiven Halten in die Richtung der Tonuserhöhung, wie beispielsweise im Arm ins Beugemuster. Bei einem Hypotonus fehlt die Spannung der Muskulatur, und der Arm fällt in Richtung der Schwerkraft nach unten.

### Stellungssinn (Mirroring)

Der Therapeut platziert die jeweiligen Gelenke des betroffenen Arms im bewegungs- und schmerzfreien Raum. Diese Stellungen soll der Patient ohne **Visuskontrolle mit der weniger betroffenen Extremität nachstellen** (spiegeln). Der Therapeut führt dabei die betroffene Extremität.

Bei der Überprüfung ist es wichtig, dass vorab der Therapeut die Position mit dem paretischen Arm einnimmt, erst dann soll der Patient mit seinem weniger betroffenen Arm der Position folgen. Hält man dieses Vorgehen nicht ein und lässt die Nachstellung während der Bewegung (begleitend) zu, prüft man in erster Linie den Bewegungssinn.

Der Therapeut sollte auch nie gleichzeitig beide Extremitäten berühren (Auslöschanomie). Während der The-

rapie kann man die betroffene Extremität an der Bankkante platzieren (wie z.B.: »Halten Sie sich hier fest«) und den Patienten bitten, mit seiner weniger betroffenen Extremität die gleiche Position einzunehmen. Geschieht dies relativ schnell **ohne visuelle Kontrolle**, kann man in der Regel auch von einer guten Lageempfindung ausgehen.

Das Vibrationsempfinden wird durch das Aufsetzen einer Stimmgabel auf hautnahe Knochenstellen getestet.

## Oberflächensensibilität

(Siehe ▶ Kap. 2 »Sensorische Systeme«, ▶ Kap. 4 »2. SMRK«.)

Nach der Art der Reize und der Reizverarbeitung wird die Oberflächensensibilität in zwei neuronal grundverschiedene Strukturen unterteilt, in die epikritische Sensibilität (Hinterstrangsystem, zusammen mit der propriozeptiven Verarbeitung) und die protopathische Sensibilität (Vorderseitenstrangsystem).

## Epikritische Sensibilität

### Beachte

Die epikritische Sensibilität bedingt eine sehr spezifische Reizverarbeitung und bezieht sich dabei vor allem auf **das mechanische Empfinden von Druck-, Berührungs- und Vibrationsreizen**.

Das **Berührungsempfinden** wird überprüft, indem man mit einem Wattebausch oder einem etwas zarteren Pinsel die Fingerbeeren berührt. Der Schwerpunkt der epikritischen Befunderhebung bezieht sich auf die **Innenhandfläche und die Fingerbeeren**. Sie besitzen die größte Rezeptorendichte und werden zum Ertasten und Fühlen im Alltag am häufigsten eingesetzt. Dabei benennt der Patient (verbal oder durch Zeigen mit den anderen Fingern) den jeweiligen Finger. Zudem kann der Tester Zahlen, Buchstaben oder geometrische Formen in die Innenhandfläche und auf die Haut des Unterarms zeichnen, die der Patient benennen oder mit der Hand zeigen soll (z.B. drei Finger für die Zahl 3).

Um die **Unterscheidung von Texturen und Oberflächen** zu prüfen, fährt der Therapeut zuerst mit einem Schwamm über die Fingerbeeren und die Handinnenfläche und benennt den Schwamm mit der Nr. 1. Darauf folgend fährt er mit gleichem Druck mit einer Bürste (Nr. 2) über die gleiche Stelle. Der Therapeut fährt nun mehrere Male in unregelmäßiger Abfolge über die Fingerbeeren und der Patient soll den Gegenstand (Textur) bzw. die Zahl (Nr. 1, Nr. 2, Nr. 3 etc.) benennen (s. Fallbeispiel Herr L.).

Bestehen beim Patienten große Einschränkungen in der epikritischen Wahrnehmung, müssen die Reize stärker differenziert (größer) werden. Sind die Defizite relativ gering, werden die Reize entsprechend ähnlich ausgelegt, z.B. Schmirgelpapier mit unterschiedlicher Körnung, rauwe- und weiche Bürste, Borstenpinsel und Pferdehaarpinsel etc.

Die **Spitz/Stumpf-Diskrimination** prüft der Therapeut mit einem Kugelschreiber (Mine eingezogen). Mit einem Tastzirkel kann die **Zweipunkt-Diskrimination** geprüft werden, d.h., der Patient soll zwischen einem Einpunktrez und einem Zweipunktrez unterscheiden. Je nach Körperregion ist eine mehr oder weniger große Anzahl an Sinnesrezeptoren vorhanden. Die Rezeptorendichte ist dabei verantwortlich für die Genauigkeit der Tastempfindung (▶ Kap. 4 »Sensomotorische Regalkreise«, Tabelle »Mechanorezeptoren«).

## Protopathische Sensibilität

### Beachte

Der protopathischen Sensibilität schreibt man eine eher unspezifische Reizverarbeitung zu, die sich auf die Empfindungen Schmerz und Temperatur bezieht.

Entsprechend bezeichnet man die Rezeptoren als »**Schmerz- bzw. Nozizeptoren und Thermorezeptoren**«. Durch die engen Verflechtungen mit der Formatio reticularis und dem limbischen System kommt der protopathischen Reizverarbeitung eine besondere Bedeutung bei der **emotionalen Bewertung** (angenehm oder unangenehm) der eintreffenden Reize zu.

Es macht wenig Sinn, einem Patienten bewusst Schmerzen zuzufügen. Daher sollte das Schmerzempfinden nicht mit der Nadel geprüft werden, da dies zu Verletzungen führen kann und der Einstich mit der dünnen Nadelspitze zwischen zwei Schmerzpunkten liegen kann. **Freie Beobachtungen** oder ein leichtes Kneifen (Hautfalte) eignen sich eher, um die Schmerzempfindlichkeit zu überprüfen.

Zur **Testung der Temperaturempfindung** benutzt man zwei Reagenzgläser (oder zwei angefeuchtete Waschlappen) mit jeweils kaltem (ca. 5°C) und warmem Wasser (ca. 25°C). Der Reiz wird abwechselnd gesetzt. Die thermischen Rezeptoren reagieren zwischen 5° und 40°C, wobei der thermische Reiz bei einer Temperatur von 32,5°C nicht wahrgenommen wird (Eigentemperatur der Haut). Unter 5°C bzw. über 40°C reagieren nicht die thermischen, sondern die Schmerzrezeptoren.

## 11.6 Dokumentation

Die Therapieziele bilden sich aus der Befunderhebung, aus den Zielen des Patienten sowie aus der Absprache mit den anderen Berufsgruppen des interdisziplinären Teams. Die Zielhierarchie gliedert sich nach Dauer der Erreichbarkeit. Dabei unterscheidet man **langfristige Ziele**, z.B. das Rehaziel während des gesamten Rehaverlaufs (einschließlich der häuslichen Versorgung); **mittelfristige Ziele**, z.B. das jeweilige Ziel während des oder unmittelbar nach dem Rehaauf-

## 11.7 · Fallbeispiel Herr K.: Patient mit geringen Defiziten

enthalt in der Klinik (wöchentlich oder nach vier bis sechs Wochen), sowie **kurzfristige Ziele (Nahziele)**, die während einer bzw. mehrerer Therapieeinheiten erreichbar sind. Die dazu durchgeführten Maßnahmen (Inhalte der Therapieeinheiten) sind in einem Verlaufsbgogen evtl. täglich zu dokumentieren.

Um den größtmöglichen Rehaerfolg für den Patienten zu erzielen, ist dabei die **Absprache der am Rehaverlauf beteiligten Berufsgruppen** unabdinglich. Daher sollte das langfristige Rehaziel in Zusammenarbeit mit dem interdisziplinären Team definiert werden.

### Beispiel

Arbeitet beispielsweise eine Berufsgruppe an kompensatorischen Bewegungsstrategien wie Gehen am Vierpunktstock, während die andere Berufsgruppe ein eher funktionelles Ziel wie Gehen ohne Hilfsmittel verfolgt, so widerspricht sich die therapeutische Zielsetzung, was wiederum einem effektiven, erfolgreichen Rehaverlauf entgegenwirkt.

Am **langfristigen Rehaziel** orientieren sich die jeweiligen Berufsgruppen mit ihrer berufsspezifischen mittel- und kurzfristigen Zielsetzung.

Die Ziele sollten prognostisch, realistisch, für den Patienten umsetzbar und überprüfbar definiert werden. Einerseits dürfen sie den Patienten nicht überfordern, sie sollten aber andererseits auch nicht zu niedrig angesetzt werden, da z.B. ein Ziel wie »Erhalt der passiven Beweglichkeit« weniger zu einer Funktionsanbahnung bzw. Funktionsverbesserung animiert.

Die Definition der vor allem **mittel- und kurzfristigen Zielsetzung** bildet dabei keine feste Größe innerhalb der Therapieplanung, sondern sollte je nach Therapieverlauf (Fortschritte, Verschlechterungen) und Situation des Patienten individuell verändert werden.

Innerhalb der Patientenakte sollte ein **Verlaufsbgogen** (s. oben Therapieinhalt), der sich formell (Datum, Uhrzeit, Therapeut, Maßnahme etc.) in etwa bei jeder Berufsgruppe gleicht, über die ausgeführten Therapie- bzw. Pflegeinhalte der jeweiligen Berufsgruppe Auskunft geben. Unterstützend zur Verlaufsdokumentation sollten **Therapiepläne**, in der die Anwendungen der jeweiligen Berufsgruppen mit einer Positionsnummer versehen sind und über die geplanten Therapiezeiten Auskunft geben, an den Patienten ausgehändigt werden (wird in den Einrichtungen meist über Computer erstellt). Sie ermöglichen dem Patienten einen Überblick über seine anstehenden Termine und eine Abstimmung der Therapiezeiten unter den Therapeuten, sodass z.B. nicht alle Therapien am Vormittag stattfinden und am Nachmittag gänzlich ausbleiben. Ferner sollte ein Teamordner geführt werden, in dem die Absprachen, Ziele, Reflexion des evtl. täglichen Kurzteams, aber vor allem des wöchentlichen Gesamtteams festgehalten werden.

Die Ausführlichkeit des Befunderhebungsbogens (► Kap. 14.1) soll nicht dazu animieren, mit jedem Patienten Punkt für Punkt zu befunden. Sie soll vielmehr die Möglichkeit bieten, möglichst viele der z.T. sehr individuellen Symptomatiken zu erfassen.

## 11.7 Fallbeispiel Herr K.: Patient mit geringen Defiziten

Im folgenden Patientenbeispiel werden die Befunderhebung, die Festlegung der Therapieziele, Beispiele für mögliche Therapiemaßnahmen und die Reflexion der Therapie besprochen.

Herr K. ist ein relativ mobiler Patient mit verhältnismäßig geringeren Defiziten. Er wurde ausgewählt, da sich die Befunderhebung, Zielsetzung und Therapie bei einem »eher besseren« Patienten in der Regel schwieriger und differenzierter gestalten als bei schwer betroffenen, bei denen die Problematik wesentlich klarer zum Vorschein tritt.

### Anamnese

**Medizinische Anamnese.** Herr K. ist 57 Jahre alt und erlitt im Herbst 2000 als Folge einer Bypassoperation einen Apoplex rechts mit einer stark beinbetonten Hemiparese links. Nach Angaben von Herrn K. (Eigenanamnese) wurde er nach der Akutbehandlung in einer Klinik für Frührehabilitation aufgenommen und nach dortiger frührehabilitativer Förderung in eine neurologische Rehaklinik zur Anschlussheilbehandlung weitergeleitet. Von dort aus kam Herr K. (Mai 2001) zur ambulanten Weiterbehandlung in die Ergotherapie.

**Sozialanamnese.** Herr K. besitzt ein Eigenheim in einer westpfälzischen Stadt. Seine Verrichtungen innerhalb der Stadt, wie z.B. der Besuch der Ergotherapie, erledigt er mit öffentlichen Verkehrsmitteln, selbstständig und ohne Hilfsmittel. Die Schlaf- und Kellerräume seines Hauses erreicht er über eine Treppe.

Beruflich übt Herr K. bis vor seiner Läsion eine kaufmännische Tätigkeit aus. Er strebt derzeit eine Wiederaufnahme an, nach Möglichkeit mit einem geringeren Studentenpensum (ca. 4 Stunden pro Tag). Als Hobbys gibt Herr K. den ortsansässigen Fußballbundesligisten und Reisen an.

Herr K. (► Abb. 11.2) kommt **selbstständig** mit öffentlichen Verkehrsmitteln zur Therapie. Er **setzt seine linke obere Extremität funktionell ein**, wie z.B. beim Ausziehen der Jacke, des T-Shirts, der Schuhe, Strümpfe etc., und zeigt dabei **selektive Arm- und Fingerbewegungen**, wie z.B. beim Öffnen und Schließen der Hemdknöpfe. Im **Gangbild** bestehen links eine verkürzte Standbeinphase und eine Dorsalbewegung des Oberkörpers während der Schwungbeinphase. Seine **Mimik und Gestik** wirken eher monoton, was



Abb. 11.2. Ersteindruck

11 sich auch in der herabgesetzten Schwingungsfähigkeit seiner sprachlichen Kommunikation widerspiegelt. Verstärkt wird die eingeschränkte Mimik durch eine zentralbedingte Bewegungsstörung der mimischen Muskulatur in der linken Gesichtshälfte.

### Ziele des Patienten – Grund für die Therapie

Herr K. sieht sein größtes Problem in seinem **unsicheren Gangbild**. Da seine Lebensgefährtin von einer starken PCP betroffen ist, muss er die vor allem gewichtsträchtigen Haushaltssarbeiten übernehmen. Dabei kommt es zu besonderen Schwierigkeiten, wenn er Getränke, Lebensmittel etc. aus dem Keller über eine Treppe in die Küche transportieren muss. Schon die Überwindung der Treppe stellt eine besondere Herausforderung für ihn dar.

### Neuropsychologischer Kurzbefund

Herr K. ist **allseits orientiert und motiviert**, an der Verbesserung seiner Situation mitzuarbeiten. Er kann während der kompletten Therapieeinheit den Anweisungen des Therapeuten folgen und die Inhalte adäquat umsetzen. Er gibt Auskunft zur Person, über bisherige Therapieinhalte und zeigt dabei eine **altersentsprechende Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit**. Seine affektive Schwingungsfähigkeit scheint etwas reduziert zu sein. Bei humoristischen Einlagen des Therapeuten reagiert er lediglich mit einem dezenten Anwinkeln der Lippenfalte.

### Quantitative Befunderhebung

Herr K. setzt seine linke Hand uneingeschränkt zur Bewältigung seiner Alltagssituationen ein. Sein Kopf ist symmetrisch im Raum ausgerichtet, und der Schultergürtel bildet eine horizontale Linie, was auf physiologische Rumpf- und Kopfstellreaktionen schließen lässt.

#### Beachte

Im Gegensatz zu einer Hirnstamm- bzw. Kleinhirnläsion ist bei einer kortikalen Läsion in der Regel nicht das Gleichgewichtssystem selbst betroffen, sondern vielmehr der **kortikale, sensormotorische Informationsfluss zur Ausführung der Gleichgewichtsreaktionen**.

Im Stand zeigt sich eine **verminderte Gewichtsübernahme auf die betroffene Seite**, was sich beim Gehen fortsetzt und sich besonders beim erschwerten Bewältigen der Treppe, durch den Beistellschritt (zum rechten Bein), zeigt. Herr K. ist mit diesem Gangbild innerhalb der Stadt mobil, unternimmt Reisen und bewältigt seine Aufgaben des täglichen Lebens ohne Hilfen selbstständig.

Herr K. kann **nur sehr eingeschränkt Alltagsgegenstände innerhalb seines Hauses und dabei besonders auf der Treppe transportieren**. Er fühlt sich **beim Gehen unsicher** (besonders bei Unebenheiten) und spricht von einer häufigen Verkrampfung der rechten oberen Extremität.

### 11.7 · Fallbeispiel Herr K: Patient mit geringen Defiziten

#### Qualitative, funktionelle Befunderhebung

Der Kopf von Herrn K. (Abb. 11.3) ist symmetrisch im Raum ausgerichtet (A), und der Schultergürtel bildet eine horizontale Linie (B). Beides lässt auf physiologische Kopf- und Rumpfstellreaktionen schließen. Der Rumpf befindet sich in einer **kyphotischen Stellung** (Rumpfflexion) mit nach dorsal rotiertem Becken (mangels ventraler Verankerung durch den M. iliopsoas, Rundrücken). Der Zentrale Schlüsselpunkt (ZSP, ▶ Kap. 5 »Normale Bewegung«) ist etwas nach links verschoben (C), wodurch sich das Körpergewicht im Sitz auf die linke Gesäßhälfte (Becken nach kaudal, D) verlagert. Mangels Tonus der linken (vor allem ventralen) Rumpfmuskulatur (E) kann das Becken nicht symmetrisch stabilisiert werden. Um den Körper und Rumpf dennoch im Raum aufrecht zu erhalten, entsteht eine kompensatorische Lateralflexion der rechten Rumpfseite (F). nen rotiert (G), was sich u.a. durch ein verminderter Her-vortreten der Ellbogenkehle, im Vergleich zur rechten Sei-te zeigt (g, Pfeile).

Der Humeruskopf ist durch die Tonuserhöhung der Innenrotatoren (vor allem M. latissimus dorsi) etwas nach in-

#### Vorverlagerung des Oberkörpers (ZSP)

Um die Anforderungen an die neuromuskuläre Aktivität zu erhöhen, bittet die Therapeutin Herrn K., seinen **Oberkörper so weit wie möglich nach vorn zu verlagern** (Abb. 11.4). Sein Kopf richtet sich durch eine kompensatorische Lateralflexion nach rechts aus A). Durch die gesteigerte Aktivität der linken Rückenmuskulatur (vor allem M. latissimus dorsi) können die Schultergürtel nicht symmetrisch in die Vorlage gebracht werden (B). Die Stellung der beiden Schlüsselbeine (Linie C-B) macht deutlich, dass es sich nicht um eine reine Retraktion des Schultergürtels handelt, sondern vielmehr die komplette linke Rumpfseite nach links dorsal rotiert ist. Der ZSP verlagert sich weiter nach links (D), und der Abstand zwischen der linken Ach-

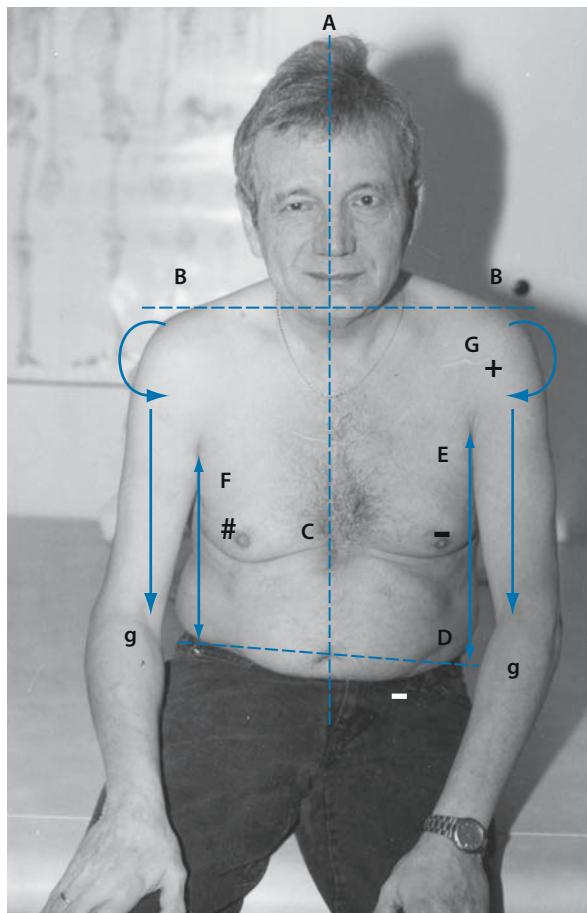


Abb. 11.3. Qualitative, funktionelle Befunderhebung

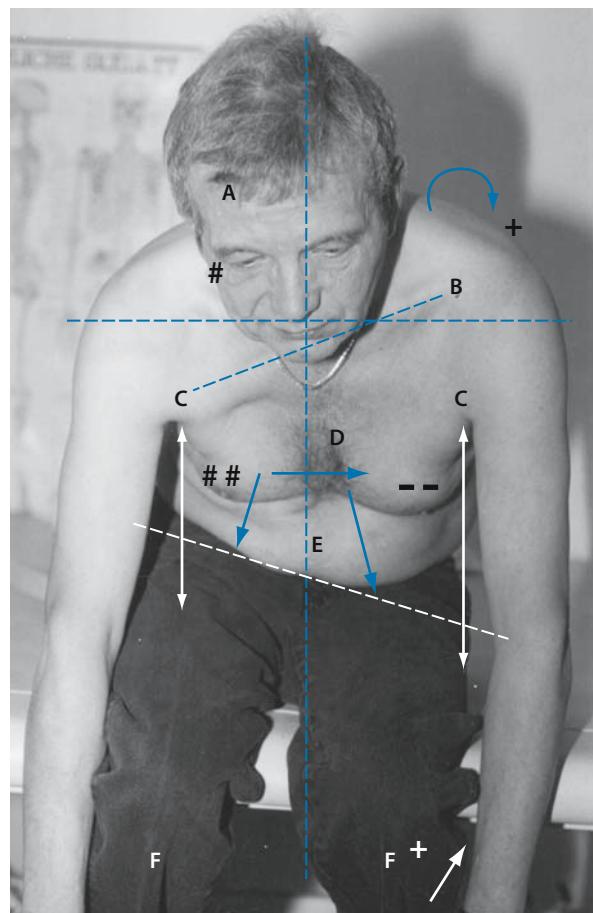


Abb. 11.4. Vorverlagerung des Oberkörpers (ZSP)

selöhle und dem linken Oberschenkel wird deutlich größer als auf der rechten Seite (C). Ebenso ist die Bauchfalte (E), durch den Beckenschiefstand (Lateralflexion rechts) zwischen Oberschenkel und Bauch rechtsseitig deutlich stärker ausgeprägt als linksseitig. Durch die mangelnde Aktivität der linken (vor allem ventralen) Rumpfseite verstärkt sich die kompensatorische Tonuserhöhung der rechten Rumpfseite (C, E). Im Zuge der Vorwärtsbewegung des Oberkörpers zieht der linke Fuß im Sinne einer Gleichgewichtsreaktion deutlich schneller und stärker nach dorsal als der rechte (F).

### Die Überprüfung der Tonusverhältnisse in der oberen Extremität

Die Therapeutin greift die distalen linken Finger und **faziliert den Arm auf verschiedenen Bewegungsebenen** (räumliche Koordination) mit unterschiedlicher **Bewegungsgeschwindigkeit** (zeitliche Koordination). Die Therapeutin spürt bei schnellen Bewegung und bei Bewegungen über 90°, vor allem in Richtung Außenrotation, einen erhöhten Widerstand (Abb. 11.5, A, s. auch ▶ Abschn. 11.5.6 »Placing«). Herr K. kann der Bewegungsvorgabe im kleinen Aktionsradius (Ellenbogen-, Hand- und Fingergelenke) folgen, lediglich bei Umwendbewegungen des Unterarms in Richtung Supination kommt es zu **dezenten Widerständen** (B), die jedoch die alltagsrelevante Funktionalität, laut Aussage von Herrn K., nicht einschränken (s. Ersteindruck). Im großen Aktionsradius (Schultergelenk) sind **endgradige Bewegungseinschränkungen** zu erkennen (C, Seitenvergleich). Beim Loslassen des Armes und der Aufforderung, den Arm in der entsprechenden Position zu halten, kann Herr K. den Anweisungen uneingeschränkt folgen (s. auch ▶ Abschn. 11.5.6 »Holding«).

### Sensibilität

Die Art und Weise wie Herr K. ohne visuelle Kontrolle seine Hemdknöpfe öffnet und schließt oder bestimmte Münzen aus seiner Geldbörse sucht, wie z.B. beim Bezahlen der Rezeptgebühr, weist auf **gute stereognostische Leistungen** hin.

In der rechten oberen Extremität sind keine kompensatorischen Tonusaktivitäten zu erkennen. Die Bewegungen, auch mit hoher Geschwindigkeit, fühlen sich leicht und geschmeidig an.

### Tonusverhältnisse der unteren Extremität

Das linke Knie lässt sich ohne Widerstand nach innen (transversale Adduktion) bewegen (Abb. 11.6, A), das lässt auf einen **mangelnden Abduktorentonus** schließen (a). Bei einer vor allem schnellen Bewegung nach außen (transversale Abduktion, B) spürt die Therapeutin dagegen einen unangemessen hohen Widerstand (Spastik), was auf eine **pathologische Tonuserhöhung der Adduktoren** deutet (b). In der rechten unteren Extremität (c) sind die Bewegungsfolgen eher zögerlich, zäh fließend (C) und nicht so geschmeidig und fließend wie die eines Gesunden, was aus einer kompensatorischen Tonuserhöhung resultiert.

Im Gegensatz zum rechten Fuß bewirkt ein leichter Zug des linken Fußes nach anterior (D'), eine Dorsalbewegung des Oberkörpers (D). Die **Tonuserhöhung der dorsalen Muskelketten**, vor allem der Ischiokruralen und des M. latissimus dorsi, führt zur Verkürzung der Muskulatur und damit zur **Beeinträchtigung ihrer exzentrischen Aktivität**. Die dorsale pathologische Tonuserhöhung führt zur **Hemmung der ventralen Muskulatur** (reziproke Hemmung). Es entsteht eine muskuläre Dyskoordination zwischen den dorsalen (+) und den ventralen (-) Muskelketten, was wiederum normale Bewegungsabläufe beeinträchtigt bzw. verhindert.

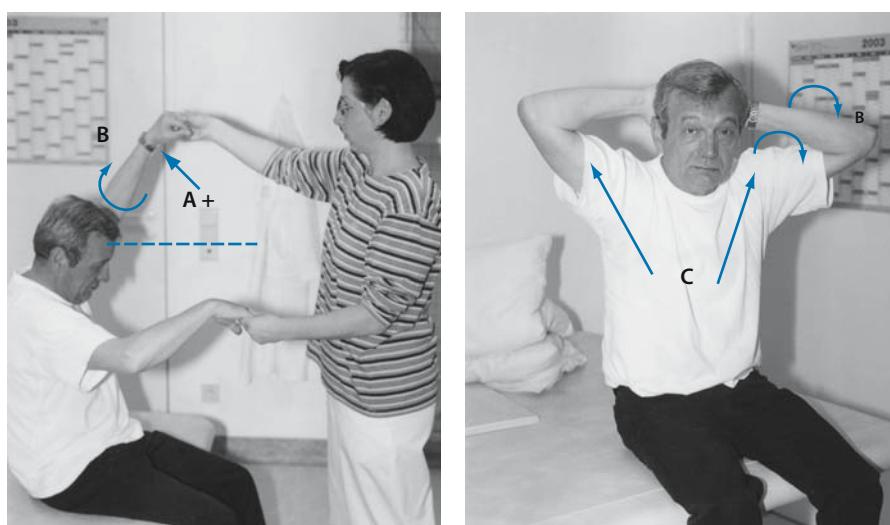


Abb. 11.5. Die Überprüfung der Tonusverhältnisse in der oberen Extremität

### 11.7 · Fallbeispiel Herr K: Patient mit geringen Defiziten



Abb. 11.6a, b. Tonusverhältnisse der unteren Extremität

### Einbeinstand

Eine muskuläre Dyskoordination steigt mit der Bewegungsanforderung und tritt dadurch deutlicher in Erscheinung. Der Einbeinstand bietet, das motorische Potenzial, vorausgesetzt, eine gute Ausgangsstellung zur Befunderhebung.

Auf dem **rechten, weniger betroffenen Standbein** (Abb. 11.7a) stehend, fühlt sich Herr K. sicher und kann die Stellung, seinem Alter und seiner Konstitution entsprechend, mehrere Sekunden halten. Der Kopf richtet sich dabei symmetrisch im Raum aus und die Schultergürtel bleiben horizontal ausgerichtet. In der linken Rumpfseite fehlt jedoch die lateralflexorische Aktivität (A), um das Becken nach kranial zu führen, sowie die Beugeaktivität der Hüftflexoren (M. iliopsoas), um das Bein adäquat vom Boden abzuheben (B). Herr K. verlagert den ZSP (Körpergewicht) kompensatorisch nach rechts, um das linke Bein vom Boden abzuheben (C).

Die Standzeit auf dem **linken, betroffenen Bein** (Abb. 11.7b) fällt dagegen deutlich geringer aus (ca. 1–2 Sekunden). Dabei kann sich die rechte Beckenseite, durch die fehlende Abduktorstabilität linksseitig (D), nicht zur rechtsseitigen Lateralflexion heben (E). Das linke Standbein wird instabil, der Rumpf kollabiert (F), und der ZSP zieht nach links (G). In der rechten oberen Extremität zeigt sich als Zeichen einer kompensatorischen Tonuserhöhung eine assoziierte Bewegung (H, ist nicht mit der assoziierten Reaktion zu verwechseln, die stets pathologisch und nur auf der betroffenen Seite auftritt). Die Kopfstellreaktion bleibt erhalten (I).

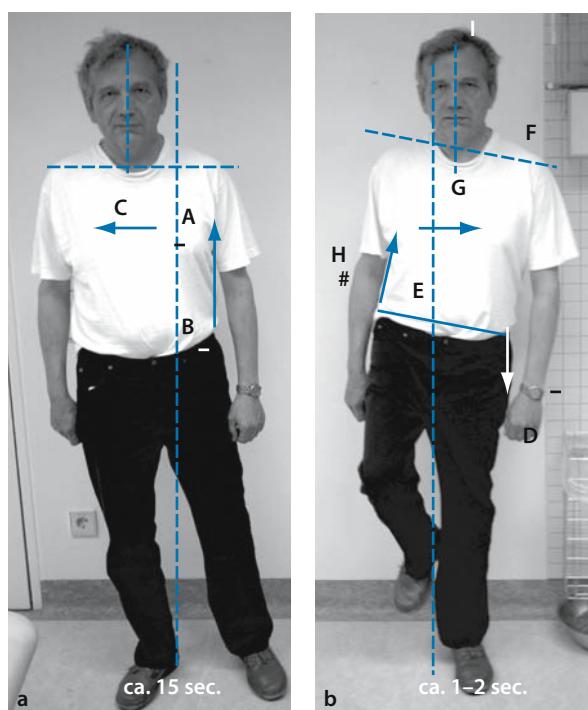


Abb. 11.7a,b. Einbeinstand

## Gang

Bedingt durch die muskuläre Dyskoordination (Abb. 11.8, A), d.h. die mangelnde Aktivität der Hüftflexoren und die kompensatorisch erhöhte Aktivität der Ischiokruralen (mangelnde exzentrische Verlängerung), leitet Herr K. die **linke Schwungbeinphase** nicht reaktiv, sondern über eine kompensatorische Dorsalbewegung des Oberkörpers ein (**B'-B''**, vor allem M. latissimus dorsi). Durch die kompensatorische Aktivität des M. latissimus dorsi (Innenrotator des Schultergelenks) zieht der linke Schultergürtel in die Retraktion (C).

Die physiologische Vorverlagerung des Oberkörpers geht verloren (D, ZSP; ▶ Kap. 5 »Normale Bewegung«), wodurch das Gangbild eher einem Schreiten als einem normalen Gehen gleicht.



Abb. 11.8. Gang

Der **Übergang zur Standbeinphase** geschieht nicht mit dem Fersenkontakt, sondern mit der kompletten Fußsohle (E). Dabei wird das Körpergewicht durch eine erhöhte Aktivität der Zehflexoren (Zehe krallen) über das Standbein geführt. Hieraus resultiert wahrscheinlich eine zentral bedingte Beugekontraktur im linken Großzeh, die wiederum der physiologischen Abrollphase über die funktionelle Fußlängsachse entgegenwirkt. Im Hüftgelenk entsteht eine dezentre Flexions-, Innenrotations- und Adduktionsaktivität, was die **stabilisierende Hüftextension, Abduktion (M. gluteus medius)** verhindert und die Schrittlänge und Schritte- dauer der **rechten Schwungbeinphase** verkürzt. Hierdurch wiederum wird die endgradige Hüftextension, die über einen Dehnreiz des M. iliopas die Schwungbeinphase reaktiv einleitet, verhindert, und das linke Schwungbein muss wieder (s. oben) über eine kompensatorische Dorsalbewegung des Oberkörpers nach vorn gebracht werden.

## Zielhierarchie

Die Ziele, eingeteilt in lang-, mittel- und kurzfristige Zielsetzungen sind in □ Übersicht 11.1 zusammengestellt.

## Hypothesen zur Therapieplanung

### Beachte

Die Hypothesen über die Gründe der abweichenden Bewegungskomponenten führen zu den (kurzfristigen) Behandlungszielen und damit zur Auswahl der entsprechenden Maßnahmen.

Herr K. weist mit Ausnahme seiner verminderten emotionalen Schwingungsfähigkeit keine Beeinträchtigungen seiner kognitiven Funktionen auf (▶ Kap. 6 »Neuropsychologie, kognitive und exekutive Funktionen«).

### Übersicht 11.1: Hierarchie der Therapieziele

#### Langfristiges Ziel:

- Aufgaben innerhalb des häuslichen Umfeldes (Treppe) eigenständig und ohne Hilfsmittel bewältigen und um am öffentlichen Leben teilhaben.

#### Mittelfristige Ziele:

- Physiologischeres Gangbild benutzen.
- Geh- und Standsicherheit an der Treppe erreichen.

#### Kurzfristige Ziele:

- Tonus der Rumpfmuskulatur normalisieren.
- Tonus der Hüftgelenksmuskulatur normalisieren.
- Beugekontraktur im Großzeh beheben.
- Stabilere Standbeinphase erreichen.
- Mobilere Schwungbeinphase ausführen.

### 11.7 · Fallbeispiel Herr K: Patient mit geringen Defiziten

Die selektiven Fingerbewegungen der linken Hand sowie der funktionelle Einsatz des linken Armes lassen darauf schließen, dass die kortikale Schädigung ein eher geringeres Ausmaß einnimmt. Die **Prognose** zur Rückgewinnung normaler Bewegungsmuster ist daher eher positiv einzuschätzen. Zudem können die symmetrische Ausrichtung des Kopfes sowie die horizontale Ausrichtung der Schultergürtel als Zeichen intakter Gleichgewichtsreaktionen (Kopf- und Rumpstellreaktionen) gedeutet werden. Die dazu notwendige sensorische Informationsverarbeitung, vor allem visuelle, propriozeptive und vestibuläre Informationen zur Regulation der Gleichgewichtsreaktionen (► Kap. 2 »Sensorische Systeme, vestibuläres System«), ist weitgehend gegeben. Lediglich die motorische Umsetzung bereitet Probleme durch die muskuläre Dyskoordination der linken Körperseite. Dabei stehen im Vordergrund:

- mangelnde Tonusaktivität im linken Rumpf, Becken (ventrale, seitliche Rumpfmuskulatur) und Bein (Abduktoren),
- pathologische Tonuserhöhung der dorsalen Muskelketten (Ischiokruralen, M. latissimus dorsi) und
- die gesteigerte Adduktorenaktivität der Hüfte.

Die durch die kompensatorische Bewegungsstrategien entstandene **Beugekontraktur des Großzehs** wirkt zudem einem physiologischen Gangbild entgegen.

Um seinen Körper trotz der linksseitigen muskulären Dyskoordination im Raum aufrecht zu erhalten und zu bewegen, nutzt Herr K. **kompensatorische Strategien**. Dabei erhöht er kompensatorisch den Tonus der rechten, weniger betroffenen Körperseite. Zudem führt die Instabilität (Abduktorenschwäche) des linken Standbeines zu einer verkürzten Schrittänge und Schrittdauer während der rechten Schwungphase. Die mangelnde Aktivität der Hüftbeuger (M. iliopsoas) zur Einleitung der linksseitigen Schwungbeinphase wird durch eine Dorsalbewegung des Oberkörpers, die mit einer Retraktion des linken Schultergürtels verbunden ist, kompensiert.

#### Vorgehensweise (Funktion oder Kompensation) und Auswahl der Maßnahmen

Prinzipiell liegt die **Zielsetzung** in der Rückgewinnung der normalen Bewegung des Patienten, d.h. in der Funktionalität. Teilweise muss man jedoch dieses Ideal aufgeben, um dem Patienten durch kompensatorische Bewegungsstrategien oder Hilfsmittel eine gewisse Selbstständigkeit zu ermöglichen.

**Kompensatorische Lösungsstrategien** lägen z.B. darin, dass die Lebensmittel nicht mehr im Keller, sondern im Erdgeschoss gelagert werden (Vermeidung der Treppe), oder in der Bewältigung einer möglichst weiten Wegstrecke mit den bisherigen Kompensationsstrategien. Im Zuge dessen würde sich das funktionelle Ziel der normalen (physiologischen) Bewegung jedoch zunehmend entfernen.

Als positiv sind die kognitiven Wahrnehmungsleistungen und die Selektivität der linken oberen Extremität zu bewerten; deshalb kann, wie schon angesprochen, von einem eher positiven Reha-Verlauf ausgegangen werden. Dem steht jedoch entgegen, dass der Apoplex bei Herrn K. bereits längere Zeit zurückliegt (2 1/2 Jahre) und seine kompensatorischen Bewegungsstrategien zum größten Teil automatisiert ausgeführt werden.

Aufgrund der schon oben genannten guten Funktionen, den ersten Behandlungseinheiten, die ein Rehapotenzial erkennen lassen und der hohen Motivation von Herrn K. entscheidet sich die Therapeutin für die **funktionelle Zielsetzung**: Rückgewinnung normaler Bewegungsfunktionen, um die kompensatorischen Bewegungsstrategien zu reduzieren. Im Vordergrund steht dabei die muskuläre Dyskoordination der linken Körperseite.

#### Maßnahmen (Therapiebeispiele)

Wie aus der Befunderhebung hervorgeht, besteht eine muskuläre Dyskoordination (gestörte reziproke Innervation) in der linken Rumpfseite, die die Rumpfsymmetrie und Rumpfstabilität beeinträchtigt (► Abb. 11.4) und eine kompensatorische Tonuserhöhung der rechten Rumpfseite verursacht. Das **kurzfristige Ziel** liegt in der Funktionsverbesserung (Tonusaufbau) der vor allem linksseitigen, ventralen Rumpfmuskulatur, um die Tonuserhöhung der dorsalen Muskulatur zu hemmen (Hemmung durch Bahnung), die Rumpfstabilität zu verbessern und damit die kompensatorische Tonuserhöhung der rechten weniger betroffenen Rumpfseite zu reduzieren.

#### Beachte

Die Therapeutin erarbeitet zu Beginn **funktionell** und **selektiv** das motorische Potenzial, um die Voraussetzungen für die handlungsorientierte Therapie und damit den Transfer in die Alltagssituationen zu schaffen.

#### Rumpfaktivitäten, aufrechte Sitzposition

Die Therapeutin überprüft, ob es sich bei der stark kyphotischen Sitzhaltung von Herrn K. (► Abb. 11.9, A) um einen degenerativen Abbauprozess der WS handelt oder ob die muskuläre Dyskoordination ursächlich für die Sitzhaltung verantwortlich ist. Die Therapeutin richtet ihren rechten Oberschenkel parallel zur Wirbelsäule aus (B) und fährt mit ihrem Becken, mit der linken Hand im dorsalen Lumbalbereich und mit der rechten Hand etwa in Höhe des Sternums (D) den ZSP nach ventral, kranial über das Becken (vor Schultergelenk und Kopf) zur Rumpfaufrichtung (C).

#### Bauchmuskulatur: Hüftbeuger links

Um die **Aktivität der linksseitigen ventralen Muskelketten** (Bauch, Hüfte) zu verbessern, geht die Therapeutin in den

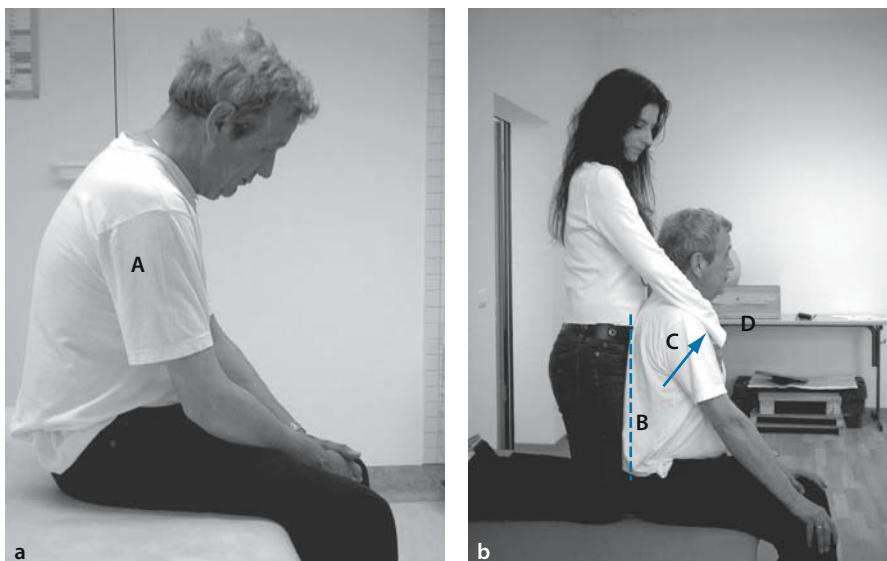


Abb. 11.9a, b. Rumpfaktivitäten, aufrechte Sitzposition



Abb. 11.10a, b. Bauchmuskulatur: Hüftbeuger links

Fersensitz und fazilitiert den Rumpf nach dorsal rechts (Abb. 11.10, A). Bei der Rückwärtsbewegung muss Herr K. seine Bauchmuskeln konzentrisch für die Rumpfflexion verkürzen, und die Hüftbeuger (Beine: Punctum fixum, Rumpf: Punctum mobile) verlängern sich exzentrisch (bewegungskontrollierend). Bei der Aufwärtsbewegung des Rumpfes verkürzen sich die Hüftbeuger konzentrisch. Der ZSP liegt dabei hinter Schultergürtel und Kopf (Rumpfflexion). Bewegt sich der Oberkörper in Richtung körpereigene Unterstützungsfläche (über das Becken) fa-

zilitiert die Therapeutin die Rumpfaufrichtung (Rumpfextension, s. oben), bis der ZSP vor Kopf, SG und Becken liegt (► Kap. 5 »Normale Bewegung, vom Sitz zum Stand«). Die Therapeutin wiederholt den Bewegungsablauf mehrmals und variiert dabei mit ihrer Unterstützung bzw. mit der Bewegungsgeschwindigkeit und/oder mit dem Bewegungsausmaß, sodass sie die größtmögliche physiologische Eigenaktivität von Herrn K. erhält. Als **Zeichen einer Überforderung** können das Abdrücken mit dem Schultergelenk oder dem Kopf (Abb. 11.10, B,C) oder das übermäßige Anheben bzw. die Extension des linken Beines (gesteigerte Aktivität des M. rectus femoris, s. unten) gewertet werden.

Um die **selektive Funktion der Hüftbeuger** zu verbessern, bleibt die Therapeutin im Fersensitz und wechselt zum Punctum fixum Rumpf und Punctum mobile Bein. In dieser Position sind die Fasern des M. iliopsoas endgradig gedehnt, und der Muskel erhält ein höheres Potenzial, eine Kontraktion auszuführen (Stretch bestimmt die Bewegung). Um eine unphysiologische Massenbewegung der unteren Extremität in das Flexionsmuster (Hüfte: Flexion, Abduktion, Außenrotation) zu vermeiden, bittet die Therapeutin Herrn K., sein linkes Knie zu seiner rechten Hand zu führen (E). Die Hüftbeuger müssen sich beim Heben des Beines (F) agonistisch konzentrisch verkürzen und die ischiokrurale Muskulatur antagonistisch exzentrisch verlängern. Beim langsamen Zurückführen des Beines verlängern sich die Hüftbeuger agonistisch exzentrisch (G). Der M. rectus femoris ist synergistisch an der Hüftflexion beteiligt, seine Hauptfunktion liegt jedoch in der Knieextension. Sein **komplementärer Einsatz** zum Heben des Beines (Hüftflexion) wird daher stets von einer **Knieextension** be-

### 11.7 · Fallbeispiel Herr K: Patient mit geringen Defiziten

gleitet und ist als assoziierte Reaktion (**Überforderung**) zu bewerten und zu vermeiden.

#### Hüftgelenk: Außenrotation, Abduktion

Die Therapeutin beginnt in der Rückenlage mit der **selektiven Abduktion im Hüftgelenk**. Der M. gluteus medius gilt als einer der wichtigsten Abduktoren. Er kann seine stabilisierende Wirkung jedoch nur bei nahezu endgradiger Hüftextension entfalten. Die kompensatorische Abduktionsaktivität des M. tensor fasciae latae ist dagegen mit einer Flexion, Innenrotation des Hüftgelenkes verbunden, was wiederum der Hüftextension entgegenwirkt. Herr K. soll seine linke Beckenseite leicht anheben und in einer Rotationsbewegung gegen die rechte drehen (Abb. 11.11 A). Mit der rechten Hand initiiert die Therapeutin die Beckenbewegung (B). Mit der linken Achsel fazilitiert sie das Anheben des Beckens (D, durch einen Zug des Knies nach kaudal) und spürt gleichzeitig, ob eine kompensatorische Adduktorenaktivität entsteht oder das Bein physiologisch stabilisiert werden kann. Die linke Hand der Therapeutin kann die rechte Beckenseite stabilisieren oder im Gabelgriff ventral etwas oberhalb der Malleolen (Knöchel) einen stabilisierenden Druck auf den Referenzpunkt Ferse ausüben (C). Bei einer motorischen Überforderung reagiert Herr K. (wie jeder andere Patient auch) mit den Möglichkeiten, die er hat, d.h., er setzt kompensatorische Bewegungsstrategien ein, was wiederum der physiologischen Bewegungsausführung entgegenwirkt. Zudem steigt die Auftretenswahrscheinlichkeit pathologischer Tonuserhöhungen (assozierte Reaktionen, Spastik). Eine kompensatorische Aktivität würde sich durch einen verstärkten Zug in Richtung Adduktion oder durch eine Kranialverschiebung der linken Beckenseite zeigen (E, M. latissimus dorsi, Rumpf verkürzt sich). Die Therapeutin wählt daher zu Beginn ein **eher nied-**

**rigeres Bewegungsniveau** und steigert es mit der Zunahme des physiologischen Bewegungspotenzials (F). Als **Steigerung** reduziert die Therapeutin ihre Unterstützung (F, H) und/oder bittet Herrn K., bei angehobener linker Beckenseite das linke Knie langsam nach außen (Außenrotation, Abduktion) und wieder zur Mitte (Innenrotation, Adduktion) zu führen. Gelingt dies, kann Herr K. sein rechtes ausgestrecktes Bein leicht anheben und den Fuß nach außen und innen bewegen (I, **Stützaktivität links**). Dabei steigt die Anforderung an die Stabilität der linken Beckenseite mit der Abduktionsbewegung des rechten Beines. Als weitere Steigerung soll Herr K. während der Beinbewegung nach rechts mit seiner Ferse in Intervallen leicht auftippen (Tonisierung links).

#### Behandlung der Beugekontraktur im Großzeh

Aus dem unphysiologischen Gangbild (s. Befunderhebung), bei dem Herr K. seinen Körperschwerpunkt u.a. durch eine kompensatorische Aktivität der Zehflexoren nach vorn führte, bildete sich im Laufe seiner Rehabilitation eine **Beugekontraktur des Großzehs** (war prämorbid nicht vorhanden) (Abb. 11.12a).

Es macht wenig Sinn, eine **zentral bedingte Kontraktur** rein passiv zu mobilisieren, da sie nur das peripherie Symptom darstellt. Der Therapeut beginnt mit einer **passiv-assistiven Mobilisation am Sprunggelenk** (exzentrische Verlängerung der Wadenmuskulatur und Achillessehne) (Abb. 11.12b). Er stellt den linken Fuß in einer Pronationsstellung auf seinen Oberschenkel (wirkt der Supination, dem Spitzfuß entgegen) und hebt mit seiner rechten Hand den Unterschenkel an, lässt ihn los und bittet Herrn K.: »Lassen Sie Ihr Bein nach unten sinken.« Mit seiner linken Hand unterstützt er im Gabelgriff die Abwärtsbewegung der Ferse. Die Bewegung wird mehrmals wie-



Abb. 11.11a–c. Hüftgelenk:  
Außenrotation, Abduktion





Abb. 11.12a-d. Behandlung der Beugekontraktur im Großzeh

derholt, bis Herr K. in der Lage ist, sein Bein relativ harmonisch (s. Seitenvergleich) absinken zu lassen. Eine zu schnelle Bewegungsgeschwindigkeit, eine zu starke Vorfußbelastung und/oder eine zu geringe Unterstutzung können dabei leicht einen Klonus auslösen (pathologische Tonuserhöhung der Extensoren). Uber die Bewegungsgeschwindigkeit und das Bewegungsausmaß kann das physiologische Potenzial erkannt und ausgebaut werden, wobei der Gabelgriff des Therapeuten die physiologische Bewegungsausführung unterstützt.

Nach dem Sprunggelenk folgt die **Mobilisation des Fußgewölbes** (Abb. 11.12c). Dabei greift der Therapeut beiderseits am Fuß und dehnt langsam, von proximal nach distal, das Fußgewölbe (Mittelfumuskeln) auf.

Um das eigentliche Problem, die Beugekontraktur des Großzehs, zu beheben, bewegt der Therapeut den Fuß, auf seinem Oberschenkel stehend, etwas nach vorn (Knieextension), um eine **Plantarflexion im Sprunggelenk** zu erreichen und dadurch die Spannung der Beugesehnen auf ein Minimum zu reduzieren (Abb. 11.12d). Danach greift der Therapeut proximal und distal am Zehgrund- bzw. Zehmittelpunkt und dehnt es maximal auf und führt den Fuß wieder

zurück (Knieflexion, Dorsalextension). Da eine Überdehnung zu Schmerzen fhrt, bekommt Herr K. einen Zahlenkode, d.h. bei 1 kein Schmerz und bei 6 maximaler Schmerz. Die Position 3–4 angenehmer Dehnschmerz ist für die Mobilisation ausreichend. In der **Dehnposition** (3) hält der Therapeut fest und bittet Herrn K., mit seiner Ferse gegen den Unterschenkel zu drücken. Dabei aktiviert Herr K. seine Zehstrecken, die wiederum der Beugekontraktur entgegenwirken. Durch den Fersendruck bestimmt Herr K. ber das Ausmaß seines Dehnschmerzes selbst. Ein warmes Fußbad zu Beginn der Mobilisation macht die kollagenen Fasern dehnfhiger. Der Therapeut hält ca. 15 Sekunden die maximale Dehnposition (3–4), pausiert kurz und dehnt erneut. Trotz der schon pathologisch verknchernden Strukturen wurden durch die Mobilisationstechnik sichtbare Fortschritte erzielt. Die Abrollphase verläuft wesentlich physiologischer, und Herr K. spürt beim Gehen am Großzeh keinen Druckschmerz mehr gegen die Schuhrcken (eigene Aussage). Bewegungsablaufe, die die Zeh- bzw. Fußheber aktivieren, wirken sich positiv auf die Kontrakturbehandlung aus, z.B. das Schuhebinden (Dehnen der dorsalen Muskelketten), oder Gleichgewichtsreaktionen, wie z.B. das

### 11.7 · Fallbeispiel Herr K: Patient mit geringen Defiziten

Wegdrücken des Rollhockers zur Verbesserung der Standbeinphase (s. unten).

#### Exzentrische Aktivität der dorsalen Muskelketten

Die **Ischiokruralen** sind zweigelenkige Muskeln, die an ihrem proximalen Ende die Hüftextension unterstützen (Aufrichtung des Beckens, Symphyse hebt sich) und an ihrem distalen Ende die Knieflexion ausführen.

Ihre extensorische Hüftaktivität reicht zwar zum Gehen auf ebenem Gelände aus, höhere Anforderungen, wie z.B. das Aufstehen aus der Hocke oder das Treppensteigen, bedingen jedoch das Zutun des M. gluteus maximus. Trotz ihrer beträchtlichen Länge bestehen die Ischiokruralen aus kurzen, federförmig angeordneten Muskelfasern. Dadurch können sie sich bei einer Kontraktion nur begrenzt verkürzen, z.B. ist bei einer endgradigen Hüftextension die maximale Knieflexion nicht mehr möglich. Entsprechend schnell können sich, bedingt durch die permanente (kompenatorische) Tonuserhöhung, Kontrakturen (Verkürzungen) bilden, wodurch sich wiederum die exzentrische Aktivität (Verlängerung) verschlechtert, wie es sich bei Herrn K. zeigt (Abb. 11.4). Physiologisch kontrollieren die Ischiokruralen durch ihre exzentrische Verlängerung die Vorverlagerung des Oberkörpers (Abb. 11.13, B). Bei einer man gelnden exzentrischen Verlängerung (muskuläre Dyskoordination) kommt es dabei häufig, bedingt durch die Vorverlagerung des Oberkörpers (Becken), im Sitz zu einem Zurückziehen des betroffenen (linken) Fußes (das distale Ende folgt dem proximalen Zug) und/oder beim Gehen zu einem

Durchschlagen (Hyperextension) des Knies während der Standbeinphase bzw. zu einer eingeschränkten Schwungbeinphase (Bein kann nicht vorschwingen).

Die Hauptaufgabe des **M. latissimus** besteht in der Innenrotation, Adduktion und Retroversion des Schultergelenkes. Seine kompensatorischen Rumpfaktivitäten sind daher stets an eine Innenrotation und Adduktion des Schultergelenks gekoppelt. Dies bewirkt wiederum einen Zug des Schultergürtels nach ventral und medial, der der physiologischen Außenrotation des Schultergelenkes und der Rumpfaufrichtung bei der Vorverlagerung des Oberkörpers entgegenwirkt (► Kap. 5 »Normale Bewegung, vom Sitz zum Stand«) und damit die physiologische Aufrichtung verhindert.

Um die **exzentrische Aktivität der dorsalen Muskulatur zu verbessern** (Muskulatur zu mobilisieren), bittet die Therapeutin Herrn K. seine Hände (evtl. gefaltet) abwechselnd am linken und rechten Knie entlang zu den Fußspitzen zu führen (Abb. 11.13, A). Die Füße müssen dabei Bodenkontakt besitzen, jedoch kann die Therapeutin durch die Höhe der Therapiebank (D) etwas im Bewegungsausmaß variieren. Um die Sequenz in eine **Alltagsfunktion** einzubauen, bittet sie (und erklärt warum) Herrn K., seine Schuhe, statt wie bisher mit überschlagenem Knie, auf dem Boden zu schnüren (E). Sie nutzt dabei das bestehende Potenzial der selektiven Fingerbewegungen, um über eine alltagsrelevante Tätigkeit die exzentrische Aktivität zu verbessern (Einsatz der ADLs, um die Symptomatik zu verbessern).

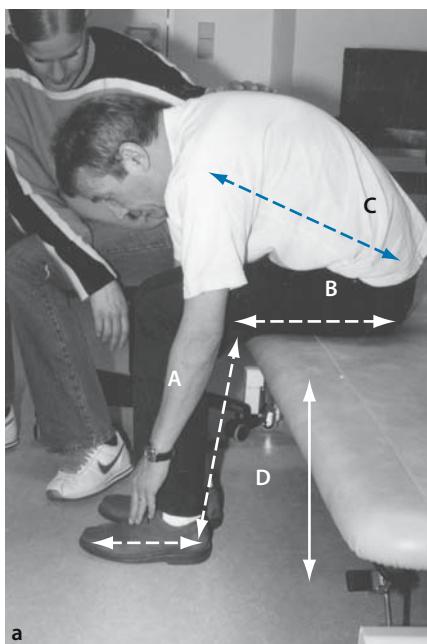


Abb. 11.13a, b. Exzentrische Aktivität der dorsalen Muskelketten

## Verbesserung der Standbeinphase

Um die Standbeinphase zu stabilisieren, muss die physiologische Aktivität der Hüftstrecker (Ischiokrurale, M. gluteus maximus) und der Hüftabduktoren (M. gluteus medius) verbessert werden. Dadurch wird die kompensatorische Aktivität vor allem der Hüftadduktoren reduziert, und Herr K. wird in seinem Gangbild sicherer.

**Gewichtsübernahme im Stand (statische Stabilität).** Die Therapeutin umgreift mit ihren Händen den Schlüsselpunkt Becken und verlagert langsam das Körpergewicht auf das linke Bein. Sie dosiert langsam die Gewichtsübernahme des linken Beines, indem sie Herrn K. bittet, mit seinem rechten Bein auf die Zehspitzen zu gehen, eine imaginäre Zigarette auszudrücken und schließlich einen Ausfallschritt nach rechts und wieder zurück bzw. nach vorn und wieder zurück zu tätigen. Als Steigerung soll Herr K. sein rechtes Bein auf den vorderen Fuß des Rollhockers stellen (Abb. 11.14, A'). Die Therapeutin überprüft anhand der Schlüsselpunkte Schultergelenk (SG; horizontale Ausrichtung) und ZSP (B, C) die adäquate Bewegungsausführung. Als Zeichen einer Überforderung wären u.a. der Verlust der Rumpfstellreaktion (Ausrichtung der SG), starke assoziierte Reaktionen im linken Arm bzw. starke assoziierte Bewegungen im rechten Arm festzustellen (s. unten, wobei ein dezentes Auftreten der beiden letztgenannten Auffälligkeiten z.T. noch tolerabel ist). Beim Abheben des rechten Beines müssen die Extensoren und Ab-

duktoren des linken Beines stabilisierend aktiv werden. Je höher das rechte Bein positioniert wird (A'-A''), umso größer wird die Aktivität der Hüftextensoren (s. oben Ischiokrurale) und -abduktoren und entsprechend geringer die Kompen-sation der Adduktoren (Hemmung durch Bahnung). Unterstützt wird die Abduktorenaktivität durch die Anweisung: »Kneifen Sie fest Ihre Pobacken zusammen.« Ungeachtet der therapeutischen Relevanz dieser Position sollte man jedoch bedenken, dass die Standbeinphase normalerweise keine 5 Minuten dauert (Pausen eingelegen!).

Die Therapeutin bittet nun Herrn K., mit seinem rechten Bein den Rollhocker langsam nach vorn zu schieben und wieder zurückzuziehen (Abb. 11.14, D). Das Becken (Rumpf) und vor allem das linke Standbein sollen die Bewegungsausführung stabilisieren und sich nicht sonderlich bewegen. Sie unterstützt dabei die Bewegungsanforderungen mit ihren Beinen (E) so, dass Herr K. die Bewegung mit seiner größtmöglichen Eigenaktivität physiologisch ausführt. Ihr Bewegungsschwerpunkt liegt dabei vor allem beim Wegschieben des Rollhockers, wodurch linksseitig die Fußheber aktiviert werden (wirkt der Beugekontraktur im Zeh entgegen), während sie das zurückziehen stärker unterstützt (E), um ein Krallen der Zehe (s. Gang, Beugekontraktur) zu verhindern.

Einerseits verhindert die Mobilität des rechten Beins die kompensatorische Aktivität (s. Befunderhebung), andererseits muss das linke Standbein (automatisiert) die

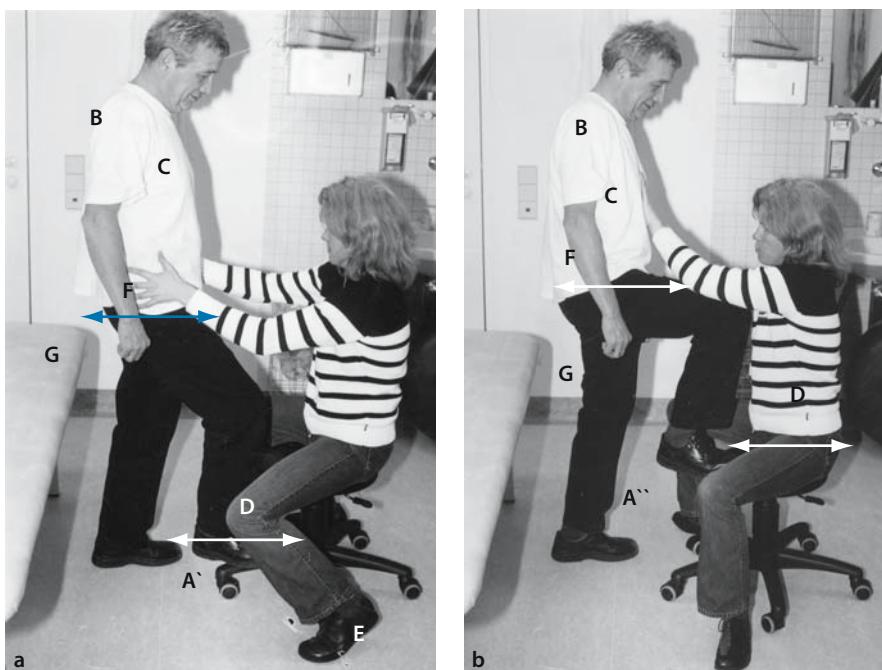


Abb. 11.14a, b. Verbesserung der Standbeinphase

### 11.7 · Fallbeispiel Herr K: Patient mit geringen Defiziten

rechtsseitige Bewegungsausführung extensorisch, abduktisch stabilisieren.

#### Gewichtsübernahme beim Gehen (dynamische Stabilität, Abrollphase).

Die Therapeutin bittet Herrn K., sein rechtes Knie nach vorn in Richtung Stuhl bzw. Sternum zu bewegen und wieder zurück (Abb. 11.14, F). Dabei gleitet das Becken symmetrisch über das linke Standbein (Abrollphase), und es entsteht eine Hüftextension. Die Therapeutin achtet auf die Position des Rumpfes (SG, ZSP), die Symmetrie des Beckens, die Stabilität des Beines sowie auf das Abrollen über die funktionelle Fußlängsachse (zwischen Ferse und den Grundgelenken des ersten und zweiten Zehs). Dabei beginnt sie mit einem eher kleinen Bewegungsausmaß und steigert es entsprechend der physiologischen Ausführung, bis sich schließlich bei der Vorwärtsbewegung die Ferse vom Boden abhebt bzw. bei der Rückwärtsbewegung die Zehen (Aktivierung der Fußheber, wirkt der Beugekontraktur im Großzeh entgegen) den Bodenkontakt verlieren.

Als Steigerung beübt die Therapeutin die **Gleichgewichtsreaktionen** (F). Dabei bewegt sie relativ schnell das Becken nach vorn, worauf Herr K. mit einer physiologischen Dorsalbewegung des Oberkörpers und einer Ferseablösung (Zehstand) reagiert. Bei der schnellen Dorsalbewegung des Beckens zeigen sich jedoch deutliche Auffälligkeiten. Herr K. reagiert nicht mit einer physiologischen Gleichgewichtsreaktion, d.h. mit einer Vorverlagerung des Oberkörpers (s. auch Gangbild) und Zehenablösung (Dorsalextension, physiologisch Flexion), sondern mit einer kompensatorischen Dorsalbewegung des kompletten Körpers (Streckmuster) sowie der Plantarflexion (physiologische Extension) des Fußes. Herr K. wird dabei unsicher, verliert das Gleichgewicht und kommt auf der hinter ihm stehenden Therapiebank zum Sitz. Die Therapeutin verringert sowohl das Bewegungsausmaß (räumliche Koordination) als auch die Bewegungsgeschwindigkeit (zeitliche Koordination), um Herrn K. langsam an die physiologische Bewegungsausführung heranzuführen, und steigert die Anforderungen im Zuge einer adäquaten Ausführung.

#### Eine Überforderung zeigt sich u.a. durch:

- Verlust der Rumpfstabilität (SG – horizontale Ausrichtung geht verloren),
- Retraktion der linken Beckenseite (Hüftflexion),
- durchschlagendes Knie (Hyperextension, meist verbunden mit der Vorverlagerung des ZSP),
- assoziierte Reaktionen in der unteren Extremität, durch einen pathologischen Extensoronus, Zehenkrallen [vor allem bei Vorfußbelastung und Dorsalverlagerung des ZSP (Extensionsmuster)],
- assoziierte Reaktion in der linken oberen Extremität durch ein Flexionsmuster,
- assoziierte Bewegungen (Kompensation) in der rechten oberen Extremität.

Aus Sicherheitsgründen muss hinter dem Patienten eine Therapiebank positioniert und nach Möglichkeit ein zweiter Therapeut als Sicherheitsperson hinzugezogen werden (Abb. 11.13, G).

#### Beispiel einer handlungsorientierten Therapieeinheit Motorische Anteile einer Bewegung

Die Therapeutin integriert das (z.T. sehr isoliert) funktional gewonnene Bewegungspotenzial in einen **Handlungsablauf**. Dabei fließen die einzelnen Bewegungsanteile entsprechend ihrer neuromuskulären Bestimmung (bewusst, bewusst-automatisiert und automatisiert, Kap. 3 »Motorische Systeme«) in einen »normalen Bewegungsablauf« mit ein. Die Therapeutin wählt ein räumlich konstruktives Spiel (Solitär, vor allem bei rechtshirnig geschädigten Patienten bestehen häufig Schwierigkeiten in der räumlich konstruktiven Verarbeitung, Kap. 6 »Neuropsychologie«). Der Kopf von Herrn K. richtet sich zum Bewegungsziel aus und greift (**Greifmotorik**) sehr **bewusst** mit seiner rechten Hand die Spielsteine. Dabei wird die Hand durch die Armbewegung (**Zielmotorik**) zuerst relativ schnell (**automatisiert**) und mit Zielannäherung langsamer (**bewusst**) zum Spielbrett geführt (**bewusst-automatisiert**). Bereits vor Beginn der Armbewegung tonisiert sich der Rumpf (**automatisiert/automatisch**), um dem Arm die entsprechende Stabilität für die Bewegungsausführung zu bieten und gleichzeitig die Aufrechterhaltung des Körpers im Raum zu gewährleisten (**Haltungskontrolle/Balance**).

Wie in Abb. 11.15 deutlich wird, bildet der **Schlüsselpunkt** »**Kopf**« dabei eine Sonderrolle (A). Er ist sowohl bei der bewussten Zielerfassung und Kontrolle der Bewegungsausführung beteiligt als auch an der automatisierten Aufrechterhaltung der Körperhaltung und des Gleichgewichts im Raum (Kopfstellreaktion). Der Kopf bildet die wichtigste Schlüsselregion: »Bekommen wir den Kopf nicht, bekommen wir die physiologische Bewegung nicht« (s. auch Kap. 4 »3. SMRK«).

Die **Dynamik der rechten Hand** für die Ausführung des Solitärspiels muss durch die linke Körperseite stabilisiert werden. Dabei aktiviert Herr K. (oder besser sein ZNS) vor allem die Muskelgruppen, die in der Befunderhebung einen mangelnden Tonus zeigten (Abb. 11.15, B).

Durch den Armstütz kommt es zur **Rumpfrotation** (reziproke Innervation zwischen der dorsalen und ventralen Rumpfmuskulatur) und zur **Protraktion des linken Schultergürtels** (C). Dabei werden die Extensoren des Armes (M. triceps brachii) und alle Muskelgruppen, die für die physiologische Fixation des Schulterblattes auf dem Thorax verantwortlich sind, aktiviert.

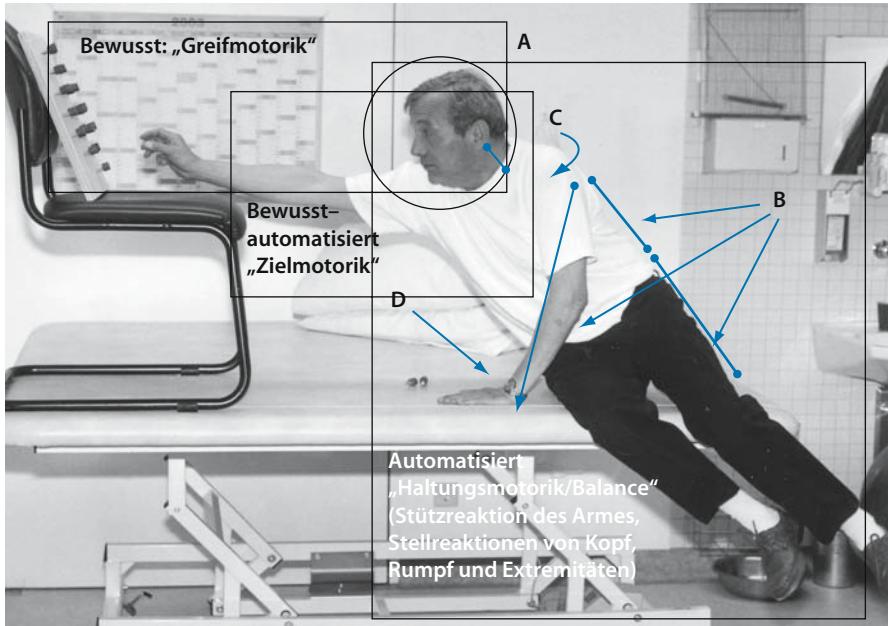


Abb. 11.15. Motorische Anteile einer Bewegung

### Beachte

Ohne die physiologische Fixation der Skapula auf dem Thorax sind Armbewegungen im freien Raum nicht möglich  
(► Kap. 8.1.2 »Schulter, Anteversion, Abduktion 1. Bewegungsphase«).

Beim Armstütz ist jedoch zu beachten, dass sich das Schultergelenk in seiner physiologischen Stellung befindet und das Handgelenk durch die Dorsalextension (Abb. 11.15, D) nicht überstrapaziert wird. Vor allem bei schon bestehenden Bewegungseinschränkungen (Ödem, Kontraktur) kann durch eine zu starke Gewichtsverlagerung des Oberkörpers über das Handgelenk eine Hyperextension entstehen, die Mikrotraumen verursacht bzw. bestehende verstärkt. Eine Verringerung der Dorsalextension kann durch die Positionierung des Handballens an der Bankkante oder indem man die Stützhand weiter vom Körper weg positioniert, geschehen (wobei sich bei Letzterem auch die Gewichtsübernahme verringert).

### Therapiebeispiel

Alternativ zum Armstütz setzt Herr K. seinen linken Arm automatisiert, im Sinne einer **Extremitätenstellreaktion** ein (Abb. 11.16a, A). Während in der vorherigen Stützfunktion (s. oben, Abb. 11.15) die Muskelgruppen in einer eher geschlossenen, **kinematischen Kette stabilisierend** aktiviert wurden, kommt in der **Stellreaktion des Armes** eher die **offene kinematische Kette** zum Tragen (Übergang von der **Stabilität zur Mobilität**). Dabei muss für das ZNS die Not-

wendigkeit zur Ausführung einer Rumpf- bzw. Extremitätenstellreaktion entstehen. Würde das Bewegungsziel näher angeboten, würde das ZNS weniger neuromuskuläre Aktivität einsetzen, und entsprechend geringer wäre der therapeutische Nutzen. Die Therapeutin muss daher die Zielvorgabe genau abwägen, um einerseits den größtmöglichen physiologischen Bewegungsgewinn zu erzielen und andererseits eine Überforderung und die damit verbundenen kompensatorischen Bewegungsstrategien und/oder pathologische Tonuserhöhungen zu verhindern.

Herr K. wechselt die Spielsteine von der rechten in die linke Hand (**Hand-Hand-Koordination**) und wirft sie in eine vor ihm platzierte Schüssel (Abb. 11.16b, **Zielmotorik, selektive Fingerbewegungen** beim Loslassen der Spielsteine). Dabei nutzt er sein in der Frontalebene gewonnenes Potential der Rumpf- und Schultergürtelmuskulatur, um mit seinem Arm bzw. seiner Hand in der Sagittalebene die Spielsteine relativ genau zu werfen.

Die zu Boden gefallenen Steine werden mit der linken Hand aufgehoben (**Dehnung der dorsalen Muskulatur, selektive Fingerbewegung**). Je weiter die Spielsteine von der linken Körperseite entfernt sind (Abb. 11.16c, Pfeil), umso größer wird die Gewichtsübernahme des linken Standbeins.

Um die Spielsteine unter der Therapiebank hervorzuholen, setzt Herr K. sein rechtes, weniger betroffenes Bein (Spielbein) ein (Abb. 11.16d). Hierbei muss das **linke Standbein (automatisiert)** die **Mobilität des rechten stabilisieren**.

### 11.7 · Fallbeispiel Herr K: Patient mit geringen Defiziten

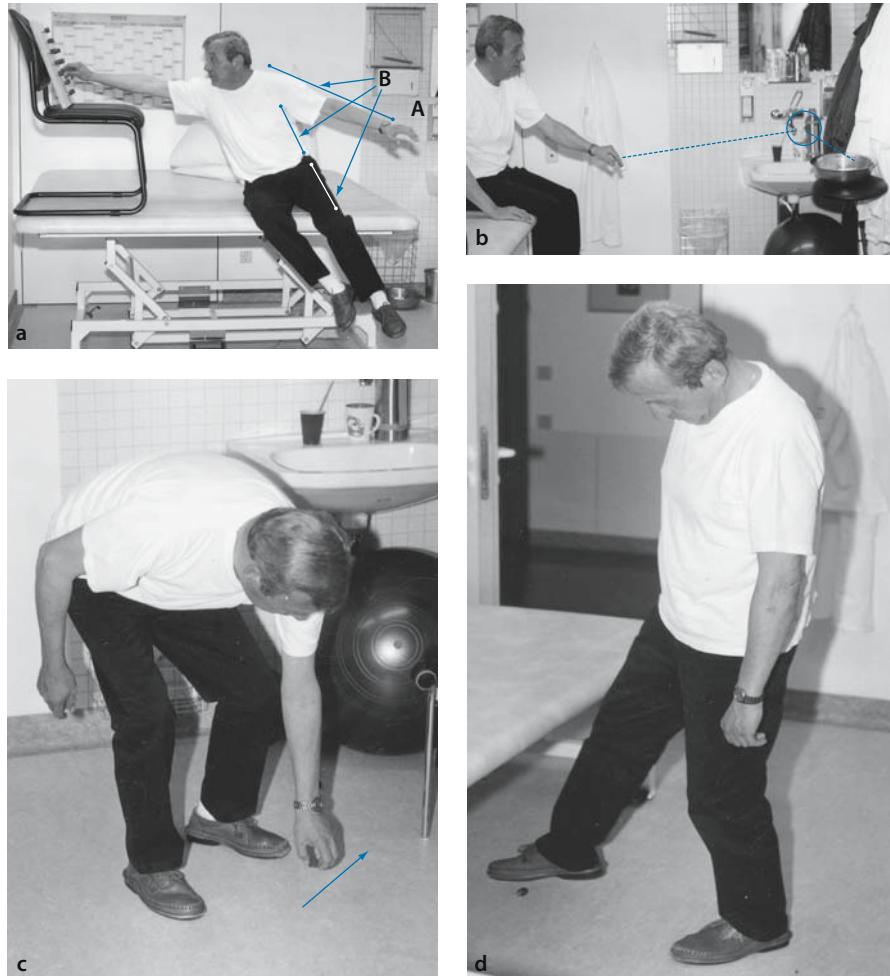


Abb. 11.16a-d. Therapiebeispiel

### Ziele des Patienten, Therapiebeispiel Treppe

Laut Herrn K. bestehen seine größten Probleme an der Treppe. Er fühlt sich vor allem beim Heruntergehen sehr unsicher und tätigt dies im Beistellschritt und mit Hilfe des Geländers. Dabei entstehen häufig Schwierigkeiten, wenn Herr K. zu Hause Gegenstände, wie z.B. eine Getränkekiste, vom Keller in den Wohnraum oder umgekehrt transportieren muss.

Die Therapeutin nutzt auch hierbei das funktionell gewonnene Bewegungspotenzial der Rumpf- und Hüftgelenksmuskulatur, um es im Sinne einer **alltäglichen Aktivität** (Treppe steigen bzw. heruntergehen) umzusetzen. Zudem fließt die Zielsetzung des Patienten in die Therapie mit ein, wodurch Sinn und Zweck der vorher eher isolierten und z.T. abstrakten Bewegungsabläufe zur Funktionsverbesserung (Stabilität) des Beines transparenter werden.

Die Therapeutin beginnt zur **Tonisierung der linksseitigen Hüftabduktoren** (s. Befunderhebung, Einbeinstand) mit Bewegungen in der Frontalebene. Dazu positioniert sie Herrn K. quer zur Treppe, sodass sein Blick auf das linksseitige Treppengeländer gerichtet ist und der rechte Fuß quer zur untersten Treppenstufe steht. Herr K. darf zur Sicherheit (nicht zum Abstützen) beide Hände auf das Treppengeländer legen. Nun führt er seinen rechten Fuß (Standbein, Abduktorenaktivität links) seitlich auf die erste Treppenstufe und wieder zurück. Als Steigerung führt er den rechten Fuß auf die zweite Stufe und wieder zurück. Dies wiederholt Herr K. mehrmals, bis das linke Standbein über die nötige Stützaktivität verfügt, um dynamische Bewegungsabläufe (Balance, Mobilität) physiologisch auszuführen. Die Therapeutin bittet ihn nun, mit seiner rechten Hand am Geländer möglichst weit nach oben zu fahren (Außenrotation, Stützaktivität linke obere Extremität) und wieder zurück (Balanc-

ce, Be- und Entlastung des linken Standbeines). Als **Steigerung** führt Herr K. mit dem linken Standbein eine Knieflexion aus: »Beugen Sie Ihr linkes Knie« (exzentrische Verlängerung der Strecker) und wieder zurück (konzentrische Extensionsaktivität). Das rechte Bein steht dabei auf der ersten Treppenstufe.

Das eigentliche **Treppesteigen** erfordert eine konzentrische Muskelaktivität (gegen die Schwerkraft), das **Heruntersteigen** eine exzentrische (bremsend zur Schwerkraft). Bei einer konzentrischen Bewegung muss das ZNS mehr motorische Einheiten rekrutieren als bei der exzentrischen, d.h., die konzentrische Aktivität bedingt eine höhere neuromuskuläre Anforderung als die exzentrische. Da sich Herr K. vor allem beim Treppeabsteigen unsicher fühlt, liegt hierin der primäre Fokus des Therapeuten (wobei man erst die Treppe hochgehen muss, um sie wieder herunterzugehen).

Meist führt nur ein Bruchteil der in der Therapie erreichten Aktivität zu einem automatisierten, alltagsrelevanten Bewegungsgewinn. Daher sollte die Therapie ein entsprechend **höheres, funktionelles Bewegungspotenzial** schaffen, um einen alltagsrelevanten Nutzen zu erzielen.

Um die **Anforderungen zu erhöhen**, positioniert die Therapeutin Herrn K. mit dem Rücken zur Treppe (Abb. 11.17). Herr K. soll über konzentrische Bewegungsabläufe, d.h. die Treppe rückwärts hochgehen (höhere Bewegungsanforderung, A), das normalerweise exzentrische Treppe-Heruntergehen (B) verbessern (Einsatz konzentrischer Bewegungsabläufe, um exzentrische zu verbessern).

Um Herrn K. Sicherheit zu geben, darf er seine Hände locker auf die Schulter bzw. in die Hände der Therapeutin legen. Dadurch spürt die Therapeutin einen evtl. kompensatorischen (weniger betroffene Seite) oder pathologischen Tonusanstieg. Herr K. wird gebeten, mit seinem **rechten Bein rückwärts die Stufe hochzugehen** (linkes Bein als Standbein). Danach zieht Herr K. sein linkes Bein nach, sodass jetzt beide Beine auf der Treppe stehen. Die Therapeutin bittet nun Herrn K., sein rechtes Bein wieder langsam die Stufe herunter, auf den Boden zu stellen (normale exzentrische Treppenaktivität im linken Bein) – Pause – und wieder zurück auf die Stufe neben den linken Fuß zu stellen (konzentrische Treppenaktivität im linken Bein). Dies wird mehrere Male wiederholt, bis sich Herr K. relativ sicher fühlt.

Nun bittet die Therapeutin Herrn K., ausgehend von der ersten Treppenstufe, sein rechtes Bein nach hinten auf die nächst höhere (zweite) Treppenstufe zu stellen – Pause – und wieder zurück auf die erste.

Als **Steigerung** führt Herr K. nun sein rechtes Bein von der hinteren zweiten Treppenstufe langsam über die erste Stufe hinweg vor sich auf den Boden – Pause – und wieder zurück auf die zweite Treppenstufe. Während Herr K. die **Bewegungen mit seinem rechten Bein** ausführt (Dyna-

mik), muss er mit seinem linken Bein stabilisieren [exzentrische und konzentrische Aktivität der Extensoren, Abdiktoren M. gluteus maximus et medius, M. quadriceps, Plantarflexoren (Wadenmuskulatur)] und wird im Zuge der Stabilitätsverbesserung sicherer.

Darauf folgend wechselt Herr K. das Standbein und führt die **Bewegungen nun mit dem linken Bein** aus (konzentrisch, exzentrische Aktivität der Ischiokruralen, M. iliopsoas beim Heben und Senken des Beines). Beim Anheben des linken Beines vom Boden auf die erste Stufe, um es neben das rechte Standbein zu stellen, kompensiert Herr K. die mangelnde physiologische Aktivität der Hüftbeuger und Ischiokruralen (Knieflexion) durch eine Rumpfverlagerung nach rechts (ähnlich dem Einbeinstand auf dem rechten Bein). Seinem ZNS fällt es in dieser Situation leichter, eine kompensatorische Bewegungsstrategie einzusetzen, anstatt über eine leichte konzentrische Flexion das Bein physiologisch anzuwinkeln. Die Therapeutin bittet nun Herrn K., sein Bein über die erste Stufe hinweg gleich auf der zweiten hinteren Stufe zu positionieren (Abb. 11.17, C), und Herr K. bzw. sein ZNS muss nun durch eine konzentrische Flexion die Bewegung ausführen. Einerseits darf die Anforderung nicht zu hoch sein, um kompensatorische oder patho-

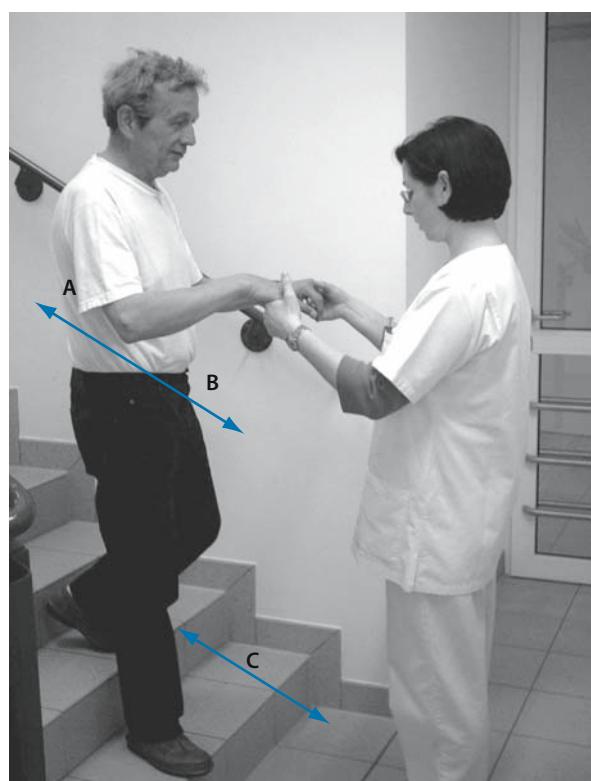


Abb. 11.17. Treppe

### 11.7 · Fallbeispiel Herr K: Patient mit geringen Defiziten

logische Bewegungsstrategien zu verhindern bzw. zu reduzieren. Andererseits darf sie aber auch nicht zu niedrig sein; **für das ZNS muss die Notwendigkeit zur Ausführung physiologischer Aktivität geschaffen werden**, um damit die Nutzung der scheinbar einfacheren, eingeschliffenen und kompensatorischen Bewegungsstrategien zu verhindern bzw. zu reduzieren.

Die Therapeutin führt nun die sequenziell erarbeiteten Bewegungsanteile zusammen, und Herr K. soll rückwärts und alternierend zwei bis drei Treppenstufen hoch und wieder heruntergehen. Beim Rückwärtshochgehen darf sich Herr K. (vor allem zu Beginn) noch etwas Sicherheit mit seinen Händen holen, das darauf folgende Heruntergehen sollte jedoch nach Möglichkeit **alternierend und frei**, d.h. ohne Geländer und ohne Unterstützung des Therapeuten, geschehen (wobei dieser aus Sicherheitsgründen auf der Treppe **immer** stets unmittelbar unter dem Patienten steht).

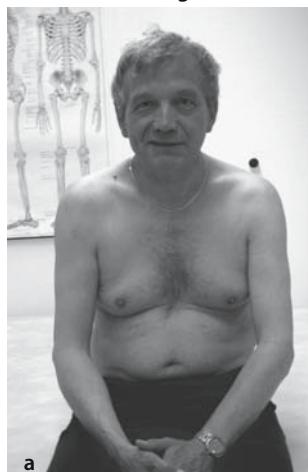
Als **Steigerung** kann sich die Unterstützung des Therapeuten reduzieren und/oder die Anzahl der zu bewältigenden Stufen erhöhen. Hierbei ist jedoch genau abzuwegen, inwieweit Herr K. über die nötige Sicherheit und Stabilität verfügt. Zudem wurde Herr K. strengstens angewiesen, zu Hause keine Experimente zu unternehmen, und, vor allem wenn er Gegenstände transportiert, dies (zumindest bis er über die nötige Sicherheit verfügt) wie bisher im Beistellschritt zu tätigen.

#### Reflexion der Therapieziele

Durch den gezielten Aufbau der linken, ventralen Rumpf- bzw. Bauchmuskulatur (wird leider allzu häufig vernachlässigt) konnte Herr K. nach ca. 3 bis 4 Therapieeinheiten seine Sitzposition symmetrisch einnehmen (**Abb. 11.18a, kurzfristige Zielsetzung**). Dabei fehlte ihm jedoch noch

das stabilisierende Potenzial zur physiologischen Ausführung von Arm bzw. Beinaktivitäten. Zudem griff Herr K. außerhalb der Therapie wieder auf seine alten kompensatorischen Bewegungsstrategien zurück. Dies zeigte sich u.a. dadurch, dass Herr K. zwar symmetrisch die Therapie verließ, aber zwei Tage (bzw. vier Tage) später asymmetrisch zur Therapie kam. Mit der Zeit stabilisierte sich jedoch sein Zustand, wodurch sich die Therapiezeit zur Verbesserung der Rumpfstabilität (symmetrischer Sitz) stetig verringerte, und Herr K. nach ca. 1/4 Jahr die **Rumpfsymmetrie** auch in Ausnahmesituationen, wie z.B. beim Einbeinstand, sicher und automatisiert (Rumpfstellreaktion) halten konnte (eine kurzzeitige, stabilisierende Intervention nicht ausgeschlossen). Die **Stabilität des linken Beines** wurde ebenfalls deutlich besser, was sich u.a. durch eine nahezu synchrone Schrittlänge und Schrittdauer beim Gehen zeigte (**Abb. 11.18b, mittelfristige Zielsetzung**). Der Oberkörper kommt deutlicher in die Vorlage, die linke Rumpfseite rotiert dabei dezent gegen das rechte Schwungbein, was man bei einem höheren Schritttempo am Armschwingen erkennt. Herr K. fühlt sich nach eigener Aussage **beim Gehen deutlich sicherer** und kann nach ca. einem 1/2 Jahr in der Therapie schwerere Gegenstände, wie z.B. Ton oder einen mit Büromaterial gefüllten Pappkarton, über mehrere Stockwerke alternierend und ohne personelle Hilfe nach oben bzw. nach unten **transportieren** (**Abb. 11.18c, langfristige Zielsetzung**).

**Kurzfristige Ziele**



**Mittelfristige Ziele**



**Langfristiges Ziel**



**Abb. 11.18a-c. Reflexion der Therapieziele:** **a** 3–4 Therapieeinheiten, bis ca. 1/4 Jahr Therapie; **b** nach ca. 1/4 Jahr Therapie; **c** nach ca. 1/2 Jahr Therapie

## 11.8 Fallbeispiel Herr M.: Behandlung von Rumpf, oberer und unterer Extremität

### Anamnese

**Medizinische Anamnese.** Zu Behandlungsbeginn war Herr M. (Abb. 11.19) 63 Jahre alt und erlitt drei Monate zuvor einen Teilinfarkt der A. cerebri media links. Dies hatte eine rechtsseitige armbetonte Parese sowie eine Broca-Aphasie zur Folge.

Nach einem fünftägigen Aufenthalt im Akutkrankenhaus folgten vier Wochen Frührehabilitation sowie zwei Wochen Anschlussheilbehandlung (AHB) in einer neurologischen Rehaklinik. Laut Herrn M. bestand der Schwerpunkt der ergotherapeutischen Behandlung im ADL-Training (Waschen, Anziehen und Frühstücke). Das primäre Ziel der Physiotherapie lag in einer Verbesserung der Gehfähigkeit.

**Sozialanamnese.** Herr M. bewohnt mit seiner Ehefrau ein Eigenheim in einer westpfälzischen Stadt. Er war bis zu seinem sechzigsten Lebensjahr als Kfz-Mechaniker in einem mittelständischen Handwerksbetrieb tätig. Vor seinem Schlaganfall übte er in einem Schützenverein ein Amt im Vorstand aus. Zudem besuchte er regelmäßig sonntagmorgens eine Skatrunde und wirkte als aktives Mitglied imortsansässigen Fußballverein mit.

### Ziele des Patienten – Grund für die Therapie

Zu Beginn der Behandlung äußerte Herr M. (z.T. durch Mimik und Gestik), dass ihm viel an einer Verbesserung seiner **Gehfähigkeit** liegt, er zeigte dabei mit etwas Missmut auf die Unterarmgehstütze. Zudem wollte er gerne seine Arm-, Handfunktionen verbessern, um sich die **ADL**, wie z.B. das Waschen und An-/Ausziehen, zu erleichtern.

### Befunderhebung

Ersteindruck. Herr M. kommt in Begleitung seiner Frau mit dem Taxi zur Therapie. Die Strecke zwischen dem Eingang der Klinik und den Ambulanträumen (ca. 50 m) bewältigt er selbstständig mit einer Unterarmgehstütze. (Der Einsatz einer Unterarmgehstütze bedingt ein hohes Maß an Kompressionsmechanismen, die einer physiologischen Bewegungsanbahnung stark entgegenwirken. Bei einem Hemiplegiker sollte daher die Versorgung mit einer solchen Gehhilfe nach Möglichkeit nur als letztes Mittel gewählt werden.) Bei größeren Entfernungen wird er von seiner Frau in einem Standard-Leichtgewichtrollstuhl geschoben. Er macht einen freundlichen Eindruck und versteht es, seine sprachlichen Defizite (Broca-Aphasie) durch seine Gestik und Mimik auszugleichen. Herr M. kennt seine Probleme und ist motiviert, an einer Verbesserung der Symptomatik mitzuarbeiten

### Rumpf, Kopf

Bei der Fazilitation **sagittaler Rumpfbewegungen** (Abb. 11.20a) bewegt sich Herr M. bei der Rumpfextension (konzentrische Aktivität der Rückenstrecker) sehr schnell, z.T. überschießend, wobei die Bauchmuskulatur mangels Tonus nicht das antagonistische Widerlager bietet. Die Rumpffflexion (exzentrische Aktivität der Rückenstrecker) fällt ihm dagegen deutlich schwerer.

In der Frontalebene (Abb. 11.20b) ist die **rechte Rumpfseite deutlich verlängert** (hypoton), während auf der linken eine kompensatorische Lateralflexion besteht [B in Abb. 11.20b; Seitenvergleich (SV), verstärkte Lateralflexion linksseitig]. Am Margo medialis rechts besteht eine dezente Scapula alata (C in Abb. 11.20b), die sich bei einer Armaktivität deutlich verstärkt. Einerseits führt die **hypertonie Bauchmuskulatur** zu einer Kranialverschiebung der Rippenbögen (Thorax), wodurch sich Ursprung und Ansatz des M. serratus anterior verschieben und der Muskel seine



Abb. 11.19. Fallbeispiel Herr M.

### 11.8 · Fallbeispiel Herr M.: Behandlung von Rumpf, oberer und unterer Extremität

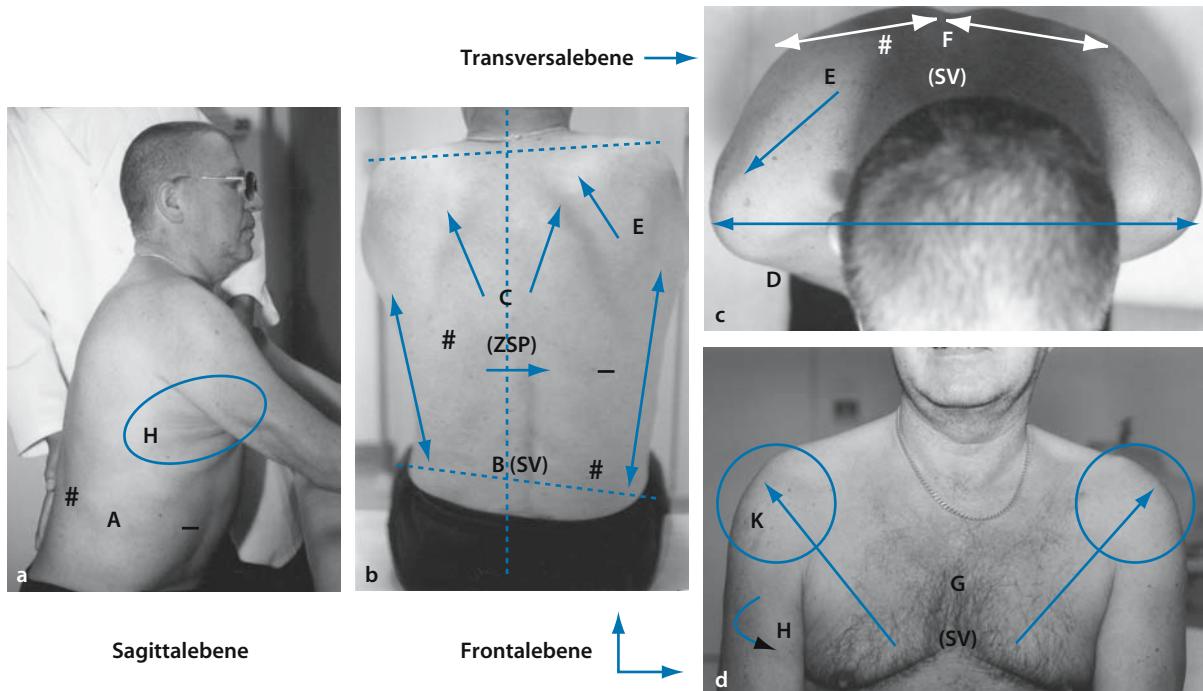


Abb. 11.20a–d. Befundaufnahme Rumpf und Kopf: a Sagittalebene; b, d Frontalebene; c Transversalebene

stabilisierende Funktion verloren. Andererseits zieht der hypertonie M. pectoralis minor (et major) am Processus coracoideus die Skapula nach ventral und kaudal.

Durch die **kompensatorische Aktivität des rechtsseitigen M. latissimus dorsi** (F in Abb. 11.20c) zeigt sich sein Muskelbauch deutlich hypertropher als der linksseitige. Die erhöhte Aktivität der ventralen Schultergürtelmuskulatur (M. deltoideus pars clavicularis, Mm. pectorales) sowie des M. latissimus dorsi (Innenrotator) führt zur **Protraktion des rechten Schultergürtels** (D in Abb. 11.20c). In der dorsalen Schultergürtelmuskulatur, vor allem den Außenrotatoren, besteht dagegen eine deutliche **Muskelatrophie**, was sich u.a. durch ein markantes Hervortreten der Spina scapulae zeigt (E in Abb. 11.20c).

In der linken Schulter wird ein gleichmäßig abgerundeter Muskelbauch des M. deltoideus sichtbar, während auf der rechten Seite eine kleine Eindellung besteht. In der Palpation ist dabei ein Gelenkspalt von ca. 1/2 cm zu ertasten (G in Abb. 11.20d, Subluxation). Die beschriebenen tonischen Missverhältnisse der Rumpf- und Schultergürtelmuskulatur führen zum Stabilitätsverlust des Schultergürtels. Bei Armbewegungen (Flexion, Abduktion) aus der anatomischen Nullstellung hebt sich nicht selektiv der Arm, sondern vielmehr der Schultergürtel, was sich im weiteren Bewegungsablauf durch eine kompensatorische Lateralflexi-

on der linken Rumpfseite (bei Armabduktion) bzw. Rumpfextension (bei Armflexion) fortsetzt. Durch die pathologisch erhöhte Muskelaktivität des M. latissimus dorsi und M. pectoralis major zieht dabei die rechte obere Extremität im Sinne einer **Massensynergie** in ein Flexions-, Innenrotationsmuster im Schultergelenk (H in Abb. 11.20d), was sich in einer Pronationsbewegung des Unterarms nach distal fortsetzt. Die pathologisch erhöhten Tonusverhältnisse wirken dabei hemmend auf die Muskelgruppen (vor allem Außenrotatoren), die für eine physiologische Bewegungsausführung mitverantwortlich sind (muskuläre Dyskoordination).

#### Obere Extremität, Funktion

Im rechten Schultergelenk besteht eine Innenrotations-, Abduktionsstellung (bedingt durch die Fehlstellung der Skapula, s. Rumpf), während sich die Muskelbäuche der Außenrotatoren deutlich atrophiert zeigen. Bei einer passiven Armbewegung durch den Therapeuten, klagt Herr M. ab ca. 80° Anteversion bzw. ab 70° Abduktion über **Schulterschmerzen** im Bereich des Akromions. Bedingt durch die Tonuserhöhung der Flexoren und Innenrotatoren sowie durch die Immobilität des Armes, sind myostatische Kontrakturen (Kontrakturen, bei denen noch keine pathologischen Veränderungen der Gelenkstrukturen bestehen) in

Schulter- und Ellbogengelenk zu erkennen, die das Bewegungsausmaß endgradig einschränken.

In der rechten Hand zeigt sich ein mittelgradiges Ödem. Aktive Fingerbewegungen sind sowohl durch die Parese als auch durch die ödematöse Hand nur ansatzweise ins Beugemuster möglich (ohne Bewegungsqualität).

Sensorisch kann Herr M. bekannte Gegenstände, wie z.B. einen Schlüssel oder ein Vorhangeschloss, mit seiner betroffenen Hand erkennen, was auf **gute stereognostische Leistungen** schließen lässt. Zudem kann er die Eigenschaften hart, weich und spitz, stumpf unterscheiden und bei der jeweiligen Fingerberührung den richtigen Finger mit der anderen Hand zeigen.

### Untere Extremität, Funktion und Gangbild

In der unteren rechten Extremität ist eine **mangelnde Gewichtsübernahme** (Standbein) zu erkennen, die sich u.a. durch eine verkürzte Schrittlänge und Schrittduer in der linken Schwungbeinphase zeigt. Während der rechten Standbeinphase fehlt die physiologische Abduktorenstabilisation rechts, wodurch Herr M. eine **kompensatorische Gewichtsverlagerung** des Oberkörpers auf die Unterarmgehstütze nach links ventral ausführt und auf der rechten Beckenseite einknickt (Trendelenburg positiv: Einknicken der Beckenseite aufgrund mangelnder Abduktorenaktivität). Aus der unphysiologischen Vorverlagerung des Rumpfes nach links ventral sowie aus der mangelnden Stabilität des Beckens resultiert eine **Retraktion der rechten Beckenseite**. Es entsteht ein proximaler Zug auf die Ischiokruralen, wodurch diese mangels exzentrischer Verlängerung an ihrem distalen Ende das rechte Knie in Überstreckung durchschlagen. Die rechte Schwungbeinphase führt Herr M. über eine kompensatorische Rumpfextension und Lateralflexion der linken Rumpfseite aus, wobei er das Bein in einem Extensions-/Adduktionsmuster über eine **Zirkumduktion** nach vorn bewegt. Die ohnehin pathologisch erhöhte Aktivität der Adduktoren wird durch das Gehen an der Unterarmgehstütze noch zusätzlich verstärkt. In der rechten, vor allem ventralen Rumpfseite entsteht keine stabilisierende Lateralflexion (Hypotonus), was sich u.a. durch eine **verstärkte Beckenkippung** (Hyperlordose-LWS) zeigt.

### Therapieziele

In □ Übersicht 11.2 sind die lang-, mittel- und kurzfristigen Ziele aufgeführt.

### Hypothesen zur Therapieplanung

Da der Schlaganfall bei Herrn M. relativ kurze Zeit zurückliegt (drei Monate), er über eine gute Sensorik verfügt und auch die motorischen Ressourcen Grund zur Annahme einer Verbesserung bieten, entscheidet sich die Therapeutin für eine **funktionelle Vorgehensweise**. Im Vordergrund steht dabei eine physiologische Funktionsverbesserung,

#### □ Übersicht 11.2: Therapieziele

##### Langfristige Ziele:

- Ohne Hilfsmittel gehen.
- Rechte obere Extremität bei den ADL funktionell einsetzen.

##### Mittelfristige Ziele:

- Haltungsmotorik verbessern.
- Armfunktionen verbessern.
- Schulterschmerz reduzieren.
- Handödem abbauen.
- Gangbild verbessern.

##### Kurzfristige Ziele:

- Tonus der Rumpfmuskulatur normalisieren.
- Schultergürtel physiologisch fixieren.
- Tonus im Schultergelenkbereich normalisieren.
- Kontrakturen in Schulter- und Ellbogengelenk beheben.
- Handödem reduzieren.
- Standbeinphase verbessern.
- Schwungbeinphase verbessern.
- Hilfsmitteleinsatz reduzieren (Einpunktstock anstatt Unterarmgehstütze).

rung, um die Kompensationsstrategien (Unterarmgehstütze) schnellstmöglich zu reduzieren.

Der primäre Behandlungsansatz liegt in der **Tonusnormalisierung des Rumpfes** (Haltungshintergrund, Rumpf ist Trumpf). Der Rumpf bildet die Basis für die physiologische Skapulafixation auf dem Thorax, was die Voraussetzung physiologischer Armbewegungen im freien Raum ist. Er bewirkt außerdem die Stabilisation des Beckens, um in der unteren Extremität während der Standbeinphase stabile und während der Schwungbeinphase mobile Bewegungsabläufe physiologisch auszuführen.

### Auswahl der Maßnahmen (Therapiebeispiele)

Um die Haltungsmotorik im Rumpf zu verbessern, wählt die Therapeutin bei Herrn M. die **Sitzposition** bzw. bei entsprechendem motorischen Potenzial den **Stand**. Die Rückenlage erfordert durch ihre große Unterstützungsfläche nur ein Minimum an Haltungstonus und Gleichgewichtsreaktionen und ist daher zur Verbesserung der Haltungsmotorik nur bedingt geeignet (was auch wesentlich von der Bewegungsanforderung und vom Potenzial des Patienten abhängt). Sie eignet sich jedoch, um eine pathologische Tonuserhöhung (assoziierte Reaktionen, Spastik) zu reduzieren, und erleichtert, z.B. bei mangelnder Rumpfkontrolle, die Ausführung selektiver Bewegungen in den Extremitäten.

Herr M. soll kompensatorische Strategien reduzieren, um physiologische Bewegungen zu gewinnen, z.B. die Un-

## 11.8 · Fallbeispiel Herr M.: Behandlung von Rumpf, oberer und unterer Extremität

terarmgehstütze gegen einen Einpunktgehstock austauschen (was schon während der ersten Therapieeinheiten geschehen).

Im Schultergürtel fehlt die physiologische Fixation, um im Schultergelenk Bewegungen in der ersten Phase (► Kap. 8.1.2 »Schulter: Abduktion, Anteversion«) adäquat auszuführen. Der **Armstütze** dient dazu, die Schultergürtelmuskulatur zu fördern, die für die physiologische Skapulafixation auf dem Thorax verantwortlich ist. Ebenso kann dadurch die Schultergelenkmuskulatur (Rotatorenmanschette, besonders die Außenrotatoren) gekräftigt werden.

### Beachte

**Der Schulterschmerz und das Handödem müssen beim Armstütze dringend beachtet werden.**

Zu Beginn wird daher ein eher geringeres Bewegungsmaß im Schultergelenk gewählt, das sich im Zuge des schmerzfreien Bewegungsspielraums erweitert.

Um einer Traumatisierung des Handgelenkes vorzubeugen, wird anfangs über dem **Ellbogenstütze** gearbeitet und später mit an der Bankkante positionierter Hand (Verringerung der Dorsalextension). Neben der muskulären Funktionsverbesserung resultiert aus dem Armstütze auch ein hoher sensorischer Input, der die betroffene Extremität stärker ins Bewusstsein rückt.

Um die **Armfunktionen** zu verbessern, werden schwerpunktmaßig Aktivitäten gefordert, die im Schultergelenk eine Außenrotation und im Unterarm eine Supinationsbewegung verlangen (Innenfläche des Ellbogengelenkes wird sichtbar), d.h., der Patient muss aus dem Flexionsmuster heraus arbeiten. Im **Liegen** wird dabei die Bewegungsanbahnung des Armes in vier Phasen untergliedert (s. Behandlungsbeispiele)

Um das Handödem zu reduzieren, bekommt Herr M. die strenge Anweisung, den **Arm so häufig wie möglich über der Horizontalen zu lagern** (höher als das Herz, um den venösen Abfluss zu fördern), so z.B. beim Fernsehen etc. Zudem wird darauf geachtet, dass keine übermäßige Dorsalextension stattfindet (wie z.B. oft beim Armstütze der Fall ist, ► Kap. 8.1.3 »Sinnesorgan Hand: Reflexdystrophie«).

Zur **physiologischen Beckenhebung** (Verringerung der LWS-Lordose) muss vor allem die rechtsseitige ventrolaterale Rumpfmuskulatur tonisiert werden. Die Beckenstabilität ermöglicht die physiologische Aufrichtung (keine Hyperextension der WS) und symmetrische Vorwärtsbewegung des Oberkörpers über das Standbein. Dadurch wird die Retraktion der rechten Beckenseite verhindert und das Durchschlagen des Knees reduziert (s. auch exzentrische Verlängerung der Ischiokruralen). Im Hüftgelenk muss die rechtsseitige Abduktorenstabilität (vor allem M. gluteus medius, Voraussetzung endgradige Hüftextension) gesteigert werden, um die pathologische Tonusaktivität der Ad-

duktoren, die leider durch die Unterarmgehstütze gefördert wird, zu reduzieren. Das Gangbild wird sicherer und physiologischer. Zur Verbesserung der Schwungbeinphase muss die konzentrische Aktivität der Hüftbeuger gesteigert werden und das exzentrische Nachlassen der Ischiokruralen verbessert werden (sollen leichter loslassen).

Die **Unterarmgehstütze** wurde schon während der ersten Therapieeinheiten durch einen Einpunktgehstock ersetzt. Es ist wichtig, trotz des Therapieschwerpunktes Rumpf gegen Ende der Therapieeinheit das gewonnene Rumpfpotenzial auf die Armbewegungen umzusetzen, um die Therapieinhalte für Herrn M. transparenter zu gestalten (Sinn der Therapie verstehen).

### Rumpfaktivitäten, rechtsseitige ventrolaterale Muskelgruppen

Die Therapeutin geht auf den Fersensitz und fazilitiert dabei den Oberkörper von Herrn M. nach links dorsal. Herr M. soll dabei möglichst viel **Eigenaktivität** über seine rechtsseitigen ventrolateralen Muskelgruppen (Bauch- und Hüftmuskulatur) übernehmen (s. auch Befunderhebung, ► Abschn. 11.7, Herr K. linksseitig betroffen). Um die **Aktivität der rechtsseitigen Bauchmuskulatur** zu unterstützen, greift sie mit einem leichten Druck in die Muskelbäuche der rechtsseitigen Bauchmuskulatur. Sie spannt die Muskelspindeln vor (wodurch die Muskeln leichter kontrahieren); so kann sie die Muskelaktivität erfühlen und entsprechend ihre Unterstützung zurücknehmen. Die Bauchmuskeln sind dabei konzentrisch aktiviert, d.h., Kopf und Schultergürtel befinden sich vor den ZSP (Rumpfflexion). Die Hüftbeuger arbeiten bei der Dorsalbewegung des Rumpfes exzentrisch (verlängern) und bei der Anteriorbewegung konzentrisch. Bei einer zu schnellen (mangelnde zeitliche Koordination), einer zu weiten (mangelnde räumliche Koordination) Dorsalbewegung des Oberkörpers und/oder zu wenig therapeutischer Unterstützung (mangelnde Aktivität der Hüftbeuger, M. iliopsoas) schießt der rechte Fuß nach vorn (**A** in ► Abb. 11.21a). Der M. rectus femoris ist synergistisch an der Hüftflexion beteiligt. Durch die kompensatorische Tonuserhöhung, um die mangelnde Aktivität des M. iliopsoas auszugleichen, kann er sich nicht mehr physiologisch exzentrisch verlängern. Der proximale Zug durch den Oberkörper bewirkt an seinem distalen Ende eine Vorwärtsbewegung des Fußes. Das Vorschließen des Fußes ist dabei als motorische **Überforderung** zu bewerten. Würde man diese Reaktion (Überforderung) nicht beachten, würde man das pathologische Streckmuster in der unteren rechten Extremität fördern.

Der **Seitenvergleich** spielt eine wichtige Rolle, da bei einer zu schnellen Rumpfbewegung auch bei einem Gesunden (**in seinem Fall beide Füße**) im Sinne einer Gleichgewichtreaktion nach vorn schießen würden. Die funktionelle Therapie ist stets eine Gratwanderung, die das permanente

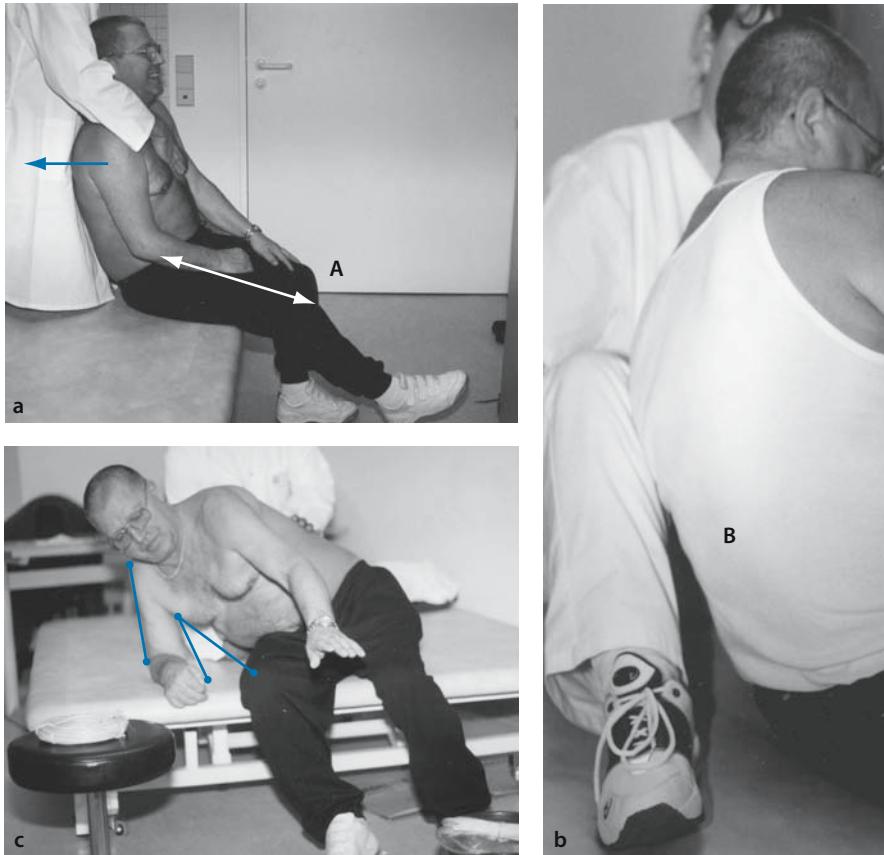


Abb. 11.21a–c. Rumpfaktivitäten, rechtsseitige ventrolaterale Muskelgruppen.

Feingefühl und die Reflexion des Therapeuten verlangt. Einerseits soll Herr M. mit möglichst viel Eigenaktivität seine funktionseingeschränkten ventrolateralen Muskelgruppen physiologisch einsetzen, andererseits sollten dabei aber auch keine kompensatorischen Bewegungsstrategien oder pathologischen Bewegungsmuster gefördert werden.

Die Therapeutin überprüft die **Reaktion auf der weniger betroffenen Seite**, d.h., sie facililitiert den Rumpf nach rechtsdorsal und erkennt, dass der linke Fuß im Gegensatz zum rechten nur bei sehr schnellen Bewegungen nach vorn schießt. Sie kann nun gemäß der physiologischen Eigenaktivität von Herrn M. aus mehreren Vorgehensweisen wählen, wie z.B.:

- Erhöhung der Unterstützung,
- Verringerung des Bewegungsausmaßes und/oder
- Verringerung der Bewegungsgeschwindigkeit.

Wichtig ist die **Einhaltung der Rumpfflexion**, d.h., der ZSP befindet sich hinter dem Kopf und dem Schultergürtel, da eine unphysiologische Rumpfextension auch die Extensoraktivität in der unteren Extremität (Knie) auslösen würde. Eine weitere Möglichkeit wäre ein zweiter Therapeut

oder Angehöriger, der einen Druck (weiterführend auf die Ferse als physiologischem Referenzpunkt) und Zug [um die Retraktion (Hüftextension) der rechten Beckenseite zu verhindern] auf das Knie ausübt. Mit den Therapiefortschritten (exzentrische Verlängerung) kann dieser reduziert werden.

Die Therapeutin **verringert ihre Unterstützung**, indem sie ihr Knie hinter das linke Schulterblatt positioniert (B in Abb. 11.21b) und Herrn M. bittet, mit seinem Schulterblatt das Knie zu berühren. Sie achtet darauf, dass sich dabei die linke Rumpfseite im Sinne einer Rumpfstellreaktion verlängert und die rechte agonistisch durch eine Lateralflexion verkürzt. Anhand ihrer Knieposition, die Herr M. erreichen muss, bestimmt die Therapeutin das Bewegungsausmaß.

Herr M. greift mit seiner linken Hand Peddigrohrbündel und wirft sie in einen daneben stehenden Behälter (Abb. 11.21c). Um die Belastung des Handgelenks (Handödem) zu verringern, stützt er sich dabei auf seinen Ellbogen. Durch den **Ellbogenstütz** (wie auch beim Armmstütz) werden vorwiegend Muskelgruppen aktiviert, die das

## 11.8 · Fallbeispiel Herr M.: Behandlung von Rumpf, oberer und unterer Extremität

Schulterblatt physiologisch stabilisieren. Zudem wird die rechte Rumpfseite im Sinne einer geschlossenen Kette agonistisch tätig. Bei den linksseitigen Bewegungsausführungen (Greif- und Wurfbewegungen) muss die rechtsseitige Schultergürtelmuskulatur stabilisieren.

Im Wechsel kann sich Herr M. auf seinen linken Ellbogen stützen, um relativ schnell mit seiner linken Hand auf die Hand (oder einen Gegenstand) des Therapeuten zu klatschen und wieder zurück in den Ellbogenstütz zu gehen. Die Höhe der Therapeutenhand (Bewegungsziel, räumliche Koordination) und die Bewegungsgeschwindigkeit (zeitliche Koordination) bestimmen die Aktivität der linken Rumpfmuskulatur im Sinne einer offenen Kette.

### Rumpfaktivitäten, Scapula alata, schräge Bauchmuskulatur

**Exkurs, Bauchmuskulatur:** Der (linksseitige) **M. obliquus internus abdominis** zieht vom Becken nach schräg-kranial zur Rektusscheide, wo ein Übergang zum **M. obliquus externus abdominis der kontralateralen Körperseite** besteht. Dieser wiederum zieht von den (rechtsseitigen) Rippenbögen schräg-kaudal zur Rektusscheide (► Kap. 8.1.1 »Rumpf«). Sie bilden dadurch die sog. schräge Bauchmuskulatur, die das rechte Becken mit den linken Rippenbögen verbindet bzw. das linke Becken mit den rechten Rippenbögen (ventrales X-förmiges Muskelkreuz, Mm. obliquus interni et externi abdominis). Die Ursprünge des **M. obliquus externus** alternieren an den Rippenbögen mit den Ursprüngen des **M. serratus anterior**, der wesentlich für die Stabilität des Schulterblattes verantwortlich ist (vor allem bei Bewegungen über 90°).

Die kompensatorische Aktivität der linksseitigen lateralen Rumpfmuskulatur sowie der Rückenmuskulatur (**M. latissimus dorsi**) führen bei Herrn M. zur **Hemmung** (s. reziproke Hemmung) der rechtsseitigen Tonusaktivität, wovon vor allem die Bauchmuskulatur betroffen ist. Durch die Hypotonie (mangelnde Spannung) rücken Ansatz und Ursprung (Becken/Thorax) der Bauchmuskeln auseinander, wodurch sich der Thorax nach kranial anhebt. Die thorakale Kranialverschiebung wirkt auch auf den Ursprung und Ansatz des **M. serratus anterior**, weshalb sich die Skapula an ihrem medialen Rand (Ansatz) vom Thorax abhebt (Scapula alata).

Um bei Herrn M. die **physiologische Stellung der Skapula** zu verbessern, arbeitet die Therapeutin mit Bewegungsabläufen über die schräge Bauchmuskulatur. Dabei muss Herr M. mit seinen linken Extremitäten schnelle Koordinationsbewegungen ausführen. Einerseits wirken schnelle Bewegungsabläufe den eher zäh fließenden kompensatorischen Bewegungsabläufen auf der linken (weniger betroffenen) Körperseite entgegen. Andererseits stabilisiert die rechte Körperseite die linksseitige Mobilität, vor allem die rechte Schulter- und obere Bauchmuskulatur die links-

seitigen Beinbewegungen bzw. die rechte Hüft- und untere Bauchmuskulatur die linksseitigen Armbewegungen.

Die Therapeutin fordert Herrn M. auf, möglichst schnell den Hocker (Ball, Luftballon etc.) mit seinem linken Bein wegzuwerfen und wieder zurückzuholen (► Abb. 11.22a). Dabei werden die **linken Beinbewegungen** (Hüfte und Becken) über die schräge Bauchmuskulatur von den rechtsseitigen oberen Bauch- und Schultermuskeln stabilisiert. Nach einigen Bewegungsabläufen verbessert sich die physiologische thorakale Skapulafixation, wodurch sich die Scapula alata reduziert. Die rechte obere Extremität gewinnt an Stabilität und wird als Stützarm (Steigerung zum Ellbogenstütz) eingesetzt. Um dabei keine Schmerzen im Schulter- und/oder Handgelenk zu verursachen, beginnt der **Armsstütz** in der Innenrotation und wird im Zuge des schmerzfreien Bewegungsspielraumes weiter in Richtung Außenrotation ausgebaut. Um die Dorsalextension im Handgelenk zu verringern, wird die Hand mit dem Handballen an der Bankkante positioniert.

Herr M. nutzt das gewonnene Potenzial der Schulter- und Bauchmuskulatur, um die **Muskulatur des Schultergelenks** zu verbessern (► Abb. 11.22b). Die Belastung auf die rechte obere Extremität wird gesteigert, indem er mit seiner linken Hand ein Luftballonspiel spielt und dabei seinen Stützarm verstärkt einsetzt.

Um die erreichte proximale Stabilität mit der **distalen Mobilität** zu verbinden, soll Herr M. mit seinem linken Fuß seine rechte Hand berühren (► Abb. 11.22c). Die Therapeutin fazilitiert den rechten Arm und achtet auf das Auftreten pathologischer Tonusaktivitäten, die sich z.B. durch eine verstärkte Innenrotation im Schultergelenk oder Flexion, Pronation im Ellbogengelenk (assoziierte Reaktion) zeigen könnten. Herr M. beginnt dabei mit Schultergelenksbewegungen in der 1. Phase **Anteversion**, ohne dabei über die Schultergürtel- bzw. kontralaterale Rumpfmuskulatur die Armhebung zu kompensieren.

### Erweiterung des schmerzfreien Bewegungsspielraums im Schultergelenk

Der Therapeut bittet Herrn M., seine Hände zu falten und diese langsam am rechten Bein entlang zum Fuß zu führen (► Abb. 11.23a). Bei der **Abwärtsbewegung der Hände** müssen sich die dorsalen Muskelgruppen (u.a. **M. latissimus dorsi**) exzentrisch verlängern. Dabei schiebt sich der Rumpf (Punctum mobile) gegen den Arm (Punctum fixum) und leitet von proximal nach distal eine **Anteversionsbewegung im Schultergelenk** ein.

Der Therapeut umgreift (unterstützt) die Hände und hilft Herrn M., bei der Aufrichtung des Oberkörpers die neu gewonnene Gelenkstellung beizubehalten (► Abb. 11.23b). Die Sequenz dient u.a. als **Kontrakturprophylaxe und Mobilisation der dorsalen Muskelketten** (exzentrische Verlängerung der Ischiokruralen, Achillessehne, Spitzfuß) und kann

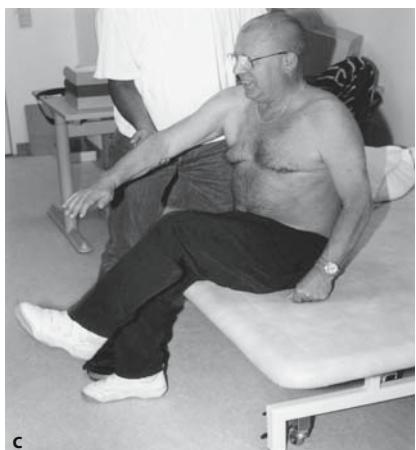
**a****b****c**

Abb. 11.22a–c. Rumpfaktivitäten, Scapula alata, schräge Bauchmuskulatur

11

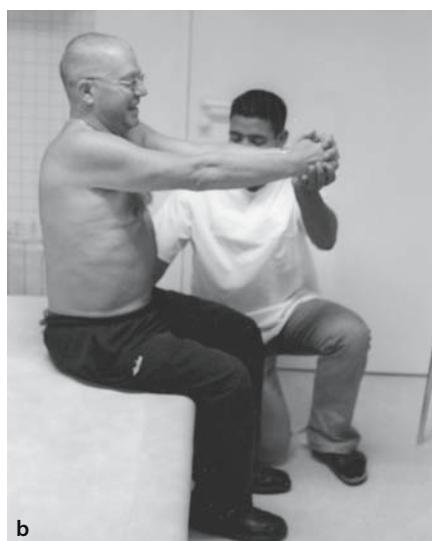
**a****b**

Abb. 11.23a,b. Erweiterung des schmerzfreien Bewegungsspielraums im Schultergelenk

im späteren Therapieverlauf, wie z.B. zum Schnüren der Schuhe, alltagsrelevant umgesetzt werden.

Unter dem Gesichtspunkt der Bewegungsanbahnung machen bilaterale Übungen mit gefalteten Händen we-

nig Sinn, da die mangelnde Funktion der betroffenen Körperseite durch die kompensatorische Aktivität der weniger betroffenen Seite übernommen wird. Geht es jedoch um die Kontrakturprophylaxe oder um die Verbesserung der

## 11.8 · Fallbeispiel Herr M.: Behandlung von Rumpf, oberer und unterer Extremität

Selbstständigkeit, wie z.B. beim Anziehen der Strümpfe, um mit gefalteten Händen das betroffene Bein über das weniger betroffene Bein zu schlagen, sind sie sicherlich berechtigt. Indem man den Patienten bittet, seine gefalteten Arme anzuheben, kann man zudem den schmerzfreien Bewegungsraum erkennen, da sich in der Regel niemand selbst Schmerzen zufügt.

### Rückenlage, Mobilisation obere Extremität.

Damit Herr M. während der Funktionsanbahnung in der oberen Extremität, nicht mit seiner defizitären Rumpfmotorik kämpfen muss (Kompensation der mangelnden Hal tungsmotorik), beginnt der Therapeut in der **Rückenlage** (Abb. 11.24a). Auch in dieser Position wird die hypotonie Bauchmuskulatur deutlich. Nach kranial zeigt sich dabei ein markantes Hervortreten der unteren Rippenbögen. Dadurch befindet sich der Thorax in einer Inspirationsstellung, wodurch sich auch die **flache Atmung** von Herrn M. erklären lässt.

Nach kaudal entsteht durch das Gewicht der Beine, die das Becken nach unten ziehen, eine **Hyperlordose der LWS** (Abb. 11.24b). Der Therapeut kann ohne großen Widerstand seine Hand zwischen die LWS und die Therapiebank schieben. Um in der Rückenlage das Becken bzw. die WS zu entlasten, müssen die Beine mit einer **Knierolle unterlagert** werden (Hyperlordose in der LWS wird reduziert).

### Mobilisation der rechten oberen Extremität (Abb. 11.24c).

Der Therapeut beginnt mit der **Mobilisation des Schultergürtels**. (**Auf die adäquate Unterlagerung des Schultergürtels achten!**) Er umschließt mit seiner linken Hand den Margo medialis sowie den Angulus inferior der rechten Skapula und greift mit der rechten Hand stabilisierend über das Akromion (Glenohumeralgelenk).

Die rechte Hand bestimmt die Bewegungsrichtung, mit der linken unterstützt er die Ab- und Adduktion am Margo medialis bzw. die Innen- und Außenrotation am Angulus inferior (► Kap. 8.1.2 »Schulter«). So bewegt er passiv den Schultergürtel entsprechend den Bewegungssachsen **Elevation, Depression bzw. Protraktion, Retraktion**. Zum Abschluss der Mobilisation führt er eine **Rotationsbewegung** aus.

Bei Herrn M. besteht eine Tonuserhöhung der Innenrotatoren (M. pectoralis major, M. latissimus dorsi), was zu einer Spannungszunahme in der endgradigen Retraktionsstellung führt. Die Tonuserhöhung und die Immobilität führen bei Herrn M. zu einer **myostatischen Kontraktur**, bei der sich im Gegensatz zu einer knöchernen Kontraktur die Gelenkstrukturen noch nicht pathologisch verändert haben. Daher kann bei einer myostatischen Muskelveränderung die physiologische Gelenkfreiheit relativ schnell wieder erreicht werden.

**Mobilisation der M.-pectoralis-Sehne.** Bei der **Mobilisation (Dehnung)** des M. pectoralis in Rückenlage wechselt der Therapeut seine Handgriffe. Er greift mit der linken Hand um den proximalen Oberarm des Patienten und klemmt dessen Unterarm zwischen seinen linken Ellenbogen und Rumpf. Die rechte Hand legt er ulnarseitig auf die ange spannte Sehne des M. pectoralis.

Am lateralen Kleinfingergrundgelenk (Therapeuten hand) bildet sich ein kleiner Knochenvorsprung, mit dem der Therapeut die Sehne des M. pectoralis mobilisiert. Er führt mit seiner linken Hand den Arm des Patienten in eine leichte Außenrotation (durch das Einklemmen zwischen Rumpf und Ellenbogen) und bewegt den Arm in die Abduktion.

Da die reine Schultergelenkmuskulatur (Außenrotatoren) hypoton ist, führt der Therapeut die Bewegung stets

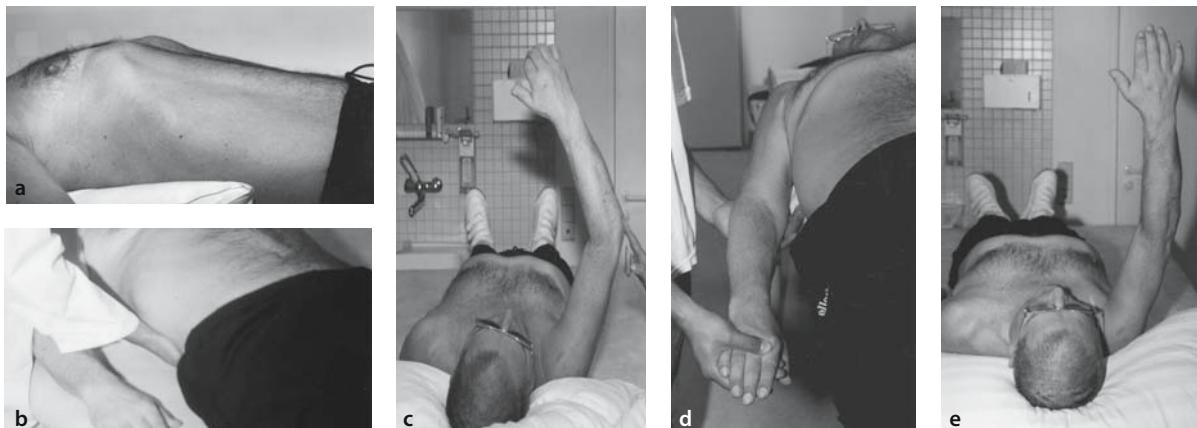


Abb. 11.24a–e. Rückenlage, Mobilisation obere Extremität

mit einer **leichten Kompression** (Druck) des Humeruskopfes in die Gelenkpfanne aus. Parallel zur Armbewegung spannt er mit seiner rechten Hand (s. oben Knochenvorsprung ulnarseiteig) die Pektoralis sehne. Der Therapeut spürt, inwieweit sich die Sehne dehnen lässt. In der Schulter darf während der kompletten Behandlung **kein Schmerz** entstehen. Das maximale Dehnungsausmaß geht bis kurz vor die Schmerzgrenze.

#### Beachte

Es geht eher um die funktionelle (passiv-assistive) Mobilisation der bewegungseingeschränkten Strukturen und weniger um die Dehnung spezieller Muskeln.

Der Patient sagt oder zeigt das Bewegungsende, in welchem er eine erhöhte Spannung verspürt (kein Schmerz). Dabei macht es Sinn, mit dem Patienten eine Zahlenfolge abzustimmen, wie z.B. 1–6. Die Zahl 1 bedeutet kein Schmerz und die Zahl 6 extremer Schmerz. Der Therapeut tastet sich langsam bis zur Zahl 3 bzw. 4 vor, diese Stellung sollte vom Patienten meist noch toleriert werden (**angenehmer Dehnschmerz**) und ist als Dehnungsposition ausreichend. Zu starke Schmerzen wirken tonuserhöhend und arbeiten so dem eigentlichen Dehnvorgang entgegen. In dieser Stellung (z.B. 3 oder 4) verharrt der Therapeut ca. 10–15 s, löst die Spannung und wiederholt die Mobilisation mit zunehmendem schmerzfreien Bewegungsausmaß.

**Mobilisation des M. biceps brachii** (► Abb. 11.24d). Der M. biceps brachii ist ein **zweigelenkiger Muskel** (Schulter- und Ellbogengelenk). Zur maximalen Dehnposition muss er in eine Endstellung entgegengesetzt seiner Kontraktionsrichtung in beiden Gelenken gedehnt werden.

Im **Schultergelenk** ist der M. biceps an der Flexion (Anteversion) und Innenrotation beteiligt, im Ellenbogen führt er die Flexion (stärkster Flexor) und die Supination aus. Die maximale Dehnposition liegt daher in der Extension (Retroversion) des Schultergelenkes und Extension und Pronation im Ellenbogengelenk.

Der Therapeut positioniert Herrn M.s Schultergelenk so weit über den seitlichen Rand der Therapiebank, dass mit dem Oberarm eine Extension (Retroversion) über die Nullstellung möglich wird.

Er beginnt die **Mobilisation am distalen Gelenkpartner: Ellenbogengelenk** (Hauptfunktion des M. biceps).

**Mobilisation Ellbogengelenk.** Durch röntgenologische Untersuchungen wurde nachgewiesen, dass auch bei einer hypertonen Schulter eine Inkongruenz der Schultergelenksflächen, d.h. eine Luxation besteht. Daher darf auf das Schultergelenk, vor allem nach kaudal und ventral, **kein Zug** erfolgen (► Kap. 8.1.2 »Normale Bewegung, Sicherung des Schultergelenkes«).

#### Beachte

Das Schultergelenk sollte stets mit einer Kompression mobilisiert werden.

Um das **Ellbogengelenk zu strecken** und dabei eine Ventralverschiebung des Humeruskopfes im Schultergelenk zu verhindern, wechselt der Therapeut Punctum mobile und Punctum fixum. Er greift dabei mit seiner rechten Hand den distalen Unterarm (Punctum fixum) und mit der linken Hand das äußere Ellbogengelenk (Punctum mobile). Nun schiebt er, bei fixiertem Unterarm, mit etwas Druck (Kompression) den Ellbogen nach kranial (Schultergelenk), um die Ellbogenextension herbeizuführen. Die Kompression des Schultergelenkes führt zudem zu einem starken propriozeptiven Input und verbessert die Stoffwechselaktivität, wie z.B. die Bildung von Synovialflüssigkeit in der Gelenkkapsel. Eine Ellbogenextension über den distalen Unterarm (Punctum mobile) könnte, verstärkt durch die Winkelwirkung des Ellbogens, Traumen im Schultergelenk verursachen.

#### Beachte

Bei der Mobilisation einer Beugespastik (im Ellbogengelenk) kann in gleicher Weise verfahren werden: Druck des Ellbogens nach kranial bei fixiertem Unterarm.

Im weiteren Bewegungsablauf dreht der Therapeut den proximalen Unterarm entgegengesetzt der Kontraktionsrichtung (Supination) des M. biceps in die Pronationsstellung.

Herr M. darf während der Mobilisation einen leichten Zug verspüren. Schmerzen sind jedoch unter allen Umständen zu vermeiden, da sie zur Kontraktion der ohnehin hypertonen Muskulatur führen (Schutzhaltung) und so den Dehnvorgang zusätzlich erschweren. In der endgradigen Position hält der Therapeut den Arm ca. 10–15 s, führt ihn langsam wieder zurück in eine dehnungsfreie Position und wiederholt dies mehrmals.

Nun integriert der Therapeut den **proximalen Gelenkpartner Schultergelenk**, indem er den gestreckten Arm über die Nullstellung in die Retroversion führt. Er verharzt dort ca. 10–15 s und löst dann die Spannung. Das weitere Verfahren geschieht in ähnlicher Weise wie oben.

Bei größeren Gelenkeinschränkungen sollte man **jedes Gelenk isoliert aufdehnen** und nach dem Erreichen der jeweiligen Endposition zu einer Komplettdehnung übergehen.

Schon kurz nach der Mobilisation fällt es Herrn M. wesentlich leichter, seinen Arm zu strecken und in der geöffneten Position zu halten (► Abb. 11.24e). Bei einer zentral bedingten Kontraktur ist es von grundlegender Bedeutung, das gewonnene **Bewegungspotenzial funktionell umzusetzen** und zu erhalten, da die mangelnde Funktionalität die Ursache der Kontraktur darstellt. Um

### 11.8 · Fallbeispiel Herr M.: Behandlung von Rumpf, oberer und unterer Extremität

das in der Therapie erreichte Bewegungspotenzial zu erhalten, bekommt Herr M. die Anweisung, die endgradige Gelenkpositionen möglichst oft einzunehmen, und z.B. in Ruhepausen oder vor dem Fernseher die Hände hinter dem Kopf zu verschränken, um den M. pectoralis aufzudehnen etc.

#### Funktionsanbahnung in der oberen Extremität

Die Therapeutin beginnt die **selektive Bewegungsanbahnung** mit einer Supinationsbewegung des Unterarms (**Abb. 11.25a**). Sie bittet Herrn M.: »Führen Sie den Daumen zu mir.« Zu Beginn unterstützt sie die Bewegung durch einen begleitenden Druck (propriozeptiver Input über Muskelspindeln) auf die Muskelbäuche des Unterarms, den sie im Zuge der Eigenaktivität reduziert. Im weiteren Bewegungsverlauf folgt der Supination die Außenrotation des Oberarms (aus dem Flexionsmuster heraus), was man sich durch das Sichtbarwerden der Ellenbogeninnenseite (=Außenrotation) merken kann. Um die Bewegung zu erleichtern, gibt die Therapeutin mit ihrer linken Hand wie-

der einen leichten Druck auf die Muskelbäuche des Unterarms (s. oben) und fazilitiert dabei den Arm langsam nach außen. Ihre rechte Hand begleitet die Bewegung, an der etwas in Dorsalextension stehenden Hand bzw. am abduzierter Daumen.

Herr M. soll seinen ausgestreckten Arm in einer Abduktionsbewegung nach oben (hinten), in eine **spasmus-hemmende Stellung** führen (Schultergelenk, Abduktion, Flexion und Außenrotation bei extendiertem Ellenbogen; **Abb. 11.25b**). Dabei unterstützt die Therapeutin durch eine Daumenabduktion, eine Dorsalextension des Handgelenkes sowie am extendierten Ellenbogengelenk, während die Schwerkraft die Beibehaltung der Ellbogenextension erleichtert.

Die Therapeutin unterteilt die **Funktionsanbahnung** in vier Phasen:

- Erste Phase: Schultergelenk über 90° bei extendiertem Ellenbogengelenk (**Abb. 11.25c**).
- Zweite Phase: Schultergelenk unter 90° bei extendiertem Ellenbogengelenk (**Abb. 11.25d**).



**Abb. 11.25a-f.** Funktionsanbahnung in der oberen Extremität: a Supination/Außenrotation; b Abduktion; c 1. Phase; d 1./2. Phase; e 3. Phase; f 4. Phase

- Dritte Phase: Schultergelenk über 90° bei flektiertem Ellenbogengelenk (Abb. 11.25e).
- Vierte Phase: Schultergelenk unter 90° bei flektiertem Ellenbogengelenk (Abb. 11.25f).

In der **ersten Phase** ist die obere Extremität am weitesten vom spastischen Flexionsmuster entfernt (Abb. 11.25c). Der Einfluss einer pathologischen Tonuserhöhung (Spastik, assoziierte Reaktion) ist dadurch am geringsten, wodurch das Potenzial an aktiven physiologischen Bewegungen steigt. Die Therapeutin gibt Herrn M. Bewegungsziele vor: »Führen Sie Ihren (ausgestreckten) Arm zu meiner Schulter (transversale Abduktion, wobei der Einfluss der Schwerkraft die Extension im Ellbogengelenk unterstützt), nach hinten an die Wand« oder »Führen Sie Ihre Hände zusammen, sodass sich die Handflächen flach berühren (kein Faltgriff)«, »Halten Sie Ihre Hände (Hand-Hand Koordination)« etc.

Gelingen die Bewegungen in der 1. Phase, steigert sich das Bewegungsausmaß zur nächsten **2. Phase** (unter 90°) (Abb. 11.25d).

In der **3. Phase** (Abb. 11.25e) führt Herr M. bremsend (exzentrisch) seine Hand zu seiner Nase: »Gehen Sie langsam mit Ihrem Daumen zur Nase und wieder zurück (konzentrisch), zum Mund, wischen Sie sich über die Stirn, zu ihrem linken Schultergürtel« etc. Sowohl das exzentrische Bremsen als auch das konzentrische Ausstrecken des Armes werden über die agonistische Aktivität der Armstrekker (M. triceps brachii) ausgeführt, wodurch wiederum eine Hemmung der pathologischen Tonuserhöhung in den Beugern (M. biceps brachii) erfolgt.

Mit Zunahme der **physiologischen Eigenaktivität** (Abb. 11.25f) nähert sich die Therapeutin der Flexionsstellung (größte Gefahr pathologischer Bewegungsmuster). Beispielsweise bittet Sie Herrn M.: »Führen Sie Ihre Hand zur linken Schulter, zum Ellbogen (unter 90°), kratzen Sie sich am linken Unterarm, an der Hand, am Bauch, reiben Sie sich den Bauch (Kreisbewegungen aus dem Muster heraus)«

etc. Eine Steigerung kann durch die Variation der Unterstützungsfläche, d.h. Aktivitäten im Sitz oder Stand erfolgen.

### Funktionsanbahnung in der unteren Extremität, Seitlage

Die **Seitlage** auf der plegischen Seite findet leider sehr selten ihren Einsatz (Abb. 11.26a). Die Therapeutin gibt Herrn M. verschiedene Bewegungsziele vor. Beispielsweise soll Herr M. mit seinem linken Bein an der Bankkante entlangfahren. Dabei muss er mit seinem rechten Bein in einer relativen Extensionsstellung abduktoriisch stabilisieren. Die agonistische Aktivität der Abduktoren hemmt die pathologische Tonuserhöhung in den Adduktoren und bereitet das Bein auf eine verbesserte Standbeinfunktion (die letztendlich nur im Stand verbessert werden kann) vor.

Die Therapeutin **steigert das linksseitige Bewegungsausmaß** (und damit die rechtsseitige abduktoriische Stabilisation), indem sie Herrn M. bittet mit seinem Fuß ihre rechte, linke Schulter zu berühren, über ihren Kopf zu fahren, den Buckel herunterzurutschen etc. (Abb. 11.26b). Anhand der Zehaktivität überprüft die Therapeutin das Einschießen einer assoziierten Reaktion bzw. des Extensionsmusters, was als **Bewegungsüberforderung** zu bewerten ist (wobei dezentre assoziierte Reaktionen, die sich unmittelbar nach der Bewegungsanstrengung wieder reduzieren, vor allem bei neuen Bewegungsabläufen noch tolerabel sind). Die Position dient neben der Abduktorenstabilität auch der **Wahrnehmungsverbesserung** auf der betroffenen Körperseite, wobei Herr M. in einer spasmusemmenden Stellung in der oberen Extremität erste Stützfunktionen übernehmen muss.

Als **Steigerung** (Abb. 11.26c) spielt Herr M. mit seinem weniger betroffenen Bein Fußball mit einem Luftballon. Wichtig ist, dass bei den Bewegungen das linke Bein stets vor das rechte bzw. gerade noch parallel zum rechten bewegt wird, jedoch nicht hinter das rechte, da hierbei eher die Adduktoren aktiv würden.

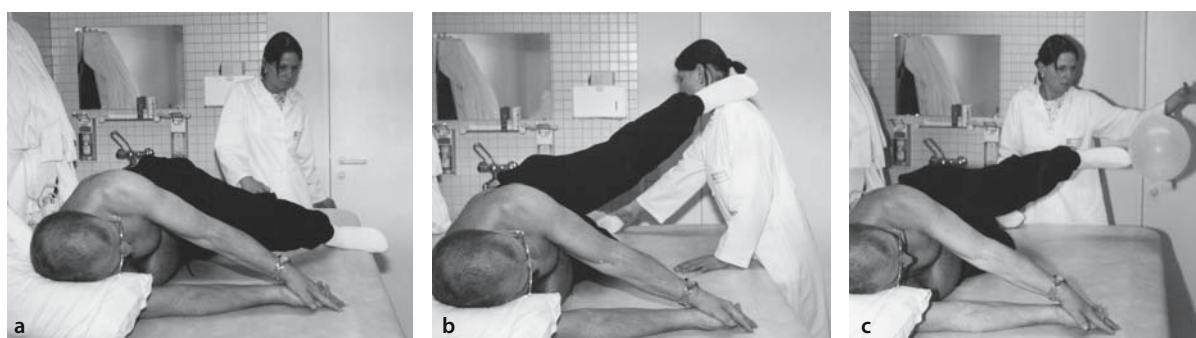


Abb. 11.26a–c. Funktionsanbahnung in der unteren Extremität, Seitlage

### 11.8 · Fallbeispiel Herr M.: Behandlung von Rumpf, oberer und unterer Extremität

#### Funktionsanbahnung in der unteren Extremität, Rückenlage

Die fehlende Selektivität des rechten Beines kompensiert Herr M. über den **Einsatz von Massensynergien** ins Extensions- bzw. Flexionsmuster. Die proximal eingeleitete Gelenkbewegung (Hüfte) setzt sich dabei in den distal gelegenen Gelenken fort, d.h., bei der Hüftstreckung kommt es zur Extension, Innenrotation und Adduktion im Hüftgelenk, Extension im Kniegelenk und Plantarflexion (physiologische Extension) und Supination (Inversion) im oberen und unteren Sprunggelenk. Das Flexionsmuster (Abb. 11.27a) zeigt sich meist durch eine Flexion, Außenrotation und Abduktion im Hüftgelenk, Flexion im Knie- und Dorsalextension (physiologische Flexion) im Sprunggelenk. Während die rechtsseitigen Abduktoren im Standbein (Hüftextension) eine mangelnde Stabilität, d.h. einen Hypotonus zeigen, sind sie bei der Ausführung der Flexionsbewegung tonuserhöht (hyperton). Dies macht deutlich, dass es bei der Bewegungsanbahnung nicht um die Kraft des Muskels oder der Mus-

keln geht, sondern vielmehr um ihre **physiologische Funktion**.

Die Therapeutin beginnt mit der **selektiven Bewegungsanbahnung** (Abb. 11.27b) in einer vom Streckmuster entfernten (spasmushemmenden) Stellung. Dabei führt sie das Bein in eine physiologische Hüft- (kein Flexionsmuster mit Außenrotation, Abduktion) und Knieflexion und positioniert die Fußsohle von Herrn M. etwa in Höhe ihres Sternums. Durch den Fußsohlenkontakt befindet sich das Sprunggelenk in einer Dorsalextension (physiologische Flexion), während das Bein gestreckt wird (selektive Bewegung). Herr M. erhält Fersenkontakt (physiologischer Referenzpunkt), und die Therapeutin spürt anhand des Fußes das Eintreten assoziierter Reaktionen wie z.B. beim Auslösen einer positiven Stützreaktion (unphysiologische Plantarflexion, Spitzfuß) und/oder einer verstärkten Zehflexion (Zehenkrallen), was beides als motorische Überforderung zu bewerten ist. Herr M. bekommt nun die Anweisung, langsam seinen Fuß auszustrecken (konzentrische Aktivität der Strecker). Dabei begleitet die Therapeutin die



Abb. 11.27a–f. Funktionsanbahnung in der unteren Extremität, Rückenlage

Bewegung mit etwas Widerstand, indem sie sich in den Fersensitz begibt. Sobald Sie eine assoziierte Reaktion (z.B. Zehenkrallen, Spitzfuß) ertüft, stoppt sie den konzentrischen Bewegungsablauf und bittet Herrn M., nun unter ihrem Körperdruck sein Bein wieder langsam bremsend zurück in die Ausgangsstellung zu führen (exzentrische Aktivität der Strecker). Bis zum Einsetzen der assoziierten Reaktion ist die Bewegung als physiologisch anzusehen. Bei der exzentrischen Bewegung arbeitet die Streckmuskulatur aus dem pathologischen Streckmuster heraus, wodurch sich die Funktion verbessert und häufig auch die konzentrische Aktivität leichter fällt (Einsatz exzentrischer Bewegungsabläufe, um konzentrische zu verbessern). Die Therapeutin erweitert im Zuge der selektiven Ausführung das Bewegungsausmaß (Streckung mit dorsalflektiertem Sprunggelenk), bis Herr M. schließlich sein rechtes Bein nahezu endgradig, ohne assoziierte Reaktionen ausstrecken kann.

Herr M. soll nun sein gewonnenes, selektives Bewegungspotenzial in eine aktive Bewegung umsetzen (Abb. 11.27c). Die Therapeutin beginnt mit der Stabilisierung des Beines. Sie übt mit dem Gabelgriff unterstützend einen Druck auf das Sprunggelenk, Ferse aus. Herr M. soll nun mit seinem Fuß die Position halten und mit dem weniger betroffenen linken Bein verschiedene Koordinationsbewegungen ausführen, wie z.B.: »Ziehen Sie Ihr linkes Bein an, strecken Sie es aus, berühren Sie mit Ihrer linken Ferse das rechte Knie, fahren Sie die Bankkante ab« etc. Dabei muss das rechte Bein die linksseitigen Bewegungsabläufe stabilisieren. Nach der Stabilität beginnt Herr M. mit der Mobilität, dabei soll er sein Bein langsam ausstrecken, ohne eine assoziierte Reaktion (Abb. 11.27d) auszulösen und wiederzurückziehen (Ferse hat dabei Bankkontakt).

Die Therapeutin reduziert ihre Unterstützung (Gabelgriff) und gibt nur noch dezente taktile Reize mit ihren Fingern, um einer unphysiologischen Bewegungsabweichung entgegenzuwirken (Abb. 11.27d). Die maximale physiologische Flexionsstellung (Ferse berührt das Gesäß) dient zudem als Kontrakturprophylaxe, u.a. für die Achillessehne (Spitzfuß).

Als weitere Steigerung führt Herr M. Bewegungen im freien Raum aus (Abb. 11.27e). Herr M. winkelt zuerst sein betroffenes Bein an und zieht dann sein linkes Bein nach. Dabei ist es wichtig, zuerst das betroffene Bein anzuwinkeln, da das Anwinkeln (die Flexion) des weniger betroffenen Beines zur Erhöhung des Extensoronus im betroffenen Bein führen könnte (s. gekreuzter Streckreflex) und dadurch die Beugung erschwert wird. Zudem kann das betroffene Bein im angewinkelten Zustand (spasmushemmende Stellung) physiologisch die Bewegung im weniger betroffenen Bein stabilisieren.

Das Anwinkeln des betroffenen Beines kann die Therapeutin durch einen Griff am rechten lateralen Fußballen unterstützen, bei dem sich ihr Daumen auf dem Fußrücken

und ihre vier Finger am Kleinzehballen befinden. Sie führt dabei den Fuß mit aufgesetzter Ferse in die Pronationsstellung und wirkt so der Supination (Spitzfuß) entgegen.

Herr M. hebt nun mit angewinkelten Beinen sein Becken langsam an und positioniert es etwas nach rechts, wieder in die Mitte, etwas nach links, wieder in die Mitte etc. Um eine Überforderung zu vermeiden, sollte das Becken nicht allzu hoch angehoben werden bzw. das Ausmaß der seitlichen Beckenbewegung nicht allzu weit ausfallen.

Nach der physiologischen Stabilisierung folgt die Mobilität. Herr M. führt nun beide Knie in Richtung Nase (Füße heben ab) und rotiert mit dem unteren Rumpf (Punctum mobile) gegen den oberen Rumpf (Punctum stabile, schräge Bauchmuskulatur) nach rechts, zur Mitte, nach links, zur Mitte etc. Herr M. stellt beide Beine wieder angewinkelt zurück auf die Therapiebank und beginnt mit seinem rechten Bein koordinative Bewegungen auszuführen. Dabei streckt er u.a. das Bein aus der physiologischen Flexionsstellung langsam aus, führt es wieder zurück, geht mit seiner linken Hand zum rechten Knie (Abb. 11.27) etc.

Anhand der Zehstellung (Verkrampfung) erkennt die Therapeutin eine Überforderung und reduziert das Bewegungsausmaß bzw. erhöht ihre Unterstützung um die Ausführung physiologischer zu gestalten.

Nach der Therapieeinheit gelingt es Herrn M. leichter selektive Beinbewegungen auszuführen (Abb. 11.27f).

### Transfer vom Liegen zum Sitz

Die Therapeutin integriert die bisher erarbeiteten Einzelaktivitäten zu einem Gesamtbewegungsablauf (Abb. 11.28a) und bittet Herrn M., sich mit seiner linken Hand an der lateralen Seite des rechten Knies zu kratzen. Das rechte Bein führt dabei eine physiologische Bewegung zur linken Hand aus. Der M. iliopsoas befindet sich in seiner maximalen Kontraktionsstellung (Hüftflexion), wodurch die weitere Stabilisation der Protraktionsbewegung im linken Schultergürtel über die schräge Bauchmuskulatur der rechten Körperseite erfolgt. Zudem führt die linksseitige Protraktion den rechten Schultergürtel in die Retraktion. Als Steigerung führt Herr M. seine linke Hand über die rechte Seite zum Ellbogenstütz (rechts), um den Transfer vom Liegen zum Sitzen zu verbessern.

Die Therapeutin bittet nun Herrn M., sein rechtes Bein langsam neben die Bank auf den Boden zu stellen (exzentrische Verlängerung der Hüftbeuger, Abb. 11.28b). Bei Bedarf kann die Therapeutin die Bewegung mit ihrem Griff (Abb. 11.27) unterstützen. In dieser Position besteht eine maximale Dehnung der Hüftbeuger (M. iliopsoas, M. rectus femoris, Kontrakturprophylaxe). Um eine Hyperlordose der LWS (Beckenkippung) zu verhindern, ist es wichtig, dabei das linke Bein anzustellen.

Die Therapeutin verhindert durch einen leichten Druck auf den rechten Fuß unphysiologische Bewegungs-

### 11.8 · Fallbeispiel Herr M.: Behandlung von Rumpf, oberer und unterer Extremität

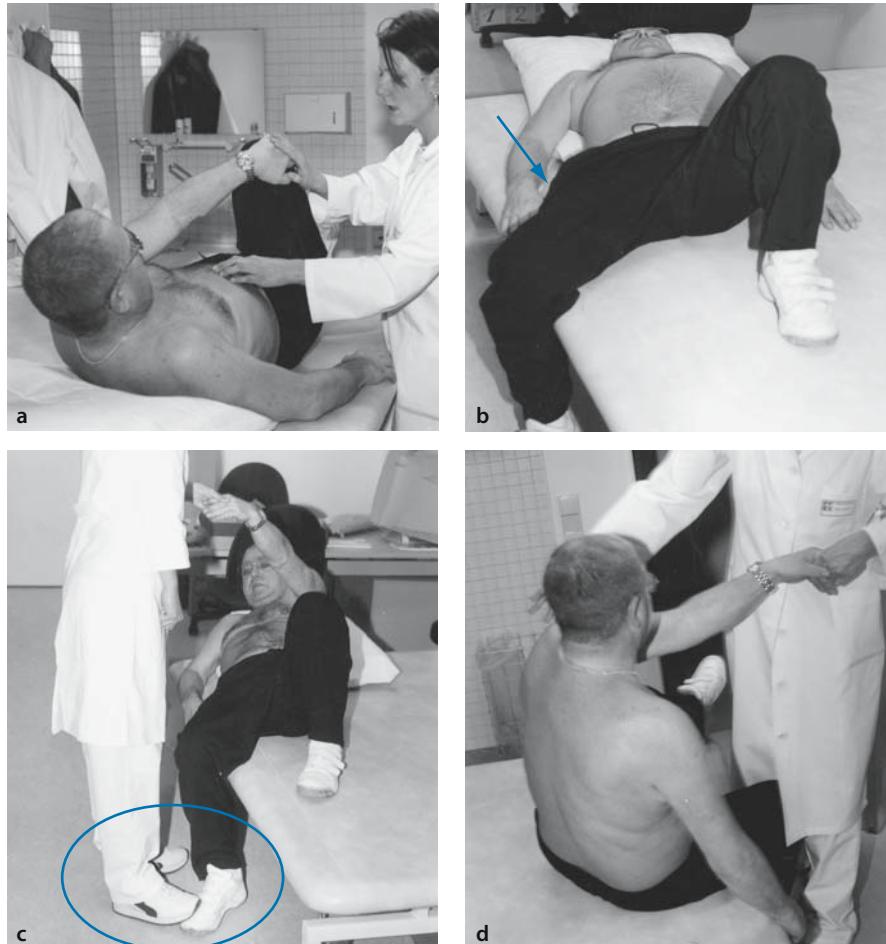


Abb. 11.28a–d. Transfer vom Liegen zum Sitz

muster (vor allem M. rectus femoris), und Herr M. geht über die Rumpfrotation nach rechts in den **Ellbogenstütz** (Abb. 11.28c).

Indem Herr M. sein linkes Bein über die Bank verlagert und als Gewicht einsetzt, richtet er sich aus dem Ellbogenstütz zum freien Sitz auf (Abb. 11.28d).

#### Einsatz der ADL zur Verbesserung der Arm- und Greiffunktionen

Beim Ausziehen seines Pullovers fazilitiert die Therapeutin erste **Greifbewegungen** mit der Hand. Herr M. greift dabei seinen Ärmel (Abb. 11.29a).

In der weiterführenden Bewegung zieht er mit seiner rechten Hand (aus dem Flexionsmuster heraus) den Ärmel seines Pullovers aus (Zurückziehen des linken Armes verhindern!; Abb. 11.29b).

Herr M. wischt mit seiner linken Hand den Rand des Waschbeckens ab (Abb. 11.29c). Er stabilisiert sich

dabei mit seiner rechten Rumpfseite (Lateralflexion) und zeigt Ansätze **automatisierter Stellreaktionen** mit seiner rechten oberen Extremität. Dadurch werden die Abduktoren, Außenrotatoren im Schultergelenk aktiviert und während der Ausgleichsbewegung des Armes können keine kompensatorischen Bewegungsstrategien, wie z.B. das Hochziehen der rechten Schulter oder eine Lateralflexion der linken Rumpfseite, eingesetzt werden.

Herr M. nutzt den so erarbeiteten Tonus, um mit dem rechten Arm den Beckenrand abzuwischen (Abb. 11.29d). Dabei wird das Armgewicht durch den Beckenrand übernommen und die Armbewegung durch die Vorverlagerung des Rumpfes (Punctum mobile), d.h. von proximal nach distal ausgeführt.

Nach der Therapieeinheit setzt Herr M. sein neu gewonnenes **Bewegungspotenzial** zum Anziehen bzw. Schnüren der Schuhe ein (Abb. 11.29e). Er greift auf das in



Abb. 11.29a-f. Einsatz der ADL zur Verbesserung der Arm- und Greiffunktionen

11

**Abb. 11.23** erreichte schmerzfreie Bewegungspotenzial zurück und dehnt die dorsalen Muskelgruppen.

Beim stabilisierenden Halten der Schleife mit dem rechten Arm werden die Außenrotatoren und Abduktoren des Schultergelenks aktiviert (Abb. 11.29f).

### Anbahnung von Greiffunktionen

Um die **Greifaktivitäten zu fazilitieren**, unterstützt der Therapeut mit einem Handgriff die Greifbewegung (Abb. 11.30a). Dabei greift er mit seiner Hand unter dem rechten Ellbogengelenk von Herrn M. hindurch und positioniert seinen Zeige- und Mittelfinger in etwa an das distale Ende der Metakarpalia. Er unterstützt mit seinem Zeige- und Mittelfinger die Greifbewegung, während sein am Handrücken positionierter Daumen die Extension (Loslassen) der Finger unterstützt.

Der abduzierte Daumen dient als Zeiger für eine beginnende Spastizität. Zieht der Daumen in die Adduktion (Spastik), folgt meist auch das Flexionsmuster der Finger, was der Anbahnung selektiver Fingerbewegungen entgegenwirkt.

Größere Gegenstände, wie z.B. eine Kaffeetasse, führen zu einer verstärkten Daumenabduktion (Spastik hemmend) und bieten neben der Alltagsrelevanz (Feedforward-Programme) einen physiologischen Stimulus am Daumen-

und Kleinfingerballen (physiologischer Referenzpunkt Handwurzel).

Herr. M. greift verschiedene Gegenstände, die in Gewicht und Oberfläche variieren (Kaffeetasse, Getränkeflasche aus Glas, Kunststoff, Becher etc.) mit seiner rechten Hand (Abb. 11.30b). Er füllt die Kaffeetasse und bewegt sie zum Mund. Zur Unterstützung kann der kleine Finger des Therapeuten am Boden der Tasse noch zusätzlich stabilisieren.

Um vor allem das **Loslassen der Gegenstände** zu verbessern, bekommt Herr M. die Anweisung, die Zigarettenenschachtel wegzustossen, zuerst mit dem ganzen Arm (aus dem Muster heraus), dann mit der Hand (Dorsalextension) und mit zunehmender Selektivität nur noch mit den Fingern (Fingerextension) bzw. mit dem Zeigefinger und Daumen (Pinzettengriff; Abb. 11.30c). Die Bewegungen dürfen nicht mit einer pathologischen Tonuserhöhung, d.h. über die Schulter oder gar den Rumpf ausgeführt werden, sondern sollten vielmehr schnell und geschmeidig stattfinden. Herr. M. soll dann die Schachtel unterschiedlich weit, zu bestimmten Positionen (aus dem Muster heraus) weg schupsen bzw. weg schnipsen.

Die Zigarettenenschachtel ist sicherlich nicht unbedingt das beste Therapiemedium, sie bietet jedoch durch ihre

### 11.8 · Fallbeispiel Herr M.: Behandlung von Rumpf, oberer und unterer Extremität

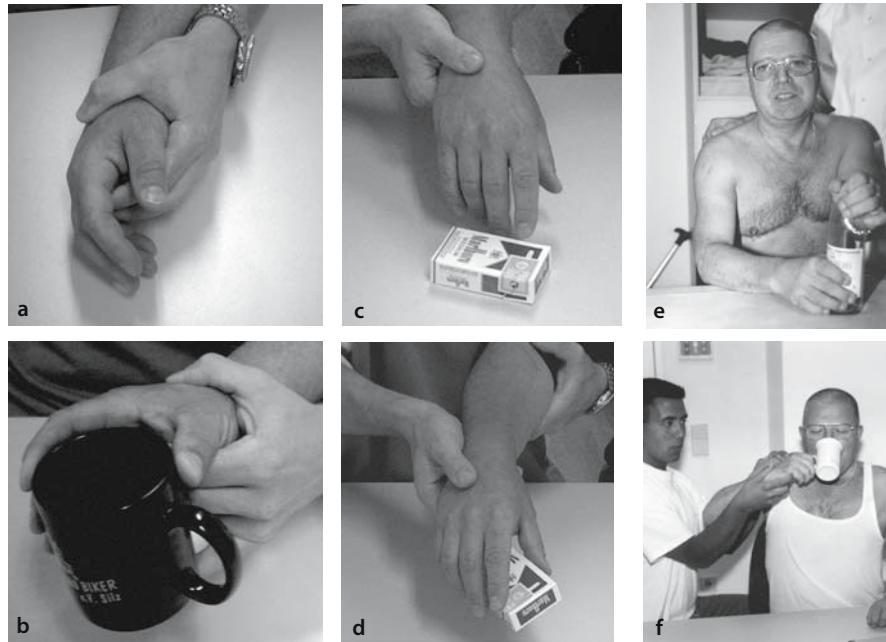


Abb. 11.30a-f. Anbahnung von Greiffunktionen (Auf richtige Sitzposition achten!)

Größe, Form und ihr Gewicht ideale Voraussetzungen, um **erste aktive Greif- und Loslassbewegungen eigenständig auszuführen** (Abb. 11.30d).

Herr M. führt seine rechte Hand über den schmalen Flaschenhals und gleitet an der Flasche herab zum breiten Boden (Abb. 11.30e). Dort hält er die Flasche fest, während er sie mit der linken Hand **auf- bzw. wieder zu-dreht**. Die geöffnete Flasche umgreift er mit beiden Händen (kein Faltgriff) und gießt aus der Flasche Wasser in eine Kaffeetasse (o. Ä.). Danach verschließt er die Flasche und schiebt sie anfangs mit beiden Händen, später mit der rechten Hand zu verschiedenen vorgegebenen Positionen. Das verschüttete Wasser wird mit der rechten Hand und einem Handtuch aufgewischt. Um das Handtuch ordentlich zusammenzulegen, breitet Herr M. es vor sich aus (längs oder quer, je nach Bewegungsausmaß der Arme) und rollt es ähnlich einer Teigrölle mit beiden Händen zusammen. Nun umgreift er die beiden Enden und gibt es unter der maximalen Spannung (Aktivität der Außenrotatoren) dem Therapeuten.

Herr M. greift die (etwa halb) gefüllte Tasse, um daraus zu **trinken** (Abb. 11.30f). Der Therapeut fazilitiert den Bewegungsablauf am Schultergelenk, um Kompensation zu verhindern, und am Handgelenk, um den physiologischen Bewegungsablauf zu unterstützen.

#### **Greiffunktionen, Skatspiel**

Der Therapeut **integriert die zuvor isoliert erarbeiteten Bewegungsabläufe**, mit einem beliebten Hobby von Herrn M.,

dem Skatspiel. Dabei hebt er mehrere Karten vom Kartentapel (ähnlich der Zigarettenenschachtel s. oben) ab (Abb. 11.31a).

Er verteilt nun die Karten an zwei Mitspieler. Der **Therapeut unterstützt** am Ellbogen- und Schultergelenk die physiologische Bewegungsausführung (Abb. 11.31b).

Herr M. **hält beim Spiel automatisiert seine Karten** und schiebt dabei mit seinem Daumen die jeweiligen Handkarten hervor bzw. zurück (Abb. 11.31c).

Im neuen Spiel mischt er **ohne die Hilfe des Therapeuten** die Karten neu (Abb. 11.31d). Um eine kompensatorische Mitbewegung des Schultergürtels zu verhindern, liegt dabei der Ellbogen auf einem Handtuch auf. Um eine Ulnariskompression zu verhindern, muss darauf geachtet werden, dass das Ellbogengelenk nicht über der Tischkante liegt.

#### **Graphomotorik**

Herr M. bekommt einen etwas **breiteren Stift**, mit dem er **wahllose Striche** senkrecht, waagrecht, quer etc. zieht (Abb. 11.32a). Danach zeichnet er Bögen, Kreise, Ellipsen etc. Die Linien sollen dabei in etwa denen seines prämorbiiden Schriftbildes gleichen (s. Fallbeispiel Herr L., Graphomotorik). Um kompensatorische Schulterbewegungen zu vermeiden, liegt der Ellbogen auf (evtl. mit Handtuch unterlagern). Falls in der Hand eine pathologische Tonuserhöhung eintritt, die die Selektivität der Finger einschränkt, kann auch eine zusätzliche Griffverdickung verwendet werden.

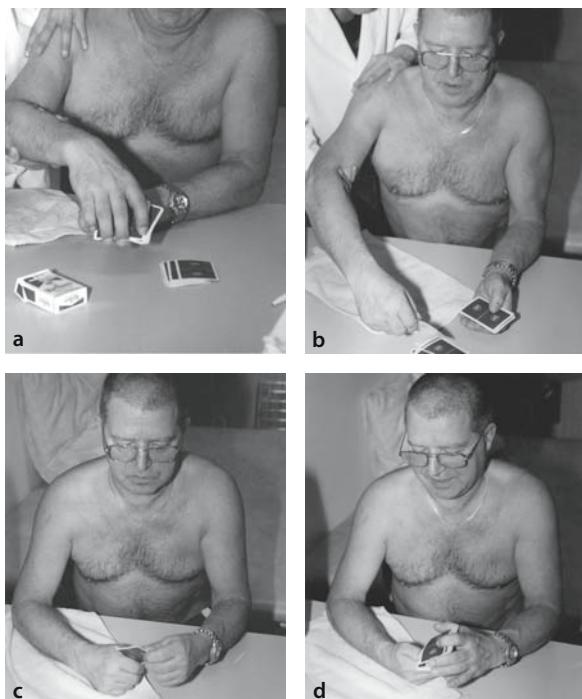


Abb. 11.31a–d. Greiffunktionen, Skatspiel

**Um erste koordinierte Linien zu ziehen, verbindet Herr. M. die Linien eines auf DIN A3 kopierten Zahlenbildes (Hand-Augé-Koordination) (Abb. 11.32b).** Dabei soll seine Aufmerksamkeit vor allem bei der Aufgabe, d.h. dem Suchen der Zahlen liegen und das Verbinden der Linien möglichst automatisiert ausgeführt werden (weniger Tonus).

Die Linien, Bögen, Ellipsen etc. werden zunehmend dem prämorbidien Schriftbild angenähert, bis Herr M. schließlich innerhalb einer vorgegebenen Zeile, wie z.B. auf dem Rezept, seine **Unterschrift** tätigen kann (Verbesserung der Selbstständigkeit, um z.B. Bankgeschäfte zu tätigen; Abb. 11.32c).

### Sitzaktivitäten mit Alltagsgegenständen

Um den Transfer der Greifbewegungen in Alltagssituationen zu ermöglichen, wählt der Therapeut verschiedenste Alltagsgegenstände des täglichen Lebens (Abb. 11.33a). Unser Gehirn arbeitet nicht stereotyp. Das Beüben bestimmter Bewegungsabläufe, wie z.B. »Strecken oder beugen Sie Ihre Finger«, oder das stetig gleiche Greifen ein und desselben Gegenstandes, wie z.B. einen Therapiekugel, macht daher, funktionell gesehen, wenig Sinn. Hingegen bieten die Gegenstände des täglichen Lebens mannigfache Variations- und Assoziationsmöglichkeiten für den Patienten oder vielmehr für sein ZNS.

Herr M. sitzt im Rotationssitz an der Banckecke und greift mit seiner linken Hand verschiedene Alltagsgegenstände (Abb. 11.33b). Bei der Seitwärtsbewegung des linken Armes muss Herr M. durch eine Lateralflexion der rechten Rumpfseite im Sinne einer **Rumpfstellreaktion**, die linke Seite stabilisieren. Dabei setzt das ZNS die Stellreaktion erst ein, wenn es die Notwendigkeit der Bewegung erfordert; entsprechend muss das Bewegungsziel positioniert werden. Reichen die körpereigenen Stellreaktionen nicht mehr aus (meist schon früher), setzt Herr M. seine rechte Extremität im Sinne einer Stützfunktion ein, um die Unterstützungsfläche entsprechend dem Bewegungsausmaß zu vergrößern. In beiden Fällen wird die rechte Rumpfseite agonistisch tätig, wodurch sich die kompensatorische Tonuserhöhung in der linken Rumpfseite (s. Befunderhebung Rumpf) reduziert und die Tonusverhältnisse physiologischer werden.

Während der linksseitigen Greifbewegung erfolgt, entsprechend den Objekteigenschaften (große, kleine, dicke, dünne Dosen, Gläser, Tuben etc.), eine **bewusst automatisierte Griffadaption** (vor allem prämotorischer Kortex; Abb. 11.33c). In der Körpermitte wechselt Herr M. die Gegenstände zur rechten Hand (Hand-Hand-Koordination), wodurch diese sich, durch die linksseitige Griffadaption leichter (automatisierter) an die Gegenstände adaptieren kann. Automatisierte Bewegungen werden mit einer geringeren Aufmerksamkeit – bei ca. 80% neurologisch geschädigter Patienten bestehen Aufmerksamkeitsstörungen –, weniger Tonus und einer höheren Bewegungsge-

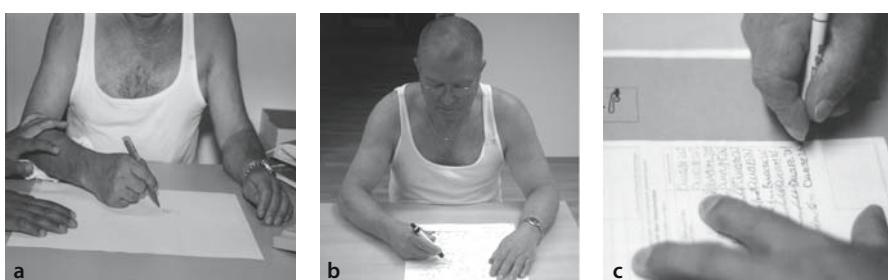


Abb. 11.32a–c. Graphomotorik

## 11.8 · Fallbeispiel Herr M.: Behandlung von Rumpf, oberer und unterer Extremität



**Sitzaktivitäten mit Alltagsgegenständen**



■ Abb. 11.33a-d. Sitzaktivitäten mit Alltagsgegenständen

schwindigkeit ausgeführt. Dadurch können sie, das entsprechende Potenzial vorausgesetzt, einer pathologischen Tonuserhöhung (Spastik) entgegenwirken (die neuronale Steuerung obliegt vor allem den supplementär motorischen Kortizes und den Basalganglien). Hierbei ermöglicht der Rotationssitz eine Rumpfrotation des oberen Rumpfes gegen den unteren Rumpf. Rotationsbewegungen sind immer mit dem harmonischen Zusammenspiel (reziproke Innervation) zwischen der Flexoren- und Extensorenaktivität verbunden, wodurch sie dem ZNS einen hohen propriozeptiven Input liefern.

Herr M. nutzt die Rumpf- und Schultertonisierung aus der Frontalebene als Basis für die **Ziel- und Greifbewegung des Armes innerhalb der Sagittalebene** (geringere Tonus- und Gleichgewichtsanforderungen an den Rumpf; ■ Abb. 11.33d). Er hebt dabei seinen Arm im Rahmen seines Bewegungspotenzials (ca. 70° Flexion), im weiteren Bewegungsverlauf wechseln Punctum fixum und Punctum mobile, und der Rumpf (Punctum mobile) bewegt sich nach ventral gegen den Arm. Die Bewegung wird von proximal gegen distal ausgeführt (Rumpf gegen Arm), was dem Patienten häufig leichter fällt und das Bewegungsausmaß im Schultergelenk vergrößert.

### Frühe Standaktivitäten

Herr M. beginnt mit der Reinigung der (in einer vorherigen Übung beschmutzten) Therapiebank (■ Abb. 11.34a). Die rechte obere Extremität nutzt er als **Stützarm** (2. Phase, gestreckter Ellenbogen unter 90°), wobei auch eine ver-

**stärkte Gewichtsübernahme auf das rechte Bein** erfolgt. Der Stütz auf den betroffenen Arm ist nur möglich, wenn die betroffene Seite belastet wird. Herr M. klagt, vor allem bei der endgradigen Dorsalextension, über Dehnschmerzen im palmaren Handgelenk. Um die Dorsalextension und die damit verbundenen Schmerzen zu reduzieren, positioniert die Therapeutin den Handballen an der Bankkante (Vermeidung von Mikrotraumen). Im Bereich des Handballens befindet sich eine besonders hohe Anzahl an Muskel- und Sehnenspindeln, die u.a. für die Adaption der physiologischen Tonusverhältnisse mitverantwortlich sind (► Kap. 4 »1. SMRK«). Der **Handballen** bildet dabei, ähnlich der **Ferse** am Fuß, einen **physiologischen Referenzpunkt**, der bei adäquater Stimulation die Hand bzw. den Arm stärker ins Bewusstsein rückt und damit auf pathologische Tonusverhältnisse hemmend einwirkt.

Bei Herrn M. bestehen zudem **Bewegungseinschränkungen in der Außenrotation des Schultergelenkes** (aus dem pathologischen Muster heraus). Die Therapeutin nutzt (wie im Handgelenk) das bestehende schmerzfreie Bewegungspotenzial, um es im Sinne einer Aktivität auszubauen (eine vorherige passive Mobilisation unterstützt beides). Herr M. stellt oder holt dabei Gegenstände aus den Regalen (Befeuchter, Schwamm, Lappen etc.) und bewegt dabei den proximalen Rumpf (Punctum mobile) gegen die distale Hand (Punctum fixum) zu einer Außenrotation im Schultergelenk (proximal zu distal). Falls eine verstärkte Hüftflexion bzw. eine Retraktion der rechten Beckenhälfte eintritt, kann das Bewegungsziel etwas höher (Rumpfaufrichtung)

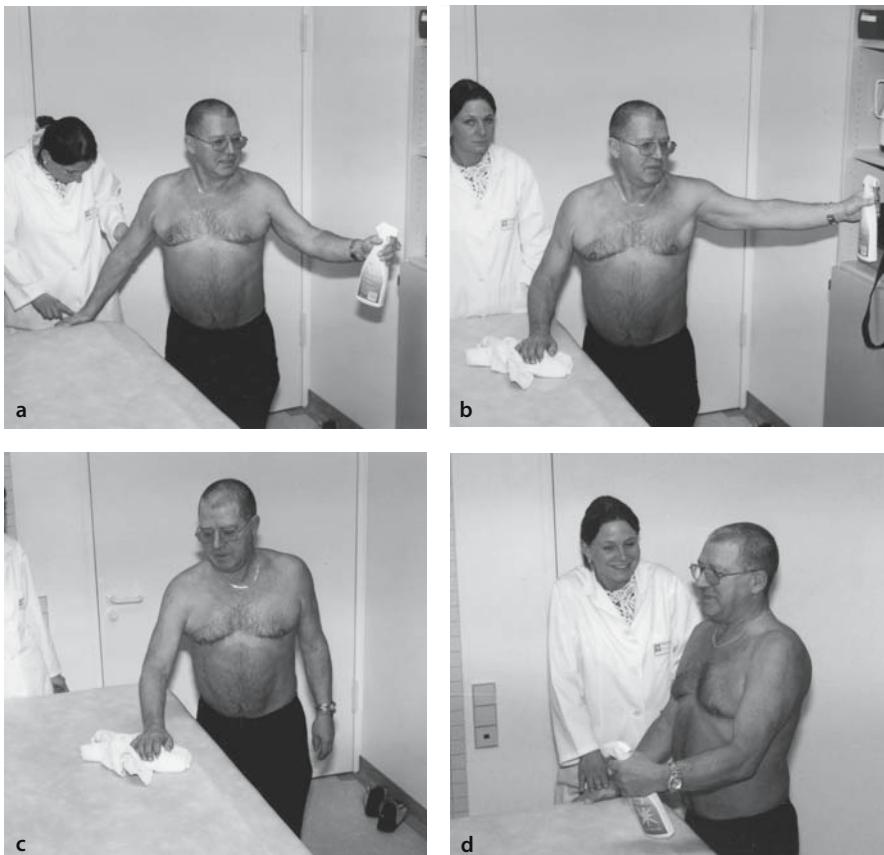


Abb. 11.34a-d. Frühe Standaktivitäten

11

positioniert werden und/oder die Therapiebank als Referenzpunkt der Hüfte (Hüftextension) dienen. Herr M. steht dabei quer (Frontalebene) vor der Bank, und **beide Beckenseiten** liegen an der Bankkante an. Das Bewegungsausmaß sowie die Belastung in Hand- und Schultergelenk müssen sehr bedacht ausgewählt werden, um eine Überforderung des Patienten zu verhindern und zudem eine Traumatisierung der genannten Strukturen zu vermeiden.

Die Positionierung an der Bankkante erleichtert Herrn M. das Halten des Armes (Punctum fixum), um über den Rumpf die Außenrotation des Schultergelenkes auszuführen (Abb. 11.34b). Als **Steigerung** legt Herr M. seine Hand auf ein Handtuch und soll die Sprühflasche wieder zurückstellen, ohne dass sich die Hand bzw. das Handtuch bewegt. Die Bewegung in die Außenrotation dient der eigenständigen Tonusregulation (Hemmung pathologischer Tonuserhöhung, vor allem exzentrisches Verlängern der hypertonen Innenrotatoren im Schultergelenk). Erleichtert wird die Tonusregulation (bzw. spätere Bewegungsausführung) durch das Einziehen von Handtuchfalten zwischen die Finger und den Daumen (Spreizen, Abdu-

zieren der Finger und des Daumens als spasmushemmende Stellung).

Die **physiologische Tonisierung (Stabilität)** durch den **Stützarm erleichtert** die darauf folgende **Mobilität** der Hand (Abb. 11.34c). Nach dem Besprühen der Therapiebank wischt Herr M. zunächst mit der aktiv-assistiven Unterstützung der Therapeutin, dann mit zunehmender Eigenaktivität (aus dem pathologischen Muster heraus) selbstständig über die Therapiebank.

Falls man das Medium Sprühflasche (die vorher von Herrn M. mit Wasser gefüllt wurde) allzu häufig einsetzt und zusätzlich Herrn M. unqualifiziert rügt »Das wird ja gar nicht sauber, wenn ich das Ihrer Frau erzähle etc.«, muss man – besonders bei einem Sportschützen wie ihm (s. Hobbies) – damit rechnen, dass er die Sprühflasche als Waffe gegen den Therapeuten einsetzt (Abb. 11.34d).

## Verbesserung der Standbeinfunktionen

### Beachte

Ohne Standbein kein Schwungbein (► Kap. 5 »Normale Bewegung, Gehen«).

Die Therapeutin beginnt mit der **Verbesserung der rechtsseitigen Gewichtsübernahme im Kniestand** (► Abb. 11.35a). Einerseits ermöglicht die Position eine physiologische Extensionsaktivität im Hüftgelenk (Bahnung) bei gleichzeitiger Hemmung pathologischer Streckaktivitäten (durch das flektierte Knie). Andererseits können durch den Kniestand die Gleichgewichtsreaktion (Stellreaktionen) und die Gewichtsübernahme bei instabilem Kniegelenk vor dem Stand gebahnt werden.

Herr M., der lange Jahre in einem Fußballverein aktiv war (s. Hobbys), spielt mit seinem linken Bein Fußball und muss mit dem rechten Standbein stabilisieren. Zudem kann er sich mit seinem rechten Arm auf einen Stuhl (stabilen Gegenstand) stützen.

Eine Möglichkeit, um die **Abduktoren- und Außenrotatorenaktivität im Hüftgelenk zu fördern**, bietet die Sequenz »Barhocker« (► Abb. 11.35b). Herr M. soll sich dabei zuerst mit seiner linken Gesäßhälfte auf die erhöhte Therapiebank setzen (einem Barhocker ähnlich) und sich anschließend wieder herunter auf den Boden stellen. Um die linke Gesäßhälfte auf die Therapiebank zu platzieren, muss das linke Bein angehoben werden. Dabei verkürzen sich die rechtsseitigen Abduktoren, Außenrotatoren agonistisch konzentrisch bzw. verlängern sich beim Heruntergehen agonistisch exzentrisch. Herr M. darf sich dabei mit seinem Arm stützen, bzw. die Therapeutin kann anhand der Bankhöhe das Anforderungsniveau regulieren.

Durch ein Spiel, bei dem Herr M. einen langsam fliegenden Luftballon zurückschlägt (aufgeblasener Hygienehandschuh), **verbindet er die Stabilität der Beine und des Rumpfes mit der Dynamik (Zielmotorik) der Arme** (► Abb. 11.35c). Aus Sicherheitsgründen sollte dabei ein zusätzlicher Therapeut hinter Herrn M. platziert werden.

### Vorfußbelastung (Sprungbereitschaft)

Eine besondere Schwierigkeit besteht bei der **Vorfußbelastung** (► Abb. 11.36a). Durch den Druck auf den Vorderfuß (Fußballen) erfolgt normalerweise eine stabilisierende Tonusreaktion (vor allem Extensorotonus). Bei einer gesteigerten Reflexaktivität, wie sie bei einem Hemiplegiker auftreten kann (durch den Klonus zu erkennen), kommt es zum Auslösen einer positiven Stützreaktion, d.h. zu einem pathologischen Extensorenmuster. Unterstützt wird diese Reaktion durch das Anbeugen des kontralateralen Beines (s. motorische Systeme – Rückenmark, positive Stützreaktion und gekreuzter Streckreflex). Um Herrn M. langsam im Sinne einer Alltagshandlung an die Vorfußbelastung heranzuführen, holt er mit seinem linken Arm immer höhere Gegenstände aus dem Regal. Dabei müssen sich die Plantarflexoren (Wadenmuskulatur, physiologische Strecker) beim Aufrichten konzentrisch verkürzen und beim Zurückgehen exzentrisch verlängern. Herr M. darf sich dabei mit dem rechten Arm abstützen bzw. nimmt den Gegenstand aus der linken in die rechte Hand und legt ihn rechtsseitig ins Regal (Belastung rechtes Standbein). Eine weitere Möglichkeit bietet die Treppe. Beispielsweise wird beim Treppabgehen die Fußspitze (Fußballen, Zehe) zuerst aufgesetzt und durch die exzentrische Verlängerung der Wadenmuskulatur der Bewegungsablauf stabilisiert (beim Treppaufgehen konzentrisch).



► Abb. 11.35a–c. Verbesserung der Standbeinfunktionen

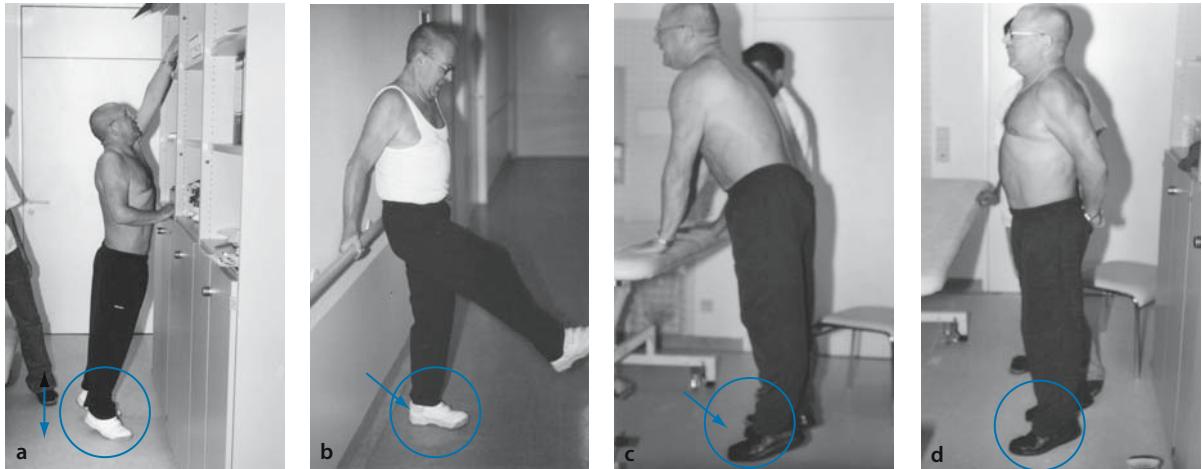


Abb. 11.36a–d. Vorfußbelastung (Sprungbereitschaft!)

Je schneller (zeitliche Koordination) und kraftvoller (Bewegungsausmaß, räumliche Koordination) die Muskelspindeln der Fußstrecken gereizt werden, umso schwerer fällt Herrn M. die physiologische Bewegungsausführung, d.h. die Hemmung der übersteigerten Reflexaktivität (Abb. 11.36b). Um das physiologische Bewegungspotenzial bei der Vorfußbelastung möglichst weit auszubauen, führt Herr M. verschiedene **Sprungübungen** durch. Herr M. wird mit dem Rücken am Geländer positioniert und stützt sich mit seinen Armen dorsal daran ab (Aktivierung der Extensoren und Außenrotatoren in der oberen Extremität). Er springt nun alternierend von einem Bein auf das andere. In dieser Position kommt der Standbeinfuß hauptsächlich mit dem physiologischen Referenzpunkt Ferse auf den Boden, was wiederum die Vorfußbelastung und, damit verbunden, das Auftreten einer positiven Stützreaktion reduziert. Die Schrittfolge beginnt mit Sprüngen, die abwechselnd das rechte bzw. linke Bein nach vorn bringen (Don Kosaken, Aktivität der Hüftflexoren), und wird zur Verbesserung der Abduktorenaktivität zum Seitensprung (Sirtaki) ausgebaut, d.h. linkes Bein nach links (rechtes Standbein) bzw. rechtes Bein nach rechts (linkes Standbein). Als Steigerung stellt sich Herr M. seitlich an das Geländer und sichert sich mit seiner linken Hand bzw. dreht sich um und hält sich mit seiner rechten betroffenen Hand am Geländer.

Um die **Vorfußbelastung zu steigern** (die physiologische Ausführung vorausgesetzt), wird Herr M. ventral an der Therapiebank positioniert und soll eine ähnliche Schrittfolge wie in Abb. 11.36b ausführen (Abb. 11.36c). Während bei den vorherigen Bewegungsabläufen vor allem die vordere Beinmuskulatur (M. iliopsoas, M. rectus femoris) aktiv wurde, werden in dieser Stellung die Beine alternierend nach hinten geführt. Dabei wird besonders die ischi-

okrurale Muskelgruppe aktiviert. Herr M. muss mit einem Bein konzentrisch verkürzen, um es nach hinten abzuheben und gleichzeitig im kontralateralen Bein in den Ischiokruralen (relativ schnell) exzentrisch verlängern, um das alternierende Standbein (auf das gesprungen wird) zu ermöglichen. Gegen Ende springt Herr M. mit beiden Beinen möglichst hoch, um den symmetrischen Bewegungsablauf im Seitenvergleich zu überprüfen.

Abschließend **springt Herr M., ohne sich abzustützen**, d.h. frei im Raum (Abb. 11.36d). Um dabei die Rumpfaufrichtung und Hüftextension zu gewährleisten, verschränkt er seine Arme hinter dem Körper. Die Sprungübungen sollten sehr langsam beginnen und mit steigendem Rhythmus (Geschwindigkeit) und Bewegungsausmaß ausgebaut werden.

### Vorbereitung zum Gehen

Die Therapeutin nutzt die physiologische Gewichtsübernahme des Vorfüßes und baut sie im Sinne von **Gleichgewichtsreaktionen** in die Abrollphase des Gehens ein (Abb. 11.37a). Dabei bewegt sie den Schlüsselpunkt Becken nach ventral, worauf Herr M. durch eine Dorsalbewegung des Oberkörpers und der Arme sowie durch den Zehenstand reagiert.

Nun bewegt sie langsam das Becken wieder nach dorsal, und Herr M. reagiert zuerst etwas zögerlich, dann aber adäquat durch die Vorverlagerung des Oberkörpers, der Arme und durch das Anheben der Zehen (Fersenstand) (Abb. 11.37b). Bedingt durch die kompensatorische Aktivität der Extensoren, fällt auch Herrn M. (wie den meisten Hemiplegikern) die adäquate Reaktion auf die Dorsalbewegung des Beckens schwer. Die Therapeutin beginnt daher sehr langsam mit einem eher kleinen Bewegungsausmaß

### 11.8 · Fallbeispiel Herr M.: Behandlung von Rumpf, oberer und unterer Extremität

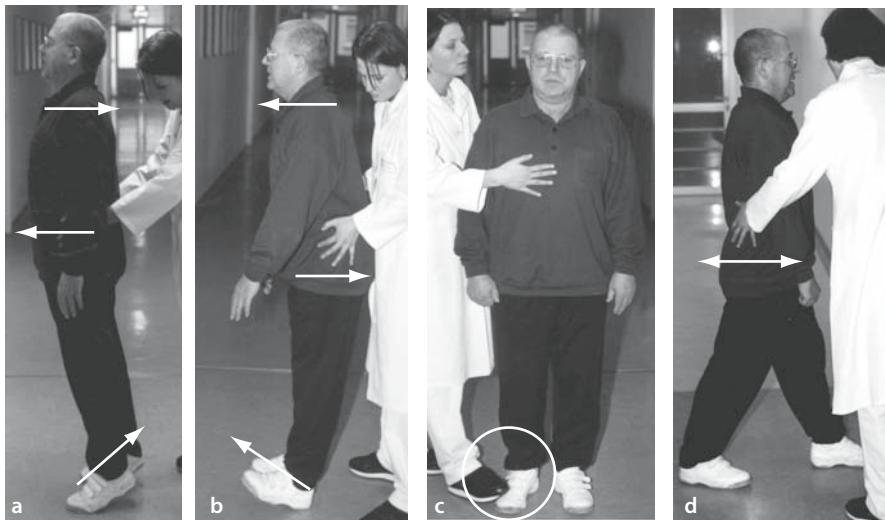


Abb. 11.37a–d. Vorbereitung zum Gehen

und steigert es im Zuge der physiologischen Ausführung. Die erneute Vorwärtsbewegung des Beckens, d.h. das **Abrollen von der Ferse zu den Zehen**, gleicht in etwa dem Abrollen während der Standbeinphase. Das Abrollen wird mehrmals wiederholt, bis die Therapeutin die Anforderung, vom Parallelstand zur Schrittstellung, steigert (verringerte Unterstützungsfläche).

Stellen wir uns in **Schrittstellung**, so wird das hintere Bein in der Regel stärker belastet. Bringen wir dagegen einen Hemiplegiepatienten mit seinem betroffenen Bein in die hintere Position, so belastet er dieses nur sehr ungern. In der Regel bleiben Hemiplegiker auf ihrem »guten (weniger betroffenen, linken)« Bein stehen.

Die Therapeutin bittet Herrn M., einen Schritt nach vorn zu gehen (Abb. 11.37c). Um dabei eine **automatisierte Gewichtsübernahme des rechtsseitigen Standbeines** zu erreichen, gibt die Therapeutin mit ihrem Fuß einen dezenten Druck auf den rechten Vorderfuß, sodass Herr M. (relativ automatisiert!) sein linkes Bein als Schwungbein einsetzt.

In Schrittstellung (hinteres rechtes Bein als Standbein) fazilitiert die Therapeutin (mehrmais) das Becken symmetrisch über das rechte, hintere Standbein nach ventral, bis sich seine Ferse abhebt, und wieder zurück nach dorsal, bis sich die Zehen des linken vorderen Fußes (Belastung Ferse rechts) anheben (Abb. 11.37d). Als **Steigerung** verbindet die Therapeutin die rechtsseitige Abrollphase mit der linksseitigen Schwungbeinphase. Dabei fazilitiert sie das Becken symmetrisch nach vorn bzw. zurück über das rechte Standbein, wobei Herr M. sein linkes Bein in Schrittstellung nach vorn bzw. zurückführt. Die Schrittstellung sollte so weit ausgebaut werden, dass sich bei der Vorwärtsbewegung des linken Beines der rechtsseitige M. iliopsoas in einer relativ-

ven Dehnstellung befindet (Hüftextension, reaktives Einleiten der rechtsseitigen Schwungbeinphase). Nun bekommt Herr M. die Anweisung: »Lassen Sie Ihr rechtes Knie los (locker)«, sodass es im Zuge der linksseitigen Gewichtsübernahme und, bedingt durch die Einwirkung der Schwerkraft, etwa auf die Höhe des linken Knies fällt. Die Therapeutin fazilitiert das Becken wieder symmetrisch zurück und bittet Herrn M.: »Strecken Sie Ihr (rechtes) Knie durch«, um es erneut wieder fallen zu lassen. Das adäquate Loslassen des rechten Knies ist abhängig von der physiologischen (exzentrischen) Verlängerung der Ischiokruralen. Gelingt der Bewegungsablauf harmonisch, fazilitiert die Therapeutin das Becken weiter nach vorn über das linke Standbein, um eine physiologische Schwungbeinphase (weitere Aktivität durch den M. iliopsoas) rechts einzuleiten, bis Herr M. mit der rechten Ferse den Boden berührt als **Beginn der Standbeinphase rechts** (s. oben).

#### Gangaktivitäten

**Gehen** (Abb. 11.38a) besteht aus der rhythmischen Abfolge stabilisierender (Standbein) und dynamischer (Schwungbein) Bewegungsprozesse, die der Fortbewegung (Lokomotorik) dienen. Die jeweiligen Sequenzen des Gehens wurden z.T. sehr fokussiert vorbereitet, wie z.B. die Tonisierung der Abduktoren, um die Standbeinphase zu verbessern (ohne Standbein kein Schwungbein), oder die Mobilisation der Hüftbeuger und der Ischiokruralen, um einen physiologischen Ablauf der Schwungbeinphase zu ermöglichen. Die beste Gangschulung verliert jedoch ihren Sinn, wenn der Transfer zu Alltagssituationen ausbleibt. Daher sollte das Gehen nicht um des Gehens willen ausgeführt werden, sondern, entsprechend seiner Natur, als Mittel zum Zweck. Herr M. hat, ähnlich der oben beschriebenen

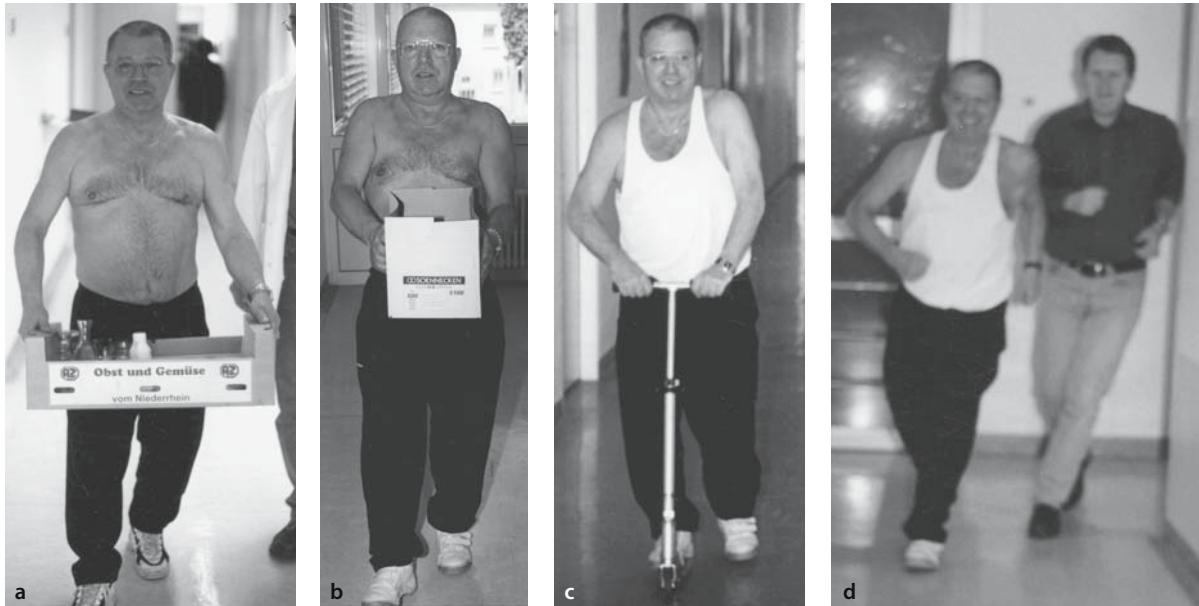


Abb. 11.38a–d. Gangaktivitäten

**11**  
Sitzaktivitäten (zur Rumpftonisierung), im Stand verschiedenste Alltagsgegenstände aus einem Regal in einen Pappkarton gestellt. Den Karton trägt er nun aus dem Behandlungsräum zu einem vorgegebenen Zielort (evtl. Lager), wobei er verschiedene Hindernisse, Engpässe, Stufen etc. umgehen bzw. überwinden muss.

Beim **Transport** (Abb. 11.38b) der leichteren Kartonvariante muss Herr M. seinen Tonus im Arm stärker kontrollieren, um das Eintreten einer assoziierten Reaktion zu vermeiden (was man am Eindrücken des Kartons erkennen würde).

Der **Cityroller** (Abb. 11.38c) von Herrn M.s Enkel (der zufällig bei der Therapie anwesend war) eignete sich u.a. zur Verbesserung der Standbeinphase, da während der Gewichtsübernahme die Hüfte und das Knie leicht flektiert sind (was dem Einschießen des Extensionsmusters entgegenwirkt), sowie zur Schwungbeinphase, da sich der Abstand zum Boden vergrößert und dadurch das Bein leichter nach vorn schwingen kann. Der Einsatz des Rollers setzt hohe Anforderungen an Gleichgewicht und Haltungsmotorik und muss daher immer von einem erfahrenen Therapeuten begleitet werden.

Eine **Steigerung des Bewegungstemos** (zeitliche Koordination) (Abb. 11.38d) mit größeren Schrittängen (räumliche Koordination, Sprünge), wie z.B. beim **Laufen**, kann – das entsprechende Potenzial vorausgesetzt – hemmend auf eine unphysiologische Tonuserhöhung wirken und damit den Bewegungsablauf des Gehens harmoni-

scher gestalten, der geringere Anforderung an den Patienten stellt.

### Alltagsaktivitäten, Reflexion

Im Therapieraum hebt sich der Fuß in der Schwungbeinphase etwa 1 cm vom Boden ab, im Freien auf Pflastersteinen ca. 2–3 cm und auf dem Rasen ca. 4 cm. Das **Gehen** darf sich daher nicht auf die Therapierräume beschränken, sondern muss im Sinne einer **Alltagsfunktion**, wie z.B. einer Busfahrt durch die Stadt, umgesetzt werden (Abb. 11.39). Neben den umweltbedingten Anforderungen an die Motorik (Steigungen, Witterungsbedingungen, Stehplatz im Bus etc.), spielen auch psychische Faktoren wie zeitlicher Druck (Stress) im Straßenverkehr (Grünphase an der Fußgängerampel) oder das Beobachtetwerden beim Gehen eine nicht zu unterschätzende Rolle.

Herr M. wurde ca. 14 Monate zweimal wöchentlich ergotherapeutisch und logopädisch behandelt. Er ist nun selbstständig in der Stadt mobil und unternimmt ausgedehnte Waldspaziergänge (2–3 km ohne Hilfsmittel) mit seinen Enkeln. Herr M. tätigt mit seiner rechten Hand bei Bankgeschäften seine **Unterschrift** (Abb. 11.32). Er setzt seinen **rechten Arm automatisierter** für die Gestik oder die Gleichgewichtsfunktion und funktioneller zum Schnüren der Schuhe und Anziehen seiner Kleider ein. Ferner schlägt er trotz **der großen ergotherapeutischen Bedenken** sein Winterholz selbst (bei einer sensomotorischen Störung sollte immer vom Einsatz gefährlicher Werkzeuge abgeraten

### 11.9 · Fallbeispiel Frau L.: Behandlung der oberen Extremität



Abb. 11.39. Alltagsaktivitäten, Reflexion

werden). Sein positiver Rehabilitationsverlauf ist sicherlich nicht auf alle Hemiplegiepatienten übertragbar, er zeigt jedoch, welche Therapiefortschritte unter Beachtung gewisser Grundprinzipien möglich werden. Herr M. hat zwar noch nicht seinen prämorbidien motorischen Zustand erreicht, und auch das ungeübte Auge wird noch eine Bewegungsstörung erkennen. Seine **Mobilität** konnte jedoch so weit hergestellt werden, dass er an dem von ihm gewünschten öffentlichen Leben nahezu uneingeschränkt teilnehmen kann. Der Aufwand einer weiterführenden Therapie wäre größer als der zu erwartende Bewegungsgewinn. Daher wurde in Absprache mit Herrn M. und mit seinem behandelnden Arzt beschlossen, die Therapie zu beenden. Bei Bedarf kann sie wieder aufgenommen werden.

### 11.9 Fallbeispiel Frau L.: Behandlung der oberen Extremität

#### Anamnese

**Medizinische Anamnese.** Frau L. ist 56 Jahre und erlitt vor knapp einem Jahr einen Infarkt der A. cerebi media links, aus dem eine leichtgradige armbetonte Hemiparese rechts resultierte.

Nach dem Insult war Frau L. in einer neurologischen Rehabklinik, von wo aus sie zu uns in Behandlung kam.

Als Grund für den Besuch der Ergotherapie nannte sie starke Verspannungsschmerzen im Schulter- und Nackenbereich rechts, sowie eine Verkrampfung der rechten Hand und Finger. Die Verkrampfung zeigt sich vor allem beim Schreiben und bei länger dauernden feinmotorischen Tätigkeiten (Abb. 11.40a, b). Zudem beschreibt sie Wortfindungsstörungen und eine Konzentrationsschwäche, die sie sehr schnell sowohl bei den feinmotorischen Tätigkeiten als

auch beim Lesen ermüden lässt. Aufgrund der beschriebenen Symptome kann Frau L. derzeit ihren Beruf als Lehrerin nicht ausüben.

**Sozialanamnese.** Frau L. bewohnt mit ihrem Mann ein Einfamilienhaus und war bis zu ihrem Schlaganfall als Deutsch- und Geschichtslehrerin in einer Realschule tätig. Als Hobbies nennt sie Lesen, Briefe schreiben, Gartenarbeit und Reisen.

#### Ziele der Patientin – Grund für die Therapie

Frau L. ist eine sehr agile Frau, die fest im Leben steht und ihre diesbezüglichen Aufgaben sehr gewissenhaft und umfassend tätigt. Die Verkrampfung ihrer rechten Hand, der Schulterschmerz und die damit verbundenen Funktionseinschränkungen belasten sie sehr (sie braucht länger, ermü-



Abb. 11.40. Frau L. beim Teigkneten und Spargelschälen

det schneller und hantiert ungenau etc.). Dabei setzt sie sich z.T. unter einen großen psychischen Druck, der einer Verbesserung der Symptomatik eher entgegenwirkt. Nach einer Reduzierung ihrer Schulter- und Nackenschmerzen und einer Verbesserung ihrer Handfunktionen würde sie gerne wieder eine Tätigkeit, evtl. als Teilzeitkraft, in ihrem Beruf als Lehrerin ausüben.

### Befunderhebung

Frau L. wird von ihrem Mann mit dem Pkw zur Therapie gefahren. Laut ihrer Aussage traut sie sich selbst das Autofahren noch nicht zu. Die **Aufgaben des täglichen Lebens** erledigt sie trotz der oben genannten Symptomatiken ohne Hilfsmittel selbstständig. Sie benötigt jedoch noch sehr viel Zeit und muss längere Pausen einlegen, um der besagten **Verkrampfung der Finger** vorzubeugen. Frau L. ist sehr motiviert, an der Verbesserung ihres Zustandes mitzuwirken.

In der Rumpfmotorik und im Gangbild zeigen sich nur dezente Auffälligkeiten, wie z.B. eine **leichtgradige Fußbeschwäche im rechten Bein** bei längeren Spaziergängen oder wenn Frau L. sehr müde ist.

Die Art und Weise, wie Frau L. den Therapieraum betritt und wie sie sich entkleidet, lässt auf den ersten Blick die eigentliche Problematik kaum erkennen. Selbst ihr Schriftbild ist gut lesbar (Abb. 11.45b). Freie Beobachtungen beim Spargel schälen, Teig kneten und vor allem beim Schreiben zeigen jedoch, dass Frau L. weniger ihre Hand- (Handgelenk) und Fingerfunktionen nutzt, sondern diese über die **proximalen Gelenksbewegungen im Ellenbogen- und vor allem im Schultergelenk kompensiert** (Abb. 11.40a). So führt sie beim Spargelschälen (Abb. 11.40b) die Schneidbewegung nicht mit dem Handgelenk aus, sondern kompensiert dies mit einer En-bloc-Ab- bzw. Aufwärtsbewegung des kompletten Armes. Zudem wird deutlich, dass sie

### Übersicht 11.3: Therapieziele

#### Langfristige Ziele:

- Berufliche Wiedereingliederung ermöglichen.
- Bewegungen bei den Verrichtungen des täglichen Lebens ohne Anspannung und Schmerzen ausführen können.

#### Mittelfristige Ziele:

- Automatisierte Armfunktionen (Zielmotorik) verbessern.
- Kompensationsmechanismen im Schultergelenk abbauen.
- Schulterschmerz reduzieren.

#### Kurzfristige Ziele:

- Tonus im Schulterbereich normalisieren.
- Tonus im Ellbogengelenk normalisieren.
- Selektive Hand- und Fingerbewegungen (Greifmotorik) verbessern.

dabei die **eigentlich automatisierten Bewegungen sehr bewusst**, d.h. sehr konzentriert ausführt.

Beim Placing zeigen sich gegenüber der weniger betroffenen Seite (Seitenvergleich) auf der betroffenen Seite **deutliche Widerstände bei schnellen Außenrotations-, Abduktions- und Anteversionsbewegungen über 90° im Schultergelenk sowie bei schnellen Extensions- und Supinationsbewegungen im Unterarm (B,C in Abb. 11.41b)**. Dies lässt auf eine Tonuserhöhung der Innenrotatoren im Schultergelenk bzw. der Pronatoren im Ellbogengelenk schließen. Mit dem linken Arm/der linken Hand kann Frau L. dagegen harmonisch und uneingeschränkt der nonverbalen Bewegungsvorgabe auf allen Ebenen folgen (C in Abb. 11.41).

Die Therapieziele sind, hierarchisch gegliedert, in **Übersicht 11.3** zu finden.

### Hypothesen zur Therapieplanung, Maßnahmen (Therapiebeispiele)

Aus der Befunderhebung und den oben genannten Beobachtungen aus den ADL-Bereichen zeigt sich, dass Frau L. auch für die Ausführung kleiner feinmotorischer Bewegungsabläufe kompensatorisch Schulter- und Armbewegungen einsetzt. Die Schultergürtel- und Schultergelenkmuskulatur wirkt einerseits stabilisierend, wie z.B. für die Zielmotorik der Hand oder als Stützfunktion des Armes, andererseits lässt sie aber auch dynamische, schwungvolle Bewegungen zu, wie z.B. bei den Gleichgewichtsreaktionen (Stellreaktionen). Der **kompensatorische Dauereinsatz der Schultermuskulatur** selbst bei kleinen Bewegungssämlituden der Hand (Feinmotorik) könnte daher ein **Grund für die Verspannungen und Schmerzen im Schulter-Nacken-Bereich** sein.

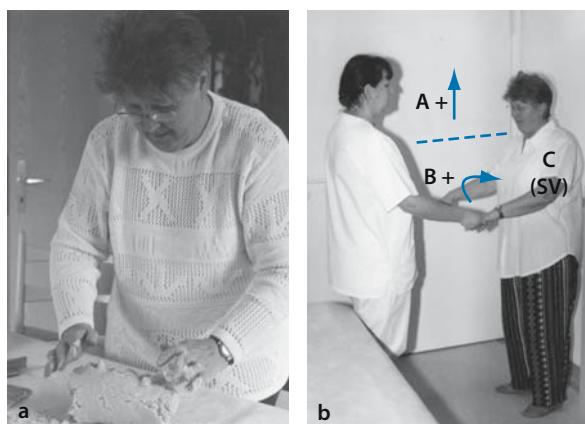


Abb. 11.41a,b. Befunderhebung

### 11.9 · Fallbeispiel Frau L.: Behandlung der oberen Extremität

Des Weiteren hat sich gezeigt, dass Frau L. die eigentlich »automatisierten« bzw. »bewusst-automatisierten« Bewegungen sehr bewusst kontrolliert. Dabei benötigt sie neben dem ohnehin höheren Tonus bei bewusst ausgeführten Bewegungsabläufen auch ein **hohes Maß ihrer Aufmerksamkeitsressourcen (Konzentration)**, die eigentlich der Handlung und nicht der Bewegungsausführung dienen sollten. Da sich Frau L. sowohl auf die Tätigkeit als auch auf die Bewegung selbst konzentrieren muss, könnte dies eine Überforderung der ohnehin geschädigten neuronalen Strukturen darstellen. Dies wäre eine **Erklärung für die schnelle Ermüdbarkeit** bei der Ausführung feinmotorischer Tätigkeiten und vor allem bei kognitiven Aufgaben, wie z.B. dem Schreiben.

#### Automatisierte Armbewegungen (Zielmotorik)

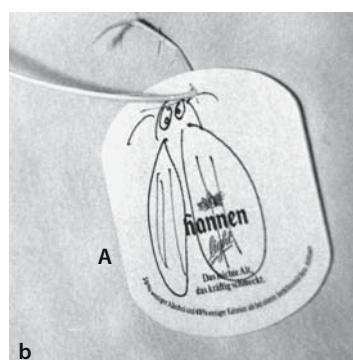
Um die Verspannungen im Schulter-Nacken-Bereich zu lösen, bekommt Frau L. zu Beginn der Therapie eine **mobilisierende Massage** und/oder eine heiße Rolle (evtl. auch mit der Physiotherapieabteilung abstimmen). Eine Massage alleine bringt in der Regel keine langfristige Verbesserung der Schulter-Nacken-Verspannung, da sie zwar das Symptom (Verspannung) angeht, aber nicht den Grund behandelt. Während der Massage schildert Frau L. ihren Wochenendausflug zum Rhein und ihre dortigen Erlebnisse mit der Schnakenplage. Diese Idee greift die Therapeutin auf und fertigt aus einem Bierdeckel und einem Peddigrohrflechtfaden die sog. »Ergoschnake« (A in □ Abb. 11.42a und b). Frau L. knotet ein Handtuch an einem Ende zusammen und muss damit die Schnake erschlagen. Die Flugrichtung sowie die Fluggeschwindigkeit der Schnake entscheiden über das Bewegungsausmaß und die Bewegungsgeschwindigkeit (**räumlich-zeitliche Koordination**). Um die Schnake zu treffen, muss Frau L. schwungvolle, relativ schnelle und sehr automatisierte Armbewegungen ausführen (Zielmotorik, Auge-Arm-Koordination). Zudem kann sie durch diese Übung die Aggressionen von ihrem Wochenendausflug verarbeiten. Als Steigerung knotet Frau L. ein zweites Handtuch ebenso wie das ers-

te zusammen. Sie soll nun – ähnlich einer Galeerentrommel – rhythmisch den Takt mit den Handtüchern schlagen. Trotz dieser nicht mehr ganz zeitgemäßen Aktivität bietet die Übung ein ähnliches Bewegungspotenzial wie oben bei der Stechmückenjagd und zudem einen Seitenvergleich über die Ausführung der Bewegungsqualität (Rhythmus, Stärke des Aufschlags etc.).

**Zur Reflexion** führt die Therapeutin am Ende ebenso wie am Anfang das Placing durch und spürt dabei keine deutliche Bewegungsverbesserung. Frau L. kann der Bewegungsvorgabe sowohl räumlich als auch zeitlich leichter folgen und fühlt sich im Schulter-Nacken-Bereich entspannter. Schnelle physiologische Bewegungen können wie bei Frau L. eine pathologische Tonuserhöhung reduzieren (Hemmung durch Bahnung); fehlt jedoch noch das motorische Potenzial, können sie auch zu einer **Überforderung**, d.h. zur pathologischen Tonuserhöhung und/oder Kompen-sation und damit zur Verschlechterung führen. Es ist daher unbedingt zu prüfen (z.B. durch das Placing vor und nach der Bewegungssequenz) ob sich die Symptomatik wirklich verbessert.

#### Armstütz, Ziel- und Greifmotorik (Therapiebeispiel)

Frau L. bekommt von der Therapeutin Kunststoffbecher (Kaffeebecher) so gereicht, dass sie ihren **rechten Arm automatisiert als Stützfunktion einsetzen** muss (Notwendigkeit für den Armstütz schaffen; □ Abb. 11.43a). Durch den Armstütz werden alle Muskelgruppen aktiviert, die zum physiologischen Fixieren der Skapula auf dem Thorax notwendig sind. Der Schultergürtel erhält dadurch das stabilisierende Potenzial, um dem Arm bzw. der Hand die koordinative Ziel- bzw. Greifmotorik zu ermöglichen. Zudem erfolgt durch die physiologische Muskelaktivität eine Hemmung pathologischer Tonuszustände (Hemmung durch Bahnung, ▶ Kap. 4.1.3 »Reziproke Hemmung«). Im konkreten Bewegungsbeispiel hemmt die physiologischen Aktivität der Außenrotatoren (Rotatorenmanschette) die pathologische Tonuserhöhung der Innenrotatoren (M. pectoralis major, M. latissimus dorsi, s. Befunderhebung).



□ Abb. 11.42a,b. Automatisierte Armbewegungen (Zielmotorik)

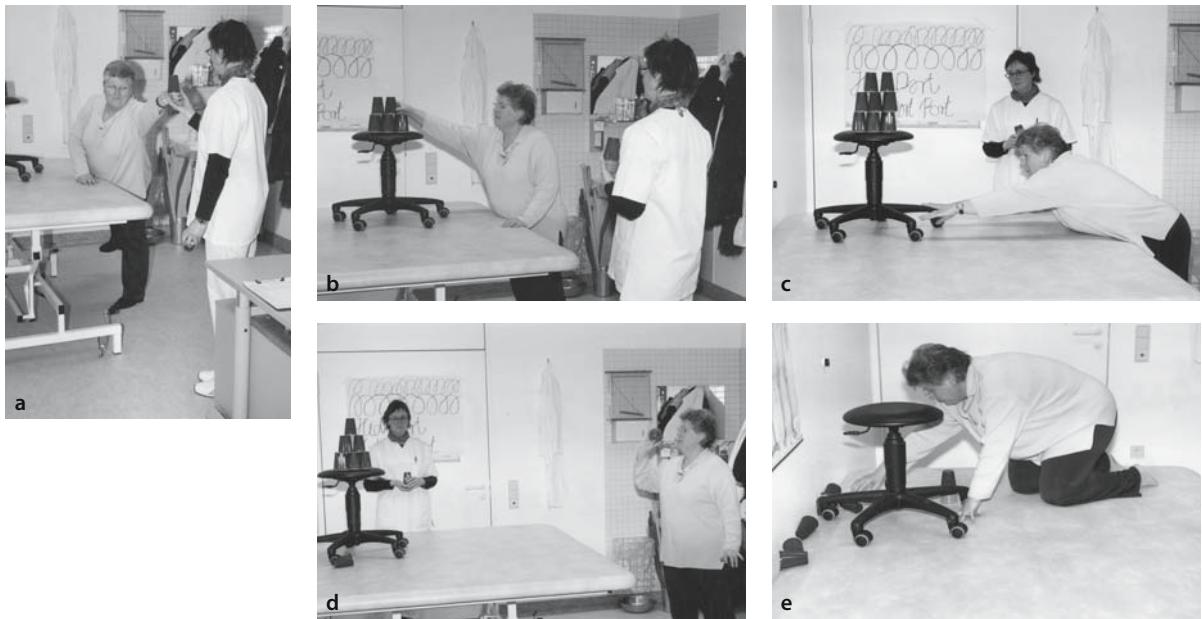


Abb. 11.43a–e. Armstütz, Ziel- und Greifmotorik (Therapiebeispiel)

Die Becher werden von Frau L., ähnlich einer Wurfpyramide auf dem Jahrmarkt, übereinander gestapelt (zur Erleichterung können auch Erdnussdosen o. Ä. verwendet werden; Abb. 11.43b). Sie nutzt dabei die durch die Stützfunktion erworbene Stabilität, um differenzierte Bewegungen mit dem Arm bzw. der Hand auszuführen (**Auge-Hand-Koordination**). Durch die Höhe der Therapiebank kann das Bewegungsausmaß des Armes bestimmt werden. Ihre Aufmerksamkeit liegt dabei vor allem bei den Bewegungen der Hand (**bewusste Greifmotorik und Koordination der Hand**) und weniger bei den proximalen Muskelgruppen, die entsprechend ihrer Natur, automatisiert in die Bewegungsabläufe eingebunden sind.

Frau L. schiebt vorsichtig den Rollhocker mit beiden Händen (**Hand-Hand- bzw. Arm-Arm-Koordination**) so weit wie möglich zur Wand (Abb. 11.43c). Dabei führt sie eine von proximal eingeleitete (Rumpf als Punctum mobile) Anteversion im Schultergelenk nahezu endgradig aus. Als Steigerung kann Frau L. den Rollhocker in die linke bzw. rechte Ecke schieben.

Um nach dieser koordinativen Leistung die Schultergürtelmuskulatur wieder zu entspannen, wirft Frau L. (ähnlich dem Therapiebeispiel in Abb. 11.42) mit einem Ball die Becher um (**Hand-Augen-Koordination, Zielmotorik; Abb. 11.43d**).

In einer früheren Einheit erzählte Frau L. von ihrem Garten (Hobby) und dass es ihr ein großes Anliegen wäre, diesen wieder zu bewirtschaften (Abb. 11.43e). Die Thera-

peutin greift diese Aussage auf (Ziele des Patienten), um sie in die Therapie zu integrieren. Frau L. soll in der Therapie, auf den Knien rutschend, die Becher an der Wand einsammeln. Dabei setzt sie wechselnd (je nach Lage des Bechers) die rechte Extremität ein, um die Becher aufzunehmen (**Mobilität, Ziel- und Greifmotorik**), oder als Stützarm (**Stabilität**), um die Becher mit der linken Hand zu greifen. Für den Garten besorgte sich Frau L. in einem Baumarkt handelsübliche Knieschoner (Fliesenbedarf) und tätigte auf den Knien, ähnlich wie im Behandlungsbeispiel, ihre Arbeit.

#### Automatisierte Armmotorik, selektive Fingerbewegungen, feinmotorische Tätigkeit mit kognitiven Inhalten (Therapiebeispiel)

Um die **selektiven Fingerbewegungen** zu verbessern, führt Frau L. eine feinmotorische Tätigkeit im kleinen Aktionsradius (**A** in Abb. 11.44a) aus. Dabei wird durch das Aufliegen des Ellenbogens (**B**) die kompensatorische Schulter-Nacken-Aktivität verhindert.

Unter Berücksichtigung der bei Frau L. vorhandenen kognitiven Problematik wird hier das Spiel »Solitaire« eingesetzt, da es neben der motorischen Komponente auch die kognitiven Bereiche, wie z.B. die selektive Aufmerksamkeit (Konzentration), fördert.

Um die Bewegungen des Unterarms aus der Pronation (s. Befunderhebung) herauszuführen, d.h. verstärkt **Supinationsbewegungen** erforderlich zu machen, positioniert die Therapeutin das Steckspiel neu (**C** in Abb. 11.44b).

### 11.9 · Fallbeispiel Frau L.: Behandlung der oberen Extremität



Abb. 11.44a-d. Automatisierte Armmotorik, selektive Fingerbewegungen, feinmotorische Tätigkeit mit kognitiven Inhalten (Therapiebeispiel)

Als **Steigerung** (erhöhte Anforderung an die Haltungsmotorik) führt Frau L. die Bewegungen im Stand aus. Bei den Bewegungen im großen Aktionsradius (D in Abb. 11.44c) achtet die Therapeutin darauf, dass Frau L. die Schulter bzw. den Oberarm möglichst physiologisch stabilisiert, während Frau L. den Unterarm, das Handgelenk und die selektiven Fingerbewegungen einsetzt. Dabei ist zu beachten, dass das Halten des Armes im freien Raum auch für den Gesunden nur begrenzt möglich ist. Die Aufgabe sollte daher nicht allzu lange bzw. mit Pausen oder abwechselnd (Abb. 11.44d) ausgeführt werden.

Bemerkt die Therapeutin eine zu starke Nacken-Schulter-Aktivität, wechselt sie die Spielhand (Abb. 11.44d). Frau L. führt nun die Aufgabe mit der linken Hand aus, während sie sich mit der rechten Hand aufstützt. Durch den Stütz kann sich die Extremität erholen und **tonisiert sich physiologisch** (Stabilität), um nach einer gewissen Zeit (besonders distal) wieder die Bewegungen im freien Raum (Mobilität) funktioneller auszuführen.

#### Schriftbild, Reflexion

Nach ca. einem 3/4 Jahr Therapie hat die Hand annähernd ihren **prämorbid Zustand erreicht** (Abb. 11.45, Schriftbild). Die kompensatorische Nacken-Schulter-Aktivität ist deutlich reduziert, wodurch sich auch die **Schulterschmerzen verringerten**. Diese treten lediglich an sehr nasskalten Tagen auf und/oder wenn Frau L. unter einer sehr starken psychischen Belastung steht. Sie tötigt ihre **ADL deutlich si-**

<p><b>a</b></p> <p>Beobachtungen - kränkelnd, sportlich, - aufgeschlossen, freundlich - unruhig, verschlossen, strengtig</p>	<p>Schriftbild vor dem Schlaganfall</p>
<p><b>b</b></p> <p>Liebe Alexandra, lieber Felix, schöne, harmonische Tage miteinander <i>wünscht euch beiden</i></p>	<p>Schriftbild 4 Wochen nach dem Schlaganfall (Reha)</p>
<p><b>c</b></p> <p>Lieber Herr Haus, anbei die beiden nächsten Kapitel eingeschlossen.) Das letzte Kapitel nächsten Tagen. (durch das letzte</p>	<p>aktuelles Schriftbild</p>

Abb. 11.45. Schriftbild, Reflexion: a Vor dem Schlaganfall; b 4 Wochen nach dem Schlaganfall

cherer und schneller und kann sich dabei länger auf kognitive Aufgaben konzentrieren. In ihrer Freizeit pflegt sie ihren Garten und unternimmt mit ihrem Mann Reisen in das europäische Ausland. Frau L. fährt wieder selbstständig Auto, anfangs auf eher bekannten Strecken. Um den beruflichen Wiedereinstieg zu erleichtern, leitet Sie zweimal wöchentlich für je zwei Stunden den Nachhilfeunterricht für eine Gruppe von Kindern in ihrem Wohnort.

Frau L. gilt ein besonderer Dank, da sie sich nicht nur als Fallbeispiel zur Verfügung stellte, sondern auch zur Korrektur dieses Buches und damit zu seinem Gelingen wesentlich beitrug.

## 11.10 Fallbeispiel Herr L.: Behandlung der oberen Extremität und der Graphomotorik

### Anamnese

**Medizinische Anamnese.** Herr L. (Abb. 11.46) ist sechzig Jahre und erlitt vor knapp einem Jahr einen linksseitigen Infarkt im Versorgungsgebiet der A. cerebri media. Aus diesem resultierte eine rechtsseitige Hemiparese. Die Symptomatik im Bein bildete sich im Zuge einer Spontanremission nach ca. 2 Tagen nahezu vollständig zurück.

Seinen Aussagen zufolge wurde er bisher in der Ergotherapie mit Hilfe von Therapieknete behandelt, um vor allem die Handkraft in den Fingern der rechten Hand zu verbessern. Nach seinem Schlaganfall erlernte Herr L. mit der linken Hand das Schreiben (Druckschrift). Als Begleitsymptomatik besteht eine Broca-Aphasie, neuropsychologische Störungen sind nicht zu erkennen.

**Sozialanamnese.** Herr L. arbeitete bis vor zwei Jahren als Landmaschinen-Mechaniker in einem mittelständischen Handwerksbetrieb und ist seither berentet. Er lebt mit seiner Ehefrau in einer Mietwohnung in einem Sechsfamilienhaus und übt dort noch kleinere Hausmeistertätigkeiten aus. Als Hobbys nennt Herr L. seinen Pkw, Ausflüge mit dem Pkw zu Sehenswürdigkeiten innerhalb Deutschlands und den örtlichen Handballverein.

### Ziele des Patienten – Grund für die Therapie

Herr L. ist ein »Tüftler«, der gerne die Wartungsarbeiten an seinem Pkw selbstständig ausführen möchte. Zudem bereitet ihm das Schreiben mit seiner linken Hand große Schwierigkeiten. Er benötigt sehr lange, und das Schriftbild ist trotz Druckschrift noch unleserlich. Er beschränkt sich daher beim Schreiben lediglich auf seine Unterschrift. Herrn L. liegt viel an einer Verbesserung seiner Fingerfähigkeiten, um die oben genannten Aufgaben leichter und besser ausführen und evtl. seine Unterschrift wieder rechtsständig tätigen zu können.

### Befunderhebung

**Ersteindruck.** Herr L. kommt selbstständig zur Therapie mit seinem Automatik-Pkw, der mit einer Lenkadaption (Lenkknüppel) ausgestattet ist. Er ist sehr motiviert (teilweise übermotiviert), an der Verbesserung seiner Handfunktionen mitzuwirken. In den freien Beobachtungen ist eine **Vernachlässigung der rechten Hand** zu erkennen. So öffnet oder schließt er eine Zimmertür eher mit links anstatt mit rechts und setzt die rechte Hand lediglich als Haltehand, wie z.B. beim Öffnen einer Flasche ein. **Selektive Fingerbewegungen** sind nicht möglich. Auf die Bitte hin, die rechte Hand und die Finger zu bewegen, beugt er die komplette Hand bzw. alle Finger (Massenbewegung).

Die Rumpfsymmetrie ist im Sitzen, Stehen und beim Gehen unauffällig. Bei der **Gewichtsübernahme auf die rechte Körperseite** sind im freien Stand dezente Defizite zu erkennen (linkes Bein wird etwas mehr belastet).

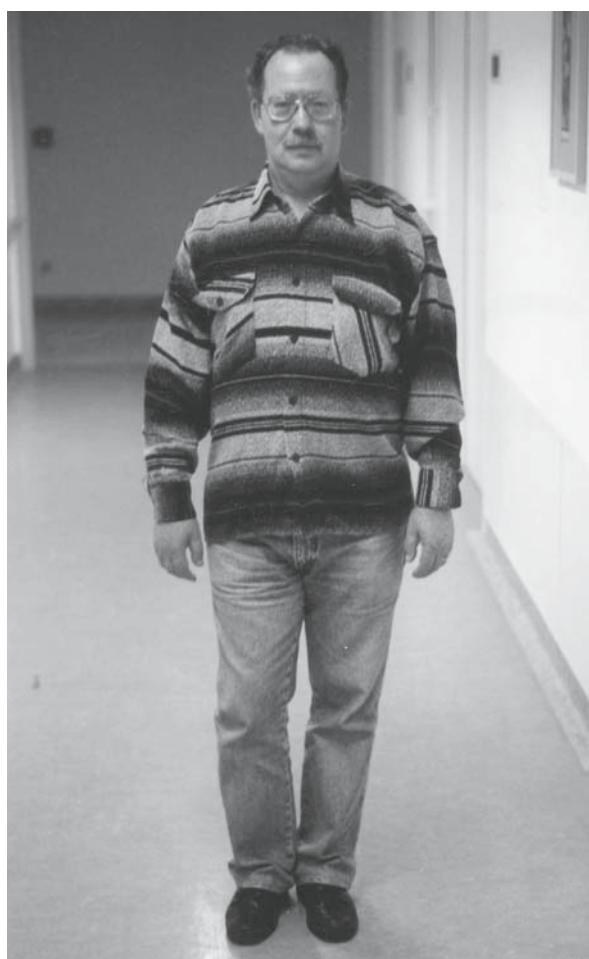


Abb. 11.46. Herr L.

## 11.10 · Fallbeispiel Herr L.: Behandlung der oberen Extremität und der Graphomotorik

Die Skapula ist aktiv frei beweglich, der skapulohumrale Rhythmus vollzieht sich seitengleich. In Ausnahmesituationen, wie z.B. beim Einbeinstand rechts, ist ein unphysiologischer Tonusanstieg der Flexoren in der rechten oberen Extremität zu erkennen (Seitenvergleich).

### Befunderhebung der oberen Extremität

Die Therapeutin fühlt den Tonus und die Beweglichkeit der rechten Hand und der Finger (► Abb. 11.47a). Dabei faziilitiert sie die Finger und **Daumen** von Herrn L. in die Beugung und Streckung (► Abschn. 11.5.7 »Placing«). Bei der Extensionsbewegung spürt sie eine **erhöhte Spannung der Fingerflexoren**. Der Beugebewegung folgt Herr L. mit einer Gesamtbewegung aller Finger. Bei Extensionsbewegungen kommt es jedoch lediglich zu einem Nachlassen der Flexoren. Die Fingerextensoren können dem erhöhten Flexorentonus nicht entgegenwirken. Um einen Vergleichswert (normale Bewegung) zu erzielen, geht die Therapeutin zur weniger betroffenen linken Hand und fühlt dabei, einen flüssigen, harmonischen Bewegungsablauf.

Auch bei der Fazilitation der **Armbewegungen ist rechtsseitig eine Tonuserhöhung zu spüren** (► Abb. 11.47b). Herr L. folgt der vorgegebenen nonverbalen Bewegungsaufforderung (Placing) nur sehr zögerlich (Widerstand). Die Therapeutin versucht, die Tonuserhöhung der Arm- und Fingerflexoren zu reduzieren (Hemmung), um bei Herrn L. eine physiologische Fingerfunktion anzubauen. Sie vergrößert daher die Unterstützungsfläche (Rückenlage, »**Befund ist Therapie, und Therapie ist Befund**«) (► Kap. 5 »Unterstützungsfläche«). Auch hier ist eine Spannungserhöhung in der rechten oberen Extremität zu erkennen. Nach der verbalen Aufforderung: »Lassen Sie Ihren Arm locker fallen«, lässt die Therapeutin den Arm los. Die Spannung ist jedoch so hoch, dass der Arm im freien Raum verharrt bzw. im Schultergelenk dezent in die Innenrotation, Flexion zieht. Nur sehr zögerlich und bewusst ein-



► Abb. 11.47a,b. Befunderhebung der oberen Extremität

### Übersicht 11.4: Therapieziele

#### Langfristige Ziele:

- Rechte Hand funktionell einsetzen, um handwerkliche Tätigkeiten auszuführen.
- Rechte Hand als Schreibhand (Graphomotorik) einsetzen.

#### Mittelfristige Ziele:

- Tonus in der rechten oberen Extremität normalisieren.
- Automatisierte Armfunktionen (Zielmotorik) verbessern.

#### Kurzfristige Ziele:

- Pathologische Tonuserhöhung in den Armflexoren hemmen.
- Physiologische Arm-, Handfunktionen (vor allem Extensorenaktivität) bahnen.
- Handsensorik verbessern.
- Selektive Hand- und Fingerbewegungen (Greifmotorik) verbessern.

geleitet, gleitet der rechte Arm auf die Unterlage (s. auch Seitenvergleich).

Im **Schulterbereich** sind die sensorischen Empfindungen seitengleich (Zweipunktdiskrimination, Zahlen mit unterschiedlichem Druck auf den Oberarm schreiben etc.), verschlechtern sich jedoch zunehmend Richtung distal.

Größere Gegenstände, wie z.B. ein etwas größeres Vorhangeschloss, kann Herr L. mit seiner rechten Hand erkennen (**Stereognosie**). **Differenziertere Unterscheidungen**, wie z.B. die von Spitz und stumpfem Ende eines Kugelschreibers, das Erkennen seines Fingers, der mit einem Wattebausch berührt wurde, oder die Unterscheidung einander ähnlicher Texturen (Watte, Schwamm), sind ihm nicht möglich.

In ► Übersicht 11.4 sind die Therapieziele, die sich aus dem Befund ergeben, hierarchisch aufgeführt.

### Hypothesen zur Therapieplanung, Maßnahmen (Therapiebeispiele)

Da es bei Herrn L. nicht um die Handkraft geht, wie es bei einem orthopädischen Patienten eher der Fall sein könnte, sondern vielmehr um die **Fingerfunktion**, nimmt die Therapeutin vom bisherigen Therapiemedium, der Therapieknette, Abstand. Die pathologische Tonuserhöhung der Arm- und vor allem der Handflexoren wirkt einer physiologischen Aktivität der Fingerextensoren entgegen. Die Therapeutin versucht daher die **pathologische Tonuserhöhung zu reduzieren** (Voraussetzung schaffen), um physiologische Aktivitäten zu bauen bzw. versucht durch die Bahnung physiologischer Bewegungsabläufe kompensatorische und/

oder pathologische Muskelaktivität zu hemmen. Zu Beginn wählt sie dafür eine **große Unterstützungsfläche**, da hierbei die Anforderung an den Haltungstonus, dessen Tonusaktivität sich nach distal fortsetzt, am geringsten ist. Zudem versucht sie über die noch erhaltene **Sensibilität** (Oberflächen- und Tiefensensibilität) die defizitäre Motorik zu verbessern (Fähigkeiten aufgreifen, um Defizite zu therapieren).

### Ausstreichtechnik

Herr L. muss lernen, seinen Tonus in der rechten oberen Extremität zu regulieren (**eigenständige Tonusregulation**). Die Therapeutin beginnt mit der Lockerung des Armes durch eine **Ausstreichtechnik** (► Abb. 11.48). Herr L. soll dabei möglichst entspannt in der Rückenlage auf der Therapiebank liegen. Sie streicht den Arm **von proximal nach distal** aus.

**Exkurs, Ausstreichtechnik.** In der Literatur werden verschiedenste Ausstreichtechniken (von proximal nach distal, von distal nach proximal, in oder gegen Haarwuchsrichtung etc.) beschrieben. Dabei kann, durch eine Stimulation der Haut (Oberflächensensibilität) die Wahrnehmung der Extremität verbessert und auf die Tonusverhältnisse ein positiver Einfluss genommen werden. In der Praxis zeigt sich die folgende Vorgehensweise als äußerst effizient. Man streicht in der Regel von proximal nach distal, da die Wahrnehmung proximal am Schultergürtel meist intakter ist als an der distalen Hand.

Man wendet einen leichten Druck mit langsamer Streichung an, um den Tonus zu reduzieren, während zur Tonussteigerung ein eher höherer Druck mit schnellen Streichungen zum Ziel führt. Bei einem stark spastischen Patienten kann jedoch auch ein starker Druck auf die hypertonen Muskelbäuche (Muskelspindeln, propriozeptive Reize) eine Tonusreduktion herbeiführen (ausprobieren!).

#### Beachte

Bei einem Handödem, sollte immer von distal nach proximal ausgestrichen werden.



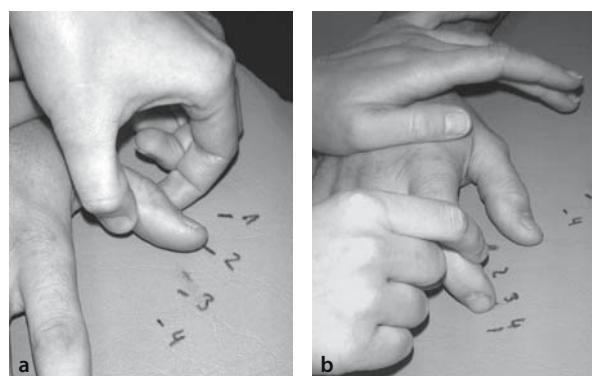
► Abb. 11.48. Ausstreichtechnik (vor allem Oberflächensensibilität)

Die Hände der Therapeutin umgreifen dabei den Arm ca. in Höhe des M. deltoideus und fahren langsam mit leichtem Druck nach distal. Wenn sie mit ihren Händen an der Hand des Patienten angekommen ist, lässt sie eine Hand los und führt diese zum Anfang zurück. Darauf folgend führt sie ihre zweite Hand entsprechend nach, sodass sie praktisch den Arm des Patienten nie verlässt. Dies wiederholt sie ca. sieben- bis achtmal. Um der **Adaption der Mechanorezeptoren entgegenzuwirken** (► Kap. 4 »2. SMRK«), ändert sie danach die Ausstreichtechnik oder verwendet ein neues Medium (Handtuch, Waschlappen, Bürste, Vibrationsgerät etc.), um einen neuen Reiz zu setzen. Ähnlich wie bei einem neuen Wecker, der am Anfang noch sehr laut tickt und bei dem das Ticken nach einer gewissen Zeit nicht mehr wahrgenommen wird (Adaption der Rezeptoren), so adaptieren sich auch die Mechanorezeptoren, wodurch der Reiz des Ausstreichens verflacht. Aus diesem Grund müssen immer wieder **neue Reize** eingesetzt werden. Die Streichung lässt sich zur Wahrnehmungsverbesserung an allen Extremitäten, sowie am Rumpf sehr gut verwenden. Man sollte bedenken, dass die meisten Patienten Wahrnehmungsdefizite aufweisen, und die Streichungen **ehrer langsam und nicht zu diffus** ausführen.

### Anbahnung selektiver Fingerbewegungen (vor allem Tiefensensibilität)

Nachdem der Hypertonus in Arm, Hand und Fingern reduziert wurde, beginnt die Therapeutin mit Übungen zur **Verbesserung der Tiefensensibilität** (► Abb. 11.49a, b). Sie markiert mit einem wasserlöslichen Stift in einem Abstand von ca. 1 cm Zahlen auf die Therapiebank. Herr L. soll nun anhand der Stellung seines Fingers (ohne Augenkontrolle) die Position der Zahl lokalisieren: **Stellungssinn**.

Bei Patienten mit relativ großen tiefensensiblen Einschränkungen sollte man den Abstand der Zahlen entsprechend vergrößern, z.B. Position 1: Finger komplett gebeugt,



► Abb. 11.49a,b. Anbahnung selektiver Fingerbewegungen (vor allem Tiefensensibilität)

## 11.10 · Fallbeispiel Herr L.: Behandlung der oberen Extremität und der Graphomotorik

Position 2: Finger endgradig gestreckt (auf die Fähigkeiten des Patienten adaptieren). Mit zunehmender Wahrnehmungsverbesserung werden die Abstände verringert. Die Finger eines gesunden Menschen sind in der Lage, Abstände im Millimeterbereich und Gewichte im Grammbereich (Kraftsinn) zu erkennen. Die Therapeutin untergliedert die Bewegungsanbahnung, entsprechend den Fähigkeiten des Patienten, in **drei Phasen**: 1. Phase passiv, 2. Phase passiv-assistiv, 3. Phase aktiv (mit mehr oder weniger Unterstützung). Während der Therapie liegt die Handwurzel (Daumen und Kleinfingerballen) als physiologischer Referenzpunkt auf dem Tisch auf.

**1. Phase.** Die Therapeutin fährt mit dem Finger des Patienten einmal alle Positionen ab und benennt diese verbal, z.B.: »Eins (gebeugt), zwei (Mittelstellung), drei (gestreckt).« Nun führt sie den Finger zu einer Position, die Herr L. benennen soll. Der Patient führt dabei keine Aktivität aus, er fühlt nur die jeweilige Position. Nennt Herr L. eine falsche Zahl, fährt die Therapeutin mit dem Finger zur besagten Position, benennt diese und fährt wieder zurück zur gesuchten. Auch hierbei ist eine **sehr langsame Ausführung der Übung** notwendig. Die Technik lässt sich praktisch auf jedes Gelenk übertragen. Am effektivsten lässt sie sich jedoch wohl bei der Anbahnung selektiver Hand- und Fingerbewegungen einsetzen, da hierbei die **meisten bewussten Bewegungsanteile** liegen. Zusätzlich kann man zwischen Abständen, unterschiedlichen Materialien, Figuren, Höhen (unterschiedlich hohe Hölzer oder Formen) variieren (s. auch Abb. 11.59, Sinnesorgan Hand, Stereognosie). Herr L. muss sich dabei sehr auf die Position seines Fingers konzentrieren, d.h. sehr **bewusst** die Stellung des Fingers erkennen. Die Übungen dürfen nicht im hypertonus (spastischen) Bereich ausgeführt werden, da der zu hohe Tonus die Sensorik der Muskelpindeln und damit verbunden die Wahrnehmung stark beeinträchtigt.

**2. Phase.** In der zweiten Phase übernimmt der Patient **erste Fingeraktivitäten**. Die Therapeutin fährt von Position 5 zu Position 1, bei Position 3 soll der Patient kurz seinen Finger bremsen, um der Therapeutin die entsprechende Position taktil anzudeuten. Dies wird mehrmals wiederholt.

**3. Phase.** In der dritten Phase **führt der Patient aktiv seinen Finger** auf die jeweilige Position, die Therapeutin unterstützt (fazilitiert) so viel wie nötig und so wenig wie möglich. Bei Flexionsbewegungen ist Vorsicht geboten, da sich hierdurch der pathologische Flexorentonus in den Fingern erhöhen kann. Die Bewegungsschwerpunkte liegen daher eher in der **selektiven Fingerextension** (aus dem Muster heraus).

In keiner Phase sollte ein Hypertonus vorhanden sein, da dies die Sinnesleistungen beeinträchtigt (s. oben). Daher

wird mit einem **geringen Bewegungsausmaß im normotonen Bereich** begonnen, das im Zuge der Tonusnormalisierung (Abbau der Spastik) erweitert wird. Der Schwerpunkt der ergotherapeutischen Bemühungen liegt dabei **vor allem bei einer Funktionsverbesserung von Daumen, Zeige- und Mittelfinger**, da diese in den ADL am häufigsten eingesetzt werden. Mit einem vermehrten Einsatz der besagten Finger tritt in der Regel auch die Funktionsverbesserung von Ring- und Kleinfinger ein.

Nach einigen Therapieeinheiten ist es Herrn L. möglich, kleinste Positionsänderungen mit dem Finger zu lokalisieren. Zudem sind Anzeichen erster selektiver Fingerbewegungen in die Extension zu erkennen. Durch ein leichtes Anheben und Fallenlassen der Finger spürt die Therapeutin, dass sich die Spannung im Arm, in der Hand und den Fingern verringert hat.

Als Steigerung soll Herr L. lernen, seinen Tonus auch bei der Ausführung einer Aktivität **eigenständig zu kontrollieren**. Dabei führt er Bewegungen mit seiner linken (weniger betroffenen) Seite aus. Er greift, wirft oder fängt mit seinem linken Arm verschiedene Gegenstände, schießt mit dem linken Fuß einen Luftballon weg etc. und achtet dabei auf den Tonus im rechten Arm (eigenständige Tonusregulation). Je größer das Bewegungsausmaß und/oder die Bewegungsgeschwindigkeit, d.h. die Bewegungsanforderung links wird, desto mehr muss er seinen Tonus rechts kontrollieren (hemmen), um das Auftreten assoziierter Reaktionen (Spastik) zu vermeiden.

Der entspannte **Daumen kann als Zeiger einer motorischen Überforderung gesehen werden**. Meist zieht er als Erstes im Zuge einer assoziierten Reaktion (Spastik) in die **Adduktion**, dem dann die restlichen Finger ins Flexionsmuster folgen. Eine Daumenabduktion wirkt dagegen hemmend auf die pathologische Tonuserhöhung und kann somit als spasmusemmender Griff zur physiologischen Bewegungsanbahnung in der oberen Extremität verwendet werden.

### Eigenständige Tonusregulation

Die eigenständige Tonusregulation (Normotonus) bildet eine Komponente physiologischer Bewegungen. Bemerkt die Therapeutin eine pathologische Tonuserhöhung (assoziierte Reaktion, Spastik) im betroffenen rechten Arm, so reduziert sie den Schwierigkeitsgrad der Aufgabe (Bewegungsausmaß, Bewegungsgeschwindigkeit) oder vergrößert ihre Unterstützung so weit, damit Herr L. die Bewegung ohne pathologische Tonuserhöhung ausführen kann. Nach einer der physiologischen Ausführung bzw. bis zum Auftreten einer assoziierten Reaktion kann wiederum die Anforderung gesteigert werden.

#### Beachte

**Die Therapeutin darf nicht in die assoziierte Reaktion hineinarbeiten. Sie nutzt sie vielmehr als Anhaltspunkt, da bis**

zum Auftreten einer assoziierten Reaktion (Spastik, s. oben Daumenadduktion) die Bewegung als physiologisch angesehen werden kann.

Bis zum ersten Anzeichen einer assoziierten Reaktion, wie z.B. Zehen krallen, Hand zieht ins pathologische Muster etc., ist es dem Patienten möglich, die pathologische Tonusaktivität eigenständig zu hemmen. Dabei gilt es, das physiologische Bewegungspotenzial zu erkennen und auszubauen, um so die Basis für qualitative Funktionen zu schaffen.

#### Beachte

Gelingt es dem Patienten nicht, seinen pathologischen Tonus eigenständig zu hemmen, wird bei jeder Bewegungsauforderung (Überforderung) eine assoziierte Reaktion (Spastik) eintreten.

### Positionswechsel vom Liegen zum Sitz, Koordinationsübungen

Nachdem bei Herrn L. eine eigenständige Tonusregulation in der Liegeposition weitgehend möglich ist, verringert die Therapeutin die Unterstützungsfläche vom Liegen zum Sitz (Abb. 11.50a, b).

Herr L. muss hierbei mehr Haltungstonus aufbauen, wodurch ihm die Hemmung der abnormalen Tonusaktivität im rechten Arm entsprechend schwerer fällt. Dies zeigt sich u.a. in einem Spannungsanstieg der Fingerflexoren (Placking).

Um schnelle, koordinierte und automatisierte Bewegungsabläufe zu erzielen, setzt die Therapeutin ein altes Kinderspiel ein: »Hände klatschen«. Dabei klatscht Herr L. mit seiner linken Hand in die linke Hand der Therapeutin, die Hände werden wieder zusammengeführt, dann klatscht Herr L. mit der rechten Hand in die rechte Hand der Therapeutin, Hände wieder zusammenführen, beide Hände von Herrn L. und der Therapeutin klatschen zusammen usw.

Herr L. erreicht hierdurch schnellere, harmonischere Bewegungsabläufe des Armes (Zielmotorik), die einen

hemmenden Einfluss auf den pathologischen Tonus ausüben (Hemmung durch Bahnung).

#### Beachte

Die Ausführung physiologischer Bewegungsabläufe hemmt kompensatorische und pathologische Tonusaktivitäten, wenn sie den Patienten nicht überfordert.

Das Zusammenklatschen der Hände führt zu einer starken **taktile und propriozeptive Stimulation der Hand** bzw. des Handballens (physiologischer Referenzpunkt). Durch die taktile Stimulation, die schnellen Bewegungsabläufe im Arm und die Streckaktivitäten im Handgelenk (Dorsalextension), konnte der Flexorentonus so weit normalisiert werden, dass auch in den Fingern die selektiven Extensionsbewegungen verbessert wurden. Dabei setzt die Therapeutin **keine bewusste Extensionsbewegung oder gar tonussteigernde Medien** (wie Therapieknete) ein. Sie versucht vielmehr dies über **automatisierte Fingerbewegung innerhalb »normaler Bewegungsabläufe«** zu erreichen.

### Automatisierter Einsatz des Stützarms

Herr L. ist uneingeschränkt gehfähig. Beim Gehen mit einem etwas höheren Schrittttempo ist ein reduziertes Mitschwingen des rechten Armes zu erkennen (Seitenvergleich). Zudem zeigt sich eine Vernachlässigung der rechten Extremität während der Alltagstätigkeiten. Beispielsweise drückt Herr L. die Türklinke (bei nach rechts öffnenden Türen) mit der linken Hand herunter, öffnet etwas die Tür und übergibt an die rechte Hand, um das Türblatt vollends zu öffnen.

#### Beispiel

Die »Sprache des ZNS« einsetzen. Herr L. kommt in die Therapie, zieht sein Hemd aus und geht zum Schreibtisch, um sich hinzusetzen. Dabei zieht er den Stuhl mit der linken Hand zurück, setzt sich hin und legt seine linke Hand auf den Tisch. Die rechte Hand



Abb. 11.50a,b. Positionswechsel vom Liegen zum Sitz, Koordinationsübungen

### 11.10 · Fallbeispiel Herr L.: Behandlung der oberen Extremität und der Graphomotorik



■ Abb. 11.51. Automatisierter Einsatz des Stützarms

bleibt dabei unter dem Tisch liegen (wodurch sie noch mehr aus dem Bewusstsein rückt).

Die Therapeutin beobachtet diesen Vorgang und bittet Herrn L., nochmals aufzustehen und zur Therapiebank zurückzugehen. Er soll sich im Seitensitz auf die Therapiebank setzen und mit seiner linken Hand mehrmals schnell den Stuhl auf die Bank ziehen und wieder zurückstellen (■ Abb. 11.51).

Durch diese Anweisung fordert die Therapeutin einen automatisierten Einsatz der rechten oberen Extremität als Stützarm (die Notwendigkeit zur Ausführung einer physiologischen Bewegung schaffen). Durch den Druck (propriozeptive Reize) rückt der Arm stärker ins Bewusstsein, d.h., er wird neuronal stärker präsent, und das ZNS setzt den Arm automatisiert ein, um die Aufgabe ökonomisch zu bewältigen.

Nun bittet die Therapeutin Herrn L. erneut, sich hinzusetzen.

Herr L. zieht nun beidhändig den Stuhl zurück und legt (ohne verbale Aufforderung) beide Hände automatisiert auf den Tisch.

Bittet man Herrn L., bewusst seine Extremität einzusetzen, wie z.B.: »Öffnen Sie die Tür immer mit rechts, ziehen Sie den Stuhl beidhändig zurück, etc.«, wird er dies tun, wenn er bewusst daran denkt. Wenn er jedoch nicht sein Bewusstsein darauf lenkt, wie es in den allermeisten Alltagssituationen der Fall sein wird, wird sein ZNS die Bewegung so ökonomisch wie möglich ausführen, d.h. mit links.

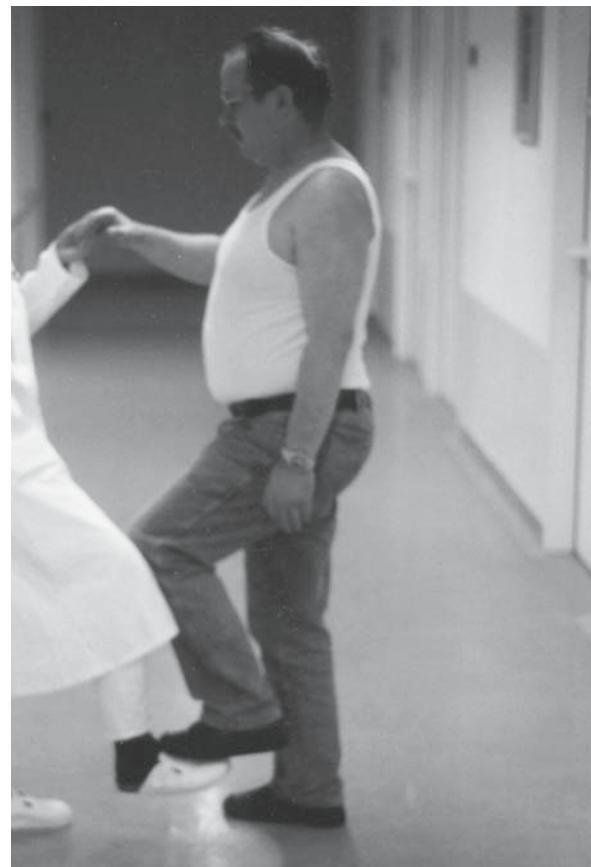
#### Beachte

Erreicht Herr L. das motorische Potenzial, um die Bewegung mit rechts bzw. beidhändig ökonomischer auszuführen, wird das ZNS auch die rechte Hand zum Öffnen bzw. beide Hände zum Zurückziehen des Stuhls automatisiert einsetzen.

#### Positionswechsel zum Stand (Equilibriumreaktionen)

Grundlage für die Zielmotorik (Mobilität) des Armes und für die Greifmotorik der Hand ist ein **stabiler Haltungshintergrund**. Nachdem bisher die selektiven Bewegungsabläufe im Liegen und vor allem im Sitzen angebahnt wurden, arbeitet die Therapeutin als Steigerung mit Herrn L. im **Stand** (■ Abb. 11.52). Sie verlässt dafür den Therapierraum, um die Bewegungssequenzen nicht an das Bewegungsumfeld zu koppeln. In diesem Fall dient der Flur als Therapiezone.

Auch das **Üben im Freien**, wie z.B. auf verschiedenen Untergründen (Wiese, Sandkasten etc.), kann die Adaptionsfähigkeit der Bewegungen verbessern. Durch den Stand



■ Abb. 11.52. Positionswechsel zum Stand (Equilibriumreaktionen)

verkleinert sich die Unterstützungsfläche, und die Anforderung an die Haltungsmotorik wird entsprechend erhöht. Da bei Herrn L. die Haltungsmotorik nur in Ausnahmesituativen auffällig wird, muss die Therapeutin das Niveau entsprechend erhöhen.

Herr L. soll mit seinem linken Bein der Bewegungsvorgabe der Therapeutin folgen. Um den **stabilen Einbeinstand** zu gewährleisten, müssen im rechten Bein minimalste tonische Anpassungsreaktionen (Equilibriumreaktion Gleichgewichtsreaktionen) erfolgen, was wiederum ein hohes Maß an reziproker Innervation der Haltungsmotorik erfordert. Die Therapeutin hält dabei beide Hände (Seitenvergleich) bzw. die betroffene Hand fest und erfährt, ob Herr L. durch eine physiologische assoziierte Bewegung (Seitenvergleich) oder durch eine pathologische Tonuserhöhung, d.h. assoziierte Reaktion reagiert. Erfährt die Therapeutin eine bleibende Spannungserhöhung, so ist die Bewegungsanforderung zu hoch und muss entsprechend verringert werden. Besteht jedoch eine physiologische Tonusregulierung, so kann man die Sequenz entsprechend steigern, wie z.B. in die Knie gehen (Verbesserung der Kniekontrolle) oder auf die Zehenspitzen stellen (Verringerung der Unterstützungsfläche). Herr L. konzentriert sich vor allem auf die Bewegungsvorgabe des linken Beines, wobei die reaktiven Ausgleichsbewegungen rechts weitgehend automatisiert bzw. automatisch erfolgen.

### 11 Ziel- und greifmotorische Bewegungen im Stand

Durch die Tonusnormalisierung bei einem relativ hohen Bewegungsniveau (Einbeinstand) fällt es Herrn L. nun leichter, **selektive Armbewegungen bei einer geringeren Anforderung an die Haltungsmotorik** auszuführen, wie z.B. bei der Schrittstellung. Die Therapeutin erarbeitet nun automatisierte Bewegungen im Stand, indem sie Bewegungsabläufe in ein Wettspiel integriert. Gerade die Ergotherapie ist prädestiniert für den Einsatz von Handwerksmedien. Im Hinblick auf den ergotherapeutischen Medieneinsatz und in Bezug auf Herrn L.s zurückliegenden Sommerurlaub in Südfrankreich (vor zwei Jahren) entstand die Übungseinheit »Peddigrohr-Boccia«. Herr L. versucht das Peddigrohrbündel so nah wie möglich an den aufgestellten Kegel zu werfen. Die Aktivität führt zur:

- **automatisierten Gewichtsübernahme** (Haltungsmotorik) der rechten Körperseite (Standbein),
- zur **Rumpfrotation** (mobiler, oberer Rumpf gegen stabile unteren),
- zu (bewusst-automatisierten) **selektiven Arm- und Fingerbewegungen** beim Zielen (Zielmotorik, aus dem pathologischen Muster heraus) und
- **Loslassen** (Greifmotorik) des Peddigrohrbündels.

Nachdem Herr L. in der dritten Runde (5:3, 5:2, 5:3) das naheligendste Peddigrohrbündel der Therapeutin mit sei-



Abb. 11.53. Ziel- und greifmotorische Bewegungen im Stand

nem Bündel zum wiederholten Male weggeschossen hat und um ihre Frustrationstoleranz nicht weiter zu strapazieren, wechselt sie (rein therapeutisch natürlich) die Zielvorgabe vom Peddigrohr-Boccia zum Peddigrohr-Golf. Als dies jedoch auch nicht zum gewünschten »therapeutischen Erfolg« führt (5:1, 5:2, 5:4), wechselt sie erneut die Technik zum Peddigrohr-Basketball (Abb. 11.53). Auf das Ergebnis des Spiels wird zum Schutze der Therapeutin an dieser Stelle nicht mehr detailliert eingegangen.

## 11.10 · Fallbeispiel Herr L.: Behandlung der oberen Extremität und der Graphomotorik

**Exkurs: Handmobilisation, anatomische Grundlagen.** Die lange Immobilität und die unphysiologische Tonuserhöhung führen zu Verspannungen der Hand- und Fingermuskulatur (s. auch myostatische Kontraktur, Fallbeispiel Herr M.). Daher ist eine Mobilisation (Lockererung) des Unterarms vor Beginn der selektiven Hand- und Fingerbewegungen notwendig. Dabei ist zu bedenken, dass bei einer zentral bedingten Verspannung die Lockerung alleine noch keinen bleibenden Eindruck hinterlässt, sondern nur die unmittelbare funktionelle Umsetzung der neu gewonnenen Mobilität. Zudem wird im Folgenden deutlich, dass Übungen zur Steigerung der Handkraft die Mobilität in der Regel nicht verbessern.

### Anatomie und Mobilisation des Unterarms (Membrana interossea)

Die Fasern der Membrana interossea verlaufen schräg distal vom Radius zur Ulna (Abb. 11.54a). Sie verhindert die Längsverschiebung der Unterarmknochen gegeneinander. Wirkt eine Kraft auf das Handgelenk (Stütz), wird diese an den Radius weitergegeben, der diese wiederum über die Membrana interossea zur Ulna weiterleitet und schließlich auch zum Humerus bzw. Schultergürtel. Die größte Spannung wird in der Supinationsstellung aufgebaut (Radius und Ulna liegen parallel). Die Membrana interossea dient den Unterarmmuskeln als Ursprungsfäche, wodurch sich eine **Mobilisation positiv auf die komplett Handmotorik auswirken kann**.

Das Vorgehen bei der Behandlung wird in Abb. 11.54b gezeigt. Die Therapeutin beginnt mit einer **Mobilisation der Membrana interossea am proximalen Unterarm**. Der Arm des Patienten liegt vor ihr in Pronationsstellung (weniger Spannung) auf dem Behandlungstisch. Sie umgreift mit ih-

rer linken Hand radialseitig und mit der rechten Hand ulnarseitig das hintere Drittel des proximalen Unterarms, sodass sich ihre Daumen leicht lateral in der Furche zwischen Ulna und Radius treffen. Die Finger greifen in gleicher Weise an die Unterseite des Arms. Nun bewegt sie langsam den Radius gegen die Ulna, um die optimale Ausgangsposition zu ertasten. Sie streicht langsam und mit etwas Druck mit ihren Daumen schräg vom Radius zur Ulna in Richtung distal. Mit den Fingern ventralseitig mobilisiert sie die Unterarmknochen dezent gegeneinander. Der ausgeübte Druck darf nur so stark sein, dass es der Patient noch gut toleriert. Oft beschreiben Patienten das Gefühl als **angenehmen Schmerz**. Die Mobilisation sollte drei- bis viermal wiederholt werden.

Bevor man die Mobilisationstechnik am Patienten durchführt, sollte man sie im Selbstversuch mit einem Kollegen gegenseitig durchführen. In der Regel werden beide eine leichtere Fingerbeweglichkeit nach der Mobilisation feststellen.

### Anatomie und Mobilisation des Handgelenks

Das Handgelenk wird in das **proximale und das distale Handgelenk** unterteilt (Abb. 11.55a). Die konkave Gelenkpfanne (konkav, Pfanne als Eselsbrücke!) des proximalen Handgelenks wird hauptsächlich vom Radius gebildet, die Ulna ist zu einem wesentlich kleineren Teil indirekt über den Discus articularis beteiligt. Der Gelenkkopf setzt sich aus der proximalen Reihe der Handwurzelknochen (Os scaphoideum, Os lunatum und Os triquetrum mit Ausnahme des Os pisiforme) zusammen. Legen wir nun unsere Hand mit dem Handrücken vor uns auf den Tisch, erkennen wir in Höhe der Handwurzel zwei Beugefurchen, eine

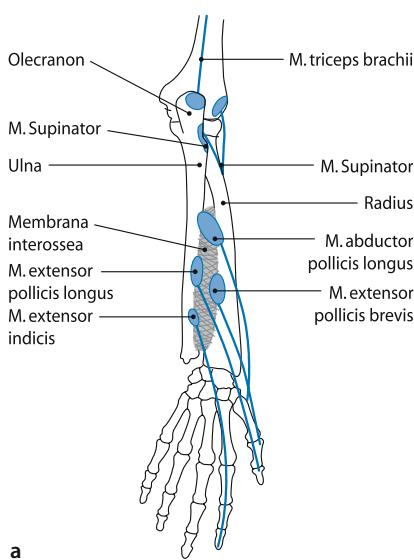


Abb. 11.54a,b. Anatomie und Mobilisation des Unterarms (Membrana interossea)

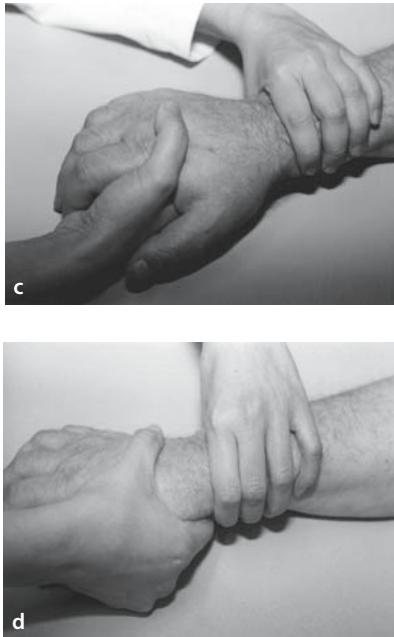
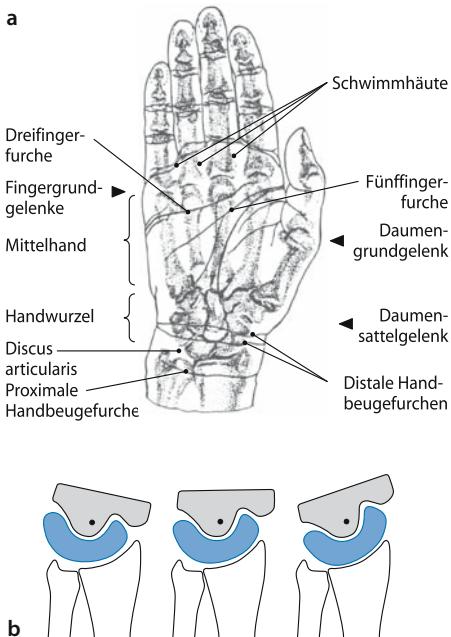


Abb. 11.55a-d. Anatomie und Mobilisation des Handgelenks

**11**

proximale Linie und eine etwas breitere distale Beugefurche (z.T. zwei eng aneinander liegende Furchen). Das **proximale Handgelenk** ist in Höhe der proximalen Beugefurche, distalseitig lokalisiert. Das **distale Handgelenk** wird aus der proximalen und distalen Reihe (Os trapezium, Os trapezoideum, Os capitatum und Os hamatum) der Handwurzelknochen gebildet und liegt im Bereich der distalen Beugefurche/n.

Im proximalen Handgelenk finden vorwiegend die **Palmarflexion sowie die Ulnar- und Radialabduktion** statt (Abb. 11.55b). Durch die Verzahnung zwischen der proximalen und der distalen Reihe der Handwurzelknochen nimmt die proximale Reihe die distale bei Abduktionsbewegungen mit. Die **Dorsalextension** wird dagegen aus der anatomischen Nullstellung heraus stärker im distalen Handgelenk ausgeführt.

Zur **Mobilisation des proximalen Handgelenks** fixiert die Therapeutin mit ihrer linken Hand den Radius und die Ulna (Daumen ca. in Höhe der proximalen Beugefurche) (Abb. 11.55c). Mit der rechten Hand greift sie in die Hand des Patienten (fixiert das distale Handgelenk und die Metakarpalphalangengelenke II-V) und führt eine **leichte Traktion** aus. Sie hält die Hand ca. 5 bis 6 s., um die Sehnen und Bänder zu mobilisieren. Dies wiederholt sie ca. vier- bis fünfmal. Nun **bewegt sie das Handgelenk, vom Radius ausgehend** (proximal gegen distal), auf allen Bewegungsebenen durch, jeweils wieder zur Nullstellung zurückkehrend. Dabei führt sie mit ihrer rechten Hand eine leichte Traktion aus, während die linke Hand den Radius umgreift und die-

sen gegen das Handgelenk in die Radialabduktion, wieder zurück in die Nullstellung, in Ulnarabduktion und wieder zurück sowie in die Plantarflexion führt usw.

#### Beachte

Die Bewegungen werden nur innerhalb des schmerzfreien Bewegungsspielraums ausgeführt.

Durch dezentren Druck (Kompression) und leichten Zug (Traktion) setzt sie propriozeptive Reize (auf die Muskel- und Sehnenspindeln), mit denen sie die Spannung in der Muskulatur reduziert, um so die **physiologische Bewegungsausführung zu verbessern**.

Die Therapeutin wiederholt die Mobilisation, bis sich eine **Lockierung** einstellt. Häufig findet man in der Literatur die Aussage, nicht in die Handinnenfläche zu greifen, da dies den Handgreifreflex bzw. eine Spastizität auslösen kann. Die Praxis zeigt jedoch, dass dies eher selten der Fall ist. Sollte es dennoch zu einer pathologischen Tonuserhöhung kommen, muss das Handling an die jeweilige Situation adaptiert werden, wie z.B. mit der Hand über den Handrücken greifen oder die Hand falten und die Finger spreizen (Faltgriff zwischen Therapeuten- und Patientenhand). Es liegt in der Natur der Sache, dass es sowohl unterschiedliche Patientenhände als auch unterschiedliche Therapeutenhände gibt, daher sind die gezeigten Griffe nur Beispiele. Die Therapeutin sollte selbst die für sich und für den Patienten günstigste (ergonomischste) Grifftechnik herausfinden.

### 11.10 · Fallbeispiel Herr L.: Behandlung der oberen Extremität und der Graphomotorik

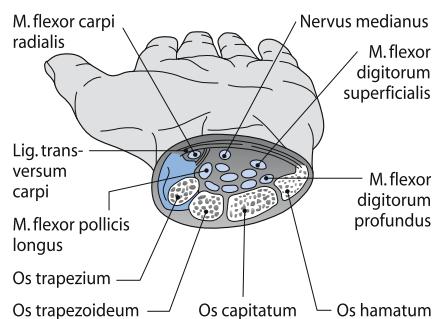
Bei der **Mobilisation des distalen Handgelenks** umgreift die Therapeutin mit beiden Händen das distale Handgelenk (Abb. 11.55d). Dabei berühren sich die Zeigefinger an der distalen Beugefurche (ventral), und der Daumen der rechten Hand liegt entsprechend dorsalseitig. Mit der rechten Hand führt sie eine leichte Traktion aus. Mit ihrer linken Hand bewegt sie den Radius aus der Nullstellung nach ventral, um in Richtung Dorsalextension zu mobilisieren (von proximal nach distal). Sie verweilt dort ca. 6 s bis sie die Hand wieder zurück in die Ausgangsstellung führt. Durch die Dehnung entsteht eine Lockerung der Hand und der Finger mit zunehmendem schmerzfreien Bewegungsausmaß.

Bei komplett extendierten Fingergelenken ist die aktive Dorsalextension endgradig oft nur eingeschränkt möglich. Als **alternative Grifftechnik** kann die Therapeutin neben dem Patienten sitzen und mit ihrer rechten Hand das distale Handgelenk umgreifen. Ihre Finger liegen dabei ventral-

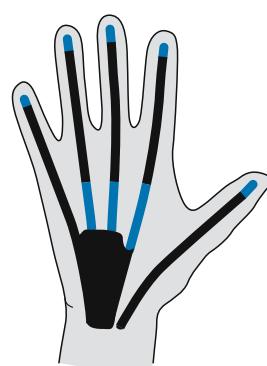
seitig (Zeigefinger an der distalen Beugefurche), der Daumen auf dem Handrücken. Die linke Hand der Therapeutin spreizt die Finger des Patienten (Faltgriff Therapeut und Patient) dorsalseitig. Mit der rechten Hand bewegt sie nun den Radius gegen das Handgelenk in Richtung Dorsalextension nach ventral.

#### Anatomie und Mobilisation der Hand

Die Handwurzelknochen liegen nicht plan in einer Reihe, sondern bilden ein **flaches Handgewölbe**, dessen Konvexität nach dorsal weist (Abb. 11.56a). Im Bereich des proximalen Handgelenks befindet sich dorsalseitig das Retinaculum extensorum, durch das die Sehnen der Extensoren gehalten und geführt werden. Ventralseitig verläuft das Retinaculum flexorum (Halteband der Flexoren). Zwischen ihm und der Wölbung der Handwurzelknochen bildet sich der **Canalis carpi (Karpaltunnel)**. Durch ihn ziehen die Sehnen der langen Fingerbeuger, der N. medianus und die Blutge-



a



b



c



d



e



Abb. 11.56a-f. Anatomie und Mobilisation der Hand

fäße der Hand. Die Wölbung zieht mit zunehmender Größe über die Mittelhandknochen nach distal zu den Fingergrundgelenken.

Im Handteller (ventral) liegt zwischen Daumen- und Kleinfingerballen eine dreieckige Sehnenplatte, die **Palmaraponeurose** (Abb. 11.56b). Die pathologische Schrumpfung dieser Sehnenplatte führt zur Dupuytren-Kontraktur. Im Bereich der Mittelhand liegen die kurzen Handmuskeln (Mm. interossei et Mm. lumbricales), die bei der Ausführung von feinmotorischen Bewegungen eine wesentliche Rolle spielen. Durch ihre Lage ist es ihnen u.a. möglich, die Fingergrundgelenke zu beugen bei gleichzeitiger Extension der Fingermittel- und -endgelenke.

Die Therapeutin umgreift mit beiden Händen die rechte Handwurzel (Abb. 11.56c). Ihre linken Finger umgreifen am Kleinfingerballen, die rechten Finger den Daumenballen. Die Daumen berühren sich auf dem Handrücken. Die Therapeutin **dehnt und lockert vorsichtig (im schmerzfreien Raum) das Handgewölbe** (Retinaculum flexorum, Palmaraponeurose) durch gewölbeformende Grifftechniken. Sie hält dabei die beiden Handballen gegen ihre Daumen (ca. 6 s), löst die Spannung und arbeitet sich auf diese Weise Schritt für Schritt von proximal über die Mittelhand zu den Fingergrundgelenken nach distal vor.

Mit zunehmender Bewegungsfreiheit drückt sie während der Mobilisation die Handwurzel leicht auf den Tisch (**Dorsalextension**), um am Daumen- und Kleinfingerballen (Muskelbäuche, Muskelpindeln) den physiologischen Referenzpunkt zu stimulieren (Abb. 11.56d).

Die Therapeutin unterstützt mit den Fingern ihrer rechten Hand die Fingergrundgelenke des Patienten, mit den Fingern ihrer linken Hand streicht sie mit etwas Druck von distal nach proximal auf dem Handrücken entlang (Abb. 11.56e). Die Finger des Patienten dürfen dabei eine Extension ausführen. Dadurch werden die **kurzen Handmuskeln** (Mm. interossei) mobilisiert.

Nun dreht sie die Hand und legt sie auf den Handrücken (Abb. 11.56f). Mit ihrer rechten Hand stabilisiert sie die distalen Köpfe der Mittelhandknochen, mit den Fingern der linken Hand streicht sie, von der Handwurzel ausgehend, über die Palmaraponeurose nach distal zu den Fingergrundgelenken. Dies bewirkt eine **Mobilisation der Mm. lumbricales**. Sollte eine Tonuserhöhung stattfinden, muss die Therapeutin entsprechend reagieren, indem sie die Streichtechnik verändert, mit geringerem Druck arbeitet etc. Sie kann sich auch seitlich neben den Patienten (betroffene Seite) positionieren, um so eine bessere Sitzposition für sich einzunehmen.

#### Mobilisation des Daumens (Pollex) und der Finger

Herr L. legt seinen Unterarm ulnarseitig auf den Behandlungstisch (Daumen zeigt nach oben). Nun greift die Therapeutin mit den Fingern ihrer linken Hand in den Daumenballen, ihr Daumen liegt dabei dorsalseitig auf dem Os metacarpale I (erster Mittelhandknochen; Abb. 11.57a). Mit ihrer rechten Hand stabilisiert sie die Hand des Patienten. Mit der linken Hand führt sie nun den Daumen über das Daemensattelgelenk (proximaler Gelenkpartner Os tra-

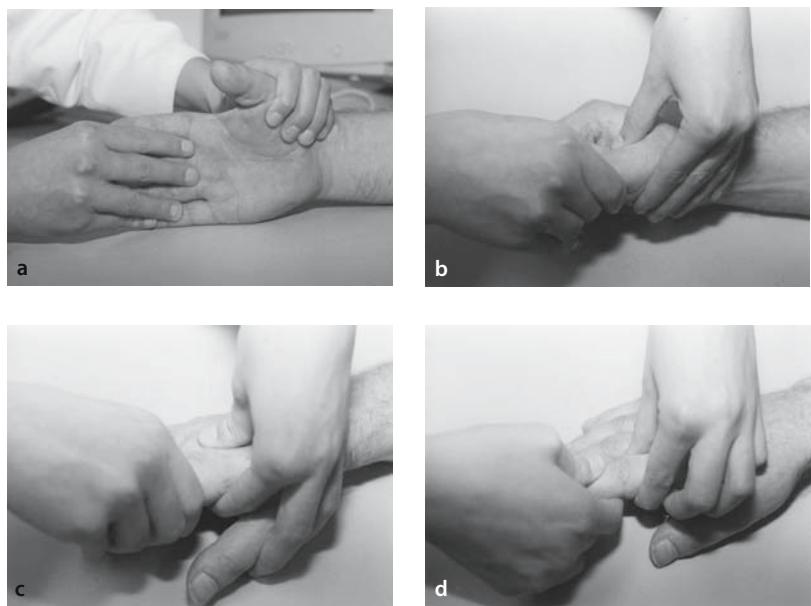
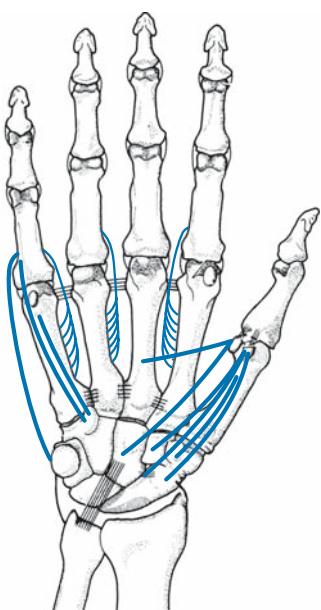


Abb. 11.57a–d. Mobilisation des Daumens (Pollicis) und der Finger

### 11.10 · Fallbeispiel Herr L.: Behandlung der oberen Extremität und der Graphomotorik

pezium) in die **Oppositionsstellung** (stellt ihn den anderen Fingern gegenüber) und durch die Reposition wieder zurück in die Ausgangsstellung. Teilweise kann eine leichte Funktionsmassage der Muskulatur im Daumenballen das (schmerzfreie) Bewegungsausmaß steigern.

Darauf folgend stabilisiert sie mit dem Daumen und Zeigefinger ihrer linken Hand am distalen Os metacarpale I und führt im Daumengrundgelenk (Scharniergelel) eine **leichte Traktionsbewegung** aus (Abb. 11.57b). Dabei hebt sie mit leichtem Zug die Grundphalanx (proximale Phalanx) des Daumens vom Gelenkkopf des Os metacarpale minimal ab, bewegt es in Flexionsstellung und löst nach ca. 3 s die Spannung. Beim Lösen erfolgt eine leichte Kompression (Druck), um den **propriozeptiven Input** zu verstärken. Danach führt sie wiederum eine Traktion in die Extension aus, dies wiederholt sie mehrmals. Zwischen proximaler- und distaler Phalanx wird die Mobilisation in gleicher Weise ausgeführt (Stabilisation der Grundphalanx und leichte Traktion an der Endphalanx in Flexionsstellung, zurück in die Nullstellung bzw. Extensionsstellung etc.).

Die Therapeutin beginnt am Zeigefinger (Abb. 11.57c). Sie stabilisiert mit ihrer linken Hand das Fingergrundgelenk (am distalen Os metacarpale II). Da dies ein Eigelenk ist, führt sie während der Traktion der Grundphalanx eine dezentre **Rotationsbewegung** aus. Sie hält die Spannung ca. 3 s (Zug) und löst sie mit einer leichten Kompression (Druck) in die Nullstellung zurück. Danach mobilisiert sie das Grundgelenk entsprechend seinen Bewegungssachsen (Flexion, Extension, Abduktion) auf allen Ebenen.

Da die Fingermittel und -endgelenke Scharniergelel sind, sind bei der Traktion und Kompression lediglich die Flexions- und Extensionsbewegung auszuführen (proximaler Gelenkpartner wird stabilisiert, distal mobilisiert) (Abb. 11.57d). Mit den restlichen Fingern wird in gleicher Weise verfahren.

Durch die Fingermobilisation wird erreicht:

- propriozeptive Stimulation,
- Steigerung der Mobilität,
- Kontrakturprophylaxe,
- Verbesserung des Stoffwechsels innerhalb der Hand.

#### Anbahnung selektiver Fingerbewegung

Da die Therapeutin im Grunde ihres Herzens eine Spielerinatur ist, fiel ihr auch hierbei ein Spiel aus ihrer Schulzeit ein: »Tischfußball mit Münzen«. Auf dem Tisch liegen drei Münzen, die mittlere Münze schießt Herr L. mit seinem Zeigefinger durch die beiden äußeren hindurch und immer so weiter, bis er das Tor am gegenüberliegenden Tischende erreicht. Als Steigerung führt Herr L. das Spiel mit dem Mittelfinger oder dem Daumen aus.

Das Spiel dient der **Verbesserung der selektiven Fingerbewegungen** (Abb. 11.58a, b), vor allem der Extension, und bietet als weiteren wichtigen Therapiefaktor die Freude

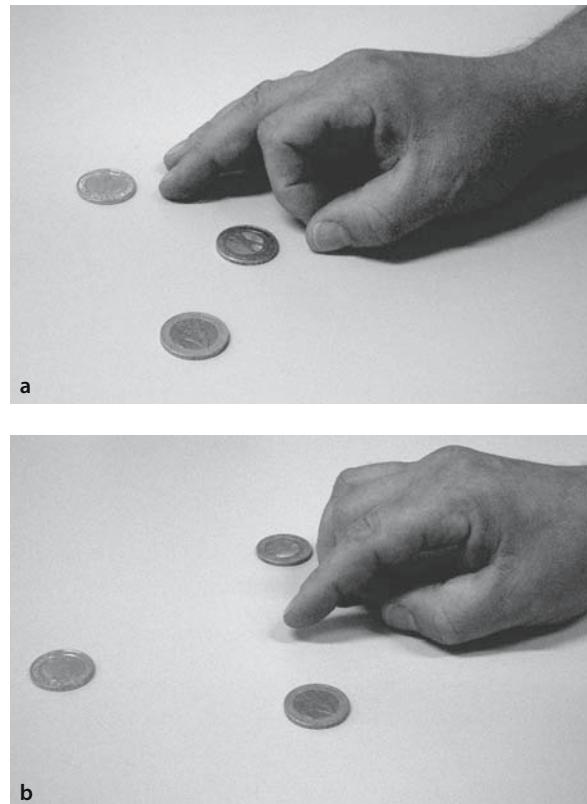


Abb. 11.58a,b. Anbahnung selektiver Fingerbewegung

am Spiel (Motivation). Als Alternative zu den Geldmünzen könnten bei Herrn L. auch Schrauben oder Muttern mit unterschiedlichen Größen und Gewicht verwendet werden.

**Die »Sprache des ZNS« einsetzen.** Um die Sprache des ZNS zu sprechen, legt die Therapeutin großen Wert auf die automatisierte Bewegungsausführung. Während es ihr um die funktionelle Extensionsbewegung des Fingers geht, liegt das Bewusstsein von Herrn L. beim Schießen der Geldmünzen (Handlung). Die Therapeutin verbindet dabei die Bewegung mit einem Ziel, einer Aufgabe, d.h. einer (mehr oder weniger) sinnerfüllten Bewegung (Tätigkeit). Es macht daher wenig Sinn, den Patienten verbal und sehr stereotyp dazu aufzufordern: »Bitte strecken oder beugen Sie Ihren Zeigefinger« o. Ä.

#### Beachte

Eine Bewegung ohne Sinn ist eine sinnlose Bewegung. Die Hand ist ein Sinnesorgan, sie muss **fühlen, greifen und han-tieren**.

### Sinnesorgan Hand: »Stereognosie«

Die Hand erfüllt (ertastet) im Dunkeln den Lichtschalter, erkennt rund, glatt, schwer, kalt, warm etc. Dabei nimmt das ZNS die taktilen und propriozeptiven Sinneseindrücke auf, verknüpft sie zu einer Sinnesempfindung und verschaltet diese mit anderen Sinnesmodalitäten, um sie einem bekannten Objekt zuzuordnen (Wahrnehmung).

Es wird deutlich, dass innerhalb normaler Bewegungsaktivitäten eine Trennung zwischen den sensorischen und den motorischen Systemen nicht möglich ist. Entsprechend setzt die Therapeutin die genannten Aspekte in ihrer Therapie ein, um über die sensorischen Qualitäten die motorischen zu verbessern und/oder umgekehrt. Sie nutzt die Gunst der Stunde beim Tischfußballspiel, um Herrn L. dazu aufzufordern, aus mehreren Geldmünzen drei Euro-Stücke (ohne Blickkontakt) herauszusuchen (Abb. 11.59a–d).

Herr L. befindet sich in einer Phase der Rehabilitation, die primär nicht mehr das Beüben einer isolierten sensorischen Qualität (Tiefen- oder Oberflächensensibilität) beinhaltet, sondern vielmehr das Zusammenspiel beider Qualitäten erfordert, die **Stereognosie** (Erkennen von bekannten Formen durch Ertasten).

Er soll nun verschiedene Münzen, Größe, Gewichte, Stärke und Oberflächen unterscheiden. Da Geldmünzen nahezu jedem bekannt sind, kann er eine Beziehung (Assoziationen) zum Medium aufbauen. Seine Sensorik kann anhand der Erinnerungen mit dem Gegenstand **multiple Assoziationen** (Wahrnehmung) verknüpfen, wodurch das Erreichen des Ziels wahrscheinlicher wird. Zudem hat diese Aufgabe einen hohen Aufforderungscharakter, da sie mit bekannt-

ten Objekten (Erfahrungswerten) arbeitet, einen alltagsrelevanten Bezug besitzt (Umgang mit Geldmünzen) und an die emotionale Komponente des Spiels gekoppelt ist.

#### Beachte

Die Motivation bildet eine Grundvoraussetzung für die Ausführung einer normalen Bewegung.

Die Therapeutin adaptiert das Niveau der Aufgabe an das sensomotorische Potenzial von Herrn L. so, dass er entsprechend seinen Fähigkeiten die Münzen erfüllen bzw. ertasten kann (Erfolgserlebnis). Es macht wenig Sinn, Medien oder Aufgaben einzusetzen, die der Patient nicht bewältigen kann. Es würde zu Frustration oder Ärger führen, was wiederum einen Motivationsverlust beinhaltet und eine Tonuserhöhung herbeiführen könnte.

Ist die Feinmotorik so weit intakt, dass er die Münzen **selbstständig aufnehmen und benennen** kann, erübrigt sich die Unterstützung. Ist dieses Potenzial jedoch noch nicht vorhanden, muss die Therapeutin das Medium entsprechend darbieten, indem sie z.B. mit den Fingerspitzen des Patienten den Rand der Münzen abfährt, mit den Oberflächen über seine Fingerspitzen fährt, die Münzen zwischen Zeigefinger und Daumen positioniert, die Münzen in seinen Handteller legt oder die Münzen hochkant stellt und Herr L. mit seinen Fingern die unterschiedlichen Höhen erkennen muss etc.

Als Steigerungsmöglichkeit soll Herr L. die Münzen aus seiner Geldbörse heraussuchen (**Stereognosie**). Allgemein sollten die Aufgaben so aufgebaut sein, dass sie den Patienten an seiner oberen Leistungsgrenze fordern. Sie sollten nicht zu leicht sein, da es für den Patienten langweilig werden könnte, aber auch nicht zu schwer, um eine Frustration zu vermeiden. Grundsätzlich ist es sinnvoll, Alltagsaktivitäten in die Therapie zu integrieren, selbst wenn diese nur symbolischer Natur sind. Der Patient kann sich eher mit einer bekannten Situation (anstelle einer neuen Situation) auseinander setzen. Er kann Erinnerungen mit einfließen lassen und auf diese Weise eine Handlungsplanung entwickeln. Es müssen (sollten) auch keine teuren Therapiemedien eingesetzt werden, mit denen der Patient nur wenig anfangen weiß bzw. keinen Bezug dazu aufbauen kann. In der Regel führt der Einsatz einfacher Werkzeuge oder Gebrauchsgegenstände, wie z.B. Besen und Schaufel, Schraubenzieher, Maurerkelle, Taschenrechner etc. schneller zum Erfolg.

### Graphomotorisches Training (auf die richtige Sitzposition achten)

Die Therapeutin beginnt mit dem graphomotorischen Training (Abb. 11.60a, b). Hierbei verwendet sie **keine** Vorlagen, wie sie meist noch verwendet werden. Innerhalb dieser Vorlagen muss der Patient die Schriftzüge genauestens aus-

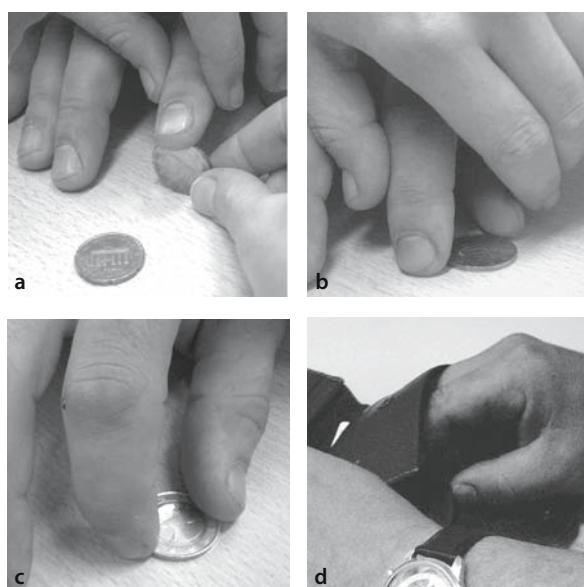


Abb. 11.59a–d. Sinnesorgan Hand »Stereognosie«

### 11.10 · Fallbeispiel Herr L.: Behandlung der oberen Extremität und der Graphomotorik

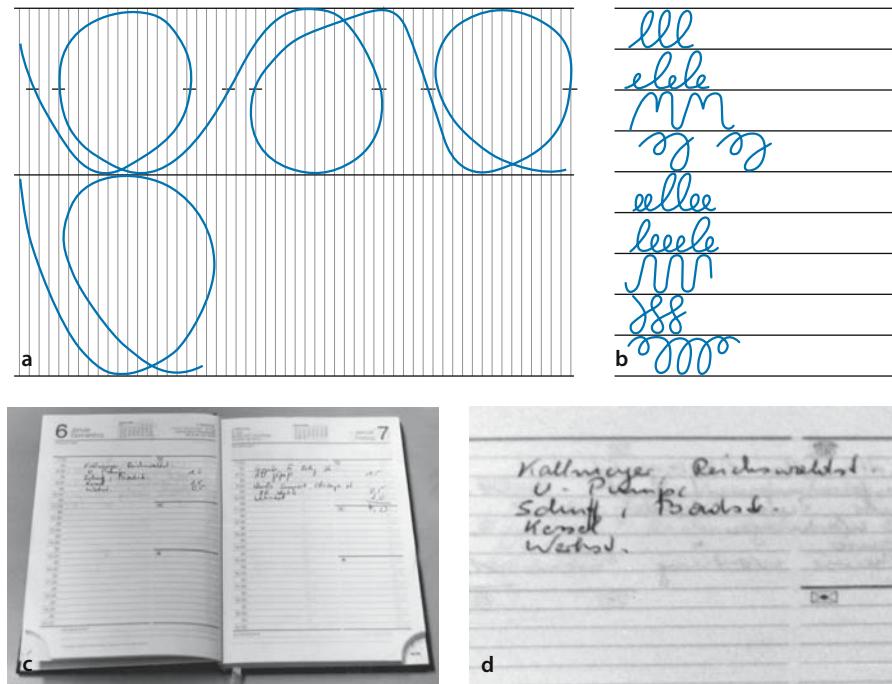


Abb. 11.60a-d. Graphomotorisches Training (auf die richtige Sitzposition achten)

führen (Höhe zwischen den Zeilen, Bögen, Linien etc.). Dabei benötigt er eine hohe Aufmerksamkeit, einen höheren Tonus und damit verbunden eine langsamere Bewegungsgeschwindigkeit (► Kap. 3.4 »Selbsterfahrung«)

Die Therapeutin lässt sich von Herrn L. einen alten Terminkalender mitbringen, um sein **prämorbid Schriftbild als Vorlage** zu verwenden (Abb. 11.60c, d). Dies gilt als das anzustrebende Therapieziel, da auch das Beüben der lateinischen Normschrift zu ähnlichen Resultaten wie das Arbeiten mit Vorlagen (s. oben) führen würde.

Herr L. erlernte nach seinem Insult das Schreiben mit der linken Hand, welches sicherlich für die Funktionalität der rechten Hand nicht förderlich war. Neuronale Strukturen, die für das rechtsseitige Schreiben zuständig waren, mussten sich nach links umorganisieren, wodurch die rechte Hand noch stärker aus dem Bewusstsein rückte.

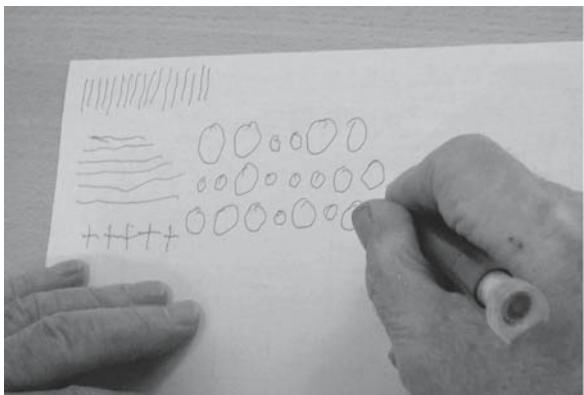
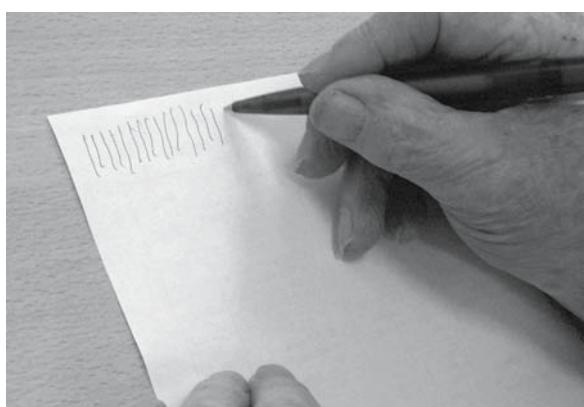
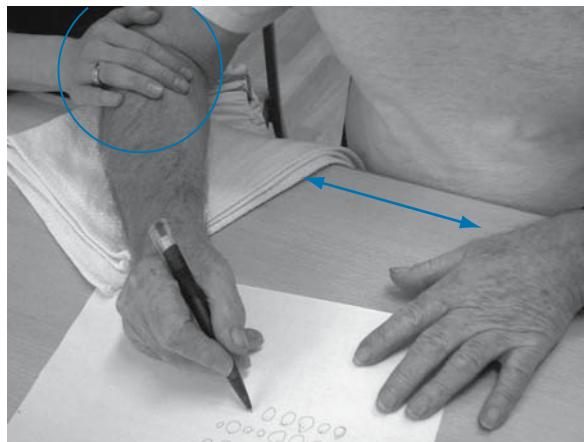
Oft ist die Einschätzung, inwieweit der Patient nach einer Hirnläsion seine normale Motorik wiedererlangt, eine Gratwanderung. Kann man es sich leisten, jahrelang die rechte Hand im Sinne der Restitution mit nur mangelhaftem Erfolg zu therapieren (z.B. nur als Hilfshand einsetzbar)? Oder sollte man nicht vorher die linke (weniger betroffene) Hand einsetzen, um dem Patienten eine gewisse Selbstständigkeit zu ermöglichen (wie z.B. mit der persönlichen Unterschrift), auch auf die Gefahr der weiteren Ver nachlässigung der rechten Extremität?

Diese Frage (Verantwortung) sollte nicht eigenständig entschieden werden, sondern vielmehr in Absprache mit dem interdisziplinären Team (Ärzte, Ergotherapeuten, Physiotherapeuten, Logopäden, Pflegepersonal, Neuropsychologen etc.).

#### Beginn des graphomotorischen Trainings

Herr L. beginnt (mit möglichst wenig Tonus) wahllos Striche und Linien auf ein Blatt zu ziehen (Abb. 11.61). Zuerst senkrecht, dann quer, schräg usw. Bemerkt die Therapeutin eine **Kompensation im Ellenbogen**, setzt sie einen taktilen Reiz am Ellbogen, um die Ausführung möglichst aus dem Handgelenk und durch selektive Fingerbewegungen zu bahnen. Dabei dient das Ellenbogengelenk lediglich dazu, die Hand im Zuge der Zeilenführung über das Blatt zu bewegen (Pfeil). Ein etwas dickerer Stift oder eine Griffverdickung ermöglicht die Ausführung mit einem geringeren Tonus. Ist er jedoch durch eine Griffverdickung zu dick, entspricht dies nicht mehr der Alltagssituation. Ein Hilfsmittel sollte daher nur als Alternative zu einem alltagsüblichen (evtl. etwas breiteren) Stift eingesetzt werden. Denn: Was passiert, wenn keine Griffverdickung zur Verfügung steht?

Diese **Schreibübungen** werden nicht zu lange durchgeführt (je nach Potenzial des Patienten maximal 3 bis 5 min). Bemerkt die Therapeutin eine Verspannung bzw. einen Tonusanstieg in der Hand oder den Fingern, wird eine **Schreibpause** eingelegt, um evtl. Lockerungsübun-



■ Abb. 11.61. Beginn des graphomotorischen Trainings

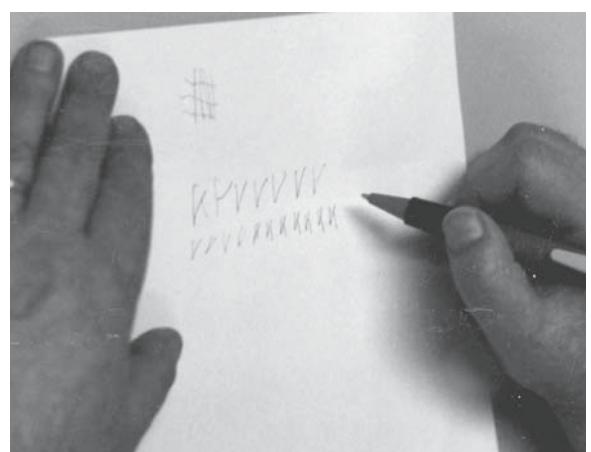
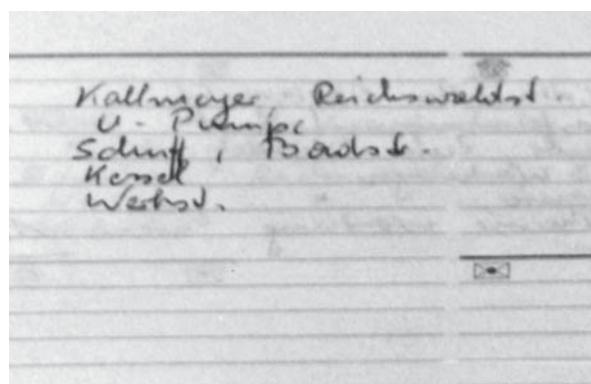
gen (z.B. Hand ausschütteln), ein Spiel, eine Handmobilisation oder Ähnliches durchzuführen. Ist der Tonus der Hand wieder normalisiert, zieht Herr L. undefinierter Kreise und Bögen (ohne Vorgabe der Größe, Form etc.) auf das Blatt.

### Erste Buchstaben

Die Therapeutin wählt anhand der vom Patienten mitgebrachten persönlichen Vorlage Buchstaben aus und führt Herrn L. mit seinem bereits gewonnenen Potenzial (Striche und Kreise) an diese heran.

Die **Dauer und Art des graphomotorischen Trainings** richtet sich nach Herrn L.s Konstitution. Eine eher schlechtere Tagesverfassung kann dazu führen, dass der Therapieschwerpunkt eher in Lockerungsübungen als im eigentlichen Schreibtraining liegt. Bei guter Tagesverfassung ist gegenteilig zu verfahren. Dabei muss die Therapeutin permanent beobachten und befunden, was in der Hand und im Arm passiert, um entsprechend zu reagieren.

Herr L. beginnt mit seinen **ersten Buchstaben** (Abb. 11.62). Als relativ einfach wird das große »K« angesehen. Er zieht möglichst automatisiert (ohne pathologischen Tonus aufzubauen) senkrechte Linien auf das Papier, diese ergänzt er durch eine schräge Linie und fügt an diese weitere kleine Schrägen ungefähr mittig hinzu. Die aus-



■ Abb. 11.62. Erste Buchstaben

### 11.10 · Fallbeispiel Herr L.: Behandlung der oberen Extremität und der Graphomotorik

führliche Beschreibung des Vorgangs soll nicht dazu verleiten, dies so verbal dem Patienten zu vermitteln. Im Gegen teil: Der Patient sollte die Buchstaben nach dem gleichen Schema wie vor seiner Läsion ausführen. Wird das »K« entsprechend geschrieben, wechselt Herr L. zum »a«; Kreis ziehen und Linie mit Haken. Beim »u« Halbbogen, beim »i« schräger Strich nach oben, kleiner Bogen und senkrecht herunter etc.

Dies wird fortgesetzt, bis Herr L. die Buchstaben entsprechend beherrscht. **Steigerungsmöglichkeiten** sind z.B., Wörter und Sätze aus der Tageszeitung abzuschreiben. Herr L. ist sehr motiviert und verbringt zu Hause viel Zeit mit therapeutischen Hausaufgaben. Die Therapeutin musste ihn zu Beginn eher bremsen bzw. die strenge Anweisung geben, die Übung nicht zu lange auszuführen und beim ersten Anzeichen der Tonuserhöhung eine Pause mit Locke rungsübungen einzulegen.

#### Reflexion

Nach ca. vier Monaten Behandlung setzt Herr L. seine rechte Hand zum Ablängen der Kabel für den Einbau seines Autoradios relativ **automatisiert** ein und tätigt wieder **rechts händig seine Unterschrift** (Abb. 11.63).

Die Therapeutin begann ihre Therapie nicht mit dem augenscheinlichen Problem der Feinmotorik. Sie suchte nach der Ursache, **dem Schlüsselproblem**, welches nicht im mangelnden Tonus der Fingerextensoren, sondern vielmehr in der pathologischen Tonuserhöhung der Arm- bzw. Hand flexoren (Greifmotorik) lag. Die Zielmotorik des Armes bildete die Basis, um feinmotorische Greifbewegungen mit der Hand auszuführen. Herr L. lernte durch die Bahnung physiologischer Bewegungsabläufe den erhöhten Tonus seines Armes, der Hand, sowie der Finger zu hemmen. Wird die Hemmung nicht möglich, führt nahezu jede Bewegungsauf forderung zu einem Tonusanstieg, der einer normalen Be wegungsausführung entgegenwirkt. Mit der eigenständigen Tonusregulation, führte Herr L. vorab eher grobmoto rische, später feinmotorische Bewegungen möglichst **auto matisiert** aus.

Die Therapeutin nutzte dabei die **Variationen der Unter stützungsflächen**. Sie setzte das Bewegungsausmaß und -tempo (räumliche und zeitliche Koordination) so ein, dass Herr L. an seiner oberen Leistungsgrenze gefordert wurde. Dabei suchte sie nach physiologischen Bewegungsanteilen und baute diese aus, um damit die Defizite zu reduzieren. Sie modulierte den Tonus ähnlich wie Herr L. seine »Venus von Milo« (Abb. 11.65). Gleichzeitig bahnte sie den physiologischen Tonus der Fingerextensoren und reduzierte den pathologischen Tonus im Arm und in den Fingerflexoren. Sie verglich (fühlte) permanent die beiden Körperseiten, um eine Vorstellung von seinem normalem Tonus, seiner normalen Koordination und somit **seiner normalen Be wegung** zu gewinnen.

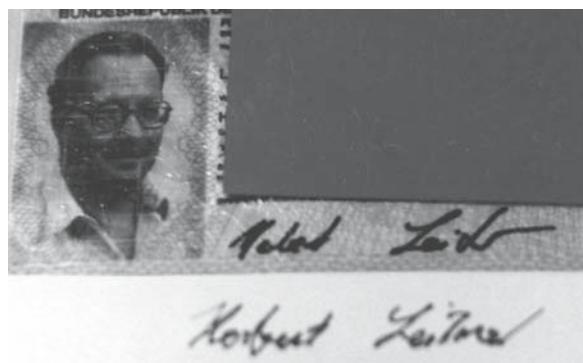


Abb. 11.63. Reflexion

#### Beachte

Die Unterschiede zur normalen Bewegung führen zu den Therapiezielen.

Es wäre vermassen zu glauben, dass dieses Ziel immer erreicht wird. Herr L. hat sicherlich noch nicht seinen prä morbiden Zustand erreicht. Sein Schriftbild ist jedoch lebendiger, es zeigt wieder seinen individuellen Charakter, und er **setzt seine Extremität wieder aktiver ein**, benutzt sie



Abb. 11.64a–d. »Nummer fünf lebt« oder die fünf leben! – oder die Hand lebt! (Ähnlichkeiten mit dem besagten Filmtitel sind rein zufällig)

## 11

zum Reden (Gestik) sowie unbewusst zum Öffnen der Tür (automatisiert). Der Leidensdruck durch seine Beeinträchtigung konnte durch die Therapie deutlich reduziert werden, sodass er nun mit seiner Hand am öffentlichen Leben nahezu uneingeschränkt teilnehmen kann.

Herr L. richtet seine Aufmerksamkeit nicht mehr auf die **Bewegungsausführung**, diese verläuft weitgehend **automatisiert** (Abb. 11.64a–d). Er kann sie jetzt auf das Ziel seiner Handlung richten, d.h., er konzentriert sich nicht auf die Bewegung, um den Ball zu fangen, sondern auf den heranfliegenden Ball (Hobby: Handball). Die reziproke Innervation seiner Muskulatur ist weitaus ökonomischer, was sich u.a. durch **harmonischere Bewegungsabläufe**, wie z.B. beim Fangen des Balls (aus Therapiekniete), zeigt. Seine freien Aufmerksamkeitskapazitäten nutzt er nun, um (mehr oder weniger) kreative, fantasievolle Handlungsziele zu verwirklichen, wie z.B. »die Venus von Milo« (Abb. 11.65).



Abb. 11.65. »Venus von Milo«

# Praxismodelle: Das Kanadische Modell der Betätigungs-Performanz (CMOP)

Sabine George

## 12.1 Einleitung – 304

*Weshalb wird in diesem Buch ein Ergotherapie-Modell vorgestellt? – 304*

## 12.2 Das Kanadische Modell der Betätigungs-Performanz (CMOP) – 304

### 12.3 Möglichkeiten der Integration in die praktische Arbeit – 308

12.3.1 Das Canadian Occupational Performance Measure (COPM) – 308

12.3.2 Das Occupational Performance Process Model (OPPM) – 309

12.3.3 Weitere Anwendungsmöglichkeiten – 311

## 12.4 Chancen und Grenzen der Arbeit nach dem CMOP – 312

## 12.5 Ausblick: CMOP und ICF – 313

12.5.1 Gemeinsamkeiten und Unterschiede – 313

12.5.2 Möglichkeiten der Integration von CMOP und ICF – 314

## 12.6 Zusammenfassung und Diskussion – 314

## 12.1 Einleitung

### Weshalb wird in diesem Buch ein Ergotherapie-Modell vorgestellt?

Bei der Betrachtung neurophysiologischer Behandlungsgrundlagen und -möglichkeiten nehmen physische Körperfunktionen und -strukturen breiten Raum ein. Bei der Entscheidung für bestimmte Therapieziele und -methoden berücksichtigen Ergotherapeuten in der Regel aber auch

- mentale Funktionen,
- die Fähigkeit der Klienten, bestimmte Aktivitäten durchzuführen,
- Möglichkeiten ihrer Teilhabe an Lebensbereichen und
- Kontextfaktoren (s. ▶ Kap. 7 »ICF«) der Person und der Umwelt.

Solche Faktoren werden in ergotherapeutischen Modellen dargestellt und zueinander in Beziehung gesetzt.

Mit der kurzen Darstellung eines ergotherapeutischen Modells in diesem Band soll der Leser die Möglichkeit erhalten, die hier vorgestellten Therapieverfahren **in einen spezifisch ergotherapeutischen Kontext einzurordnen**. Exemplarisch wurde dafür das Kanadische Modell der Betätigungs-Performanz (CMOP; CAOT 1997) ausgewählt.

Das CMOP gehört zu einer Gruppe von Modellen, die Hagedorn (1999, S. 27; nach Christiansen u. Baum 1997) als ergotherapeutische »Person-Umwelt-Betätigungsperformanz-Modelle« bezeichnet. Die bekanntesten Modelle dieser Art im deutschsprachigen Raum sind:

- das CMOP,
- das Model of Human Occupation (MOHO; Kielhofner 1995),
- das Occupational Performance Model of Australia (OP-MA; Chapparo u. Ranka 1997) und
- das Bieler Modell (Béguin et al.; vgl. Nieuwsteeg u. Somazzi 2002).

Diese Modelle gehen von ähnlichen Grundannahmen aus, setzen jedoch jeweils etwas andere Schwerpunkte. Beispielsweise wird im CMOP der Aspekt der »Klientenzentrierten Praxis« am ausführlichsten ausgearbeitet.

Je nachdem, in welcher Institution und mit welchen Klienten man arbeitet, kann für die eigene Tätigkeit das eine oder andere Modell etwas geeigneter erscheinen. Bevor man sich für die Arbeit nach einem Modell entscheidet, ist es daher sinnvoll, sich einen Überblick über verschiedene Modelle zu verschaffen. Zu diesem Zweck sei auf die Bücher von Marotzki et al. (2002) und Jerosch-Herold et al. (2004) verwiesen. Dort findet der interessierte Leser auch umfangreichere Informationen zum Wesen und zu Funktionen ergotherapeutischer Modelle.

In diesem Kapitel werden nur Grundlagen zum CMOP vorgestellt. Dabei werden vor allem solche Aspekte herausgegriffen, die einen ersten Einblick in die Grundannahmen

des Modells und Möglichkeiten ihrer Integration in die praktische Arbeit vermitteln.

## 12.2 Das Kanadische Modell der Betätigungs-Performanz (CMOP)

Wie alle »Person-Umwelt-Betätigungsperformanz-Modelle« geht das CMOP davon aus, dass eine ständige wechselseitige **Interaktion** besteht, zwischen

- den Eigenschaften einer Person,
- ihrer Umwelt und
- den Betätigungen, die sie durchführt

(»Bio-psychosozialer« Ansatz; vgl. z.B. WHO 2002, S. 26).

Die Person (als Dreieck dargestellt) steht im Zentrum des Modells, die Umwelt bildet den »Rahmen«, die Betätigung liegt zwischen Person und Umwelt (► Abb. 12.1). Die Überlappung der drei Bereiche symbolisiert die Wechselbeziehung. Alle im Modell dargestellten Faktoren beeinflussen die Betätigungs-Performanz (s. unten).

In der Literatur zum CMOP werden zwei weitere wesentliche Grundannahmen (»Kernelemente«) dargestellt.

### Kernelement Betätigung

Wesentlich für Gesundheit und Wohlbefinden ist, dass ein Mensch die Betätigungen durchführen kann, die wichtig für ihn sind. Über Betätigung kann er seine Persönlichkeit zum Ausdruck bringen, sie »verleiht ihm eine Identität«. Durch Betätigung kann er Verbindungen mit anderen herstellen, seine Zeit strukturieren und Ziele erreichen. Betätigung verleiht dem Leben Sinn.

Daher ist es nach dem Kanadischen Modell Ziel von Ergotherapie, **Betätigung zu ermöglichen (Enabling Occupation)**. Gleichzeitig ist Betätigung das wichtigste Therapiemedium der Ergotherapie.

### Kernelement Klientenzentriertheit

Um Betätigung zu ermöglichen, sollte man die Klienten von Anfang an als gleichwertige Partner in die Zielsetzung, Planung und Gestaltung der Therapie einbeziehen. Die Therapiesituation ist ein Rahmen, in dem sie die Auswahl, Organisation und Durchführung von Betätigungen üben können, um diesen Prozess später eigenständig in ihren Alltag umzusetzen.

Law et al. waren 1995 die Ersten, die definierten, was unter »Klientenzentrierter Ergotherapie« zu verstehen ist (vgl. Sumsion 2002a, S. 6):

»Klientenzentrierte Praxis ist ein Ansatz für die Ergotherapie, dem der Respekt und der partnerschaftliche Umgang mit den Menschen, die unsere Dienste nutzen, zugrunde liegt. Klientenzentrierte Praxis erkennt die Autonomie des Klienten an, die Stärken,

## 12.2 • Das Kanadische Modell der Betätigungs-Performanz (CMOP)

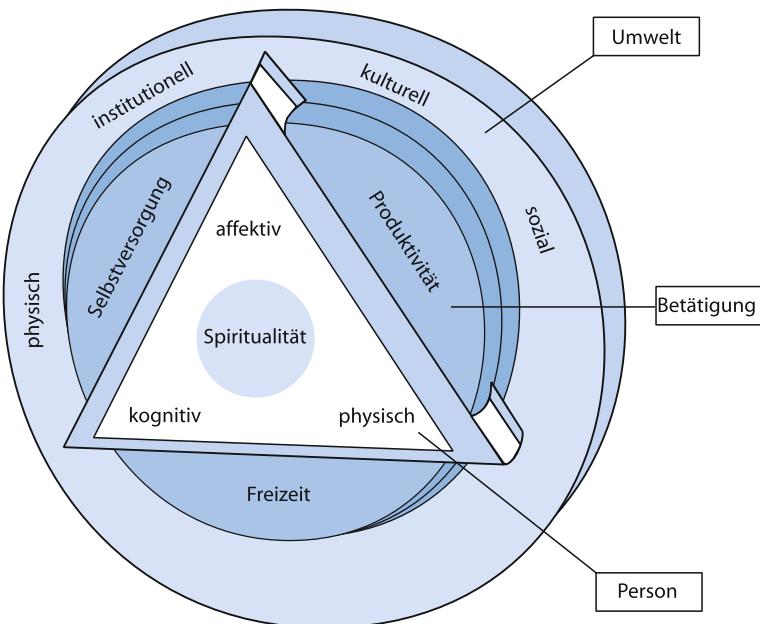


Abb. 12.1. Das Kanadische Modell der Betätigungs-Performanz. (Aus CAOT 1997)

die ein Klient in die Therapie einbringt, das Bedürfnis des Klienten nach einer Auswahlmöglichkeit und den Nutzen der Zusammenarbeit von Klient und Therapeut.« (Law et al. 1995, S. 253; sinngemäß Übersetzung von Harth 2002, S. 107).

### Beachte

Nach dem Kanadischen Modell ist Ergotherapie eine Dienstleistung, die der Klient in Anspruch nimmt, um seine Ziele zu erreichen.

Der Therapeut sollte die »Autonomie« des Klienten respektieren, d.h. seine Fähigkeit, selbst zu entscheiden, welche Betätigungen er für seinen Alltag benötigt und wie er versuchen will, diese zu erreichen. Ist der Patient dazu nicht in der Lage, kann der »primäre Klient« eine oder mehrere Bezugspersonen des Patienten sein, z.B. Angehörige oder Freunde. Oft muss man von vornherein mehrere Personen als Klienten betrachten, da durch die Erkrankung eines Menschen in der Regel auch sein soziales Umfeld betroffen ist. Manchmal fällt es den Beteiligten schwer, selbst realistische Ziele zu entwickeln, z.B. in sehr akuten Erkrankungsstadien. In diesem Fall soll der Therapeut versuchen, sie dazu zu befähigen, etwa indem er sie informiert, was aus seiner Sicht realistische Teilschritte hin auf ihre Anliegen wären, in welchem Zeitraum welche Veränderungen zu erwarten sind usw. »Partnerschaftliche Zusammenarbeit« setzt dabei unter anderem voraus, dass der Therapeut sich in seiner Sprache dem anpasst, was die Klienten verstehen können. Er soll

sie also erstens nicht mit Fachausdrücken »bombardieren«. Zweitens soll er versuchen, sich in ihre Gedanken und ihr Handeln einzufühlen, die Situation aus ihrer Perspektive zu betrachten und aus diesem Blickwinkel heraus zu argumentieren. Dies bezeichnet man als »personenzentrierten Kommunikationsstil« (vgl. z.B. Law u. Mills 1998, S. 12).

### Beispiel

Die Aussage, »Ich hole Sie jetzt aus dem Bett und setze Sie in den Rollstuhl. Bitte helfen Sie mit, sonst mache ich mir noch das Kreuz kaputt.«, könnte man personenzentriert so ausdrücken: »In einer halben Stunde kommt Ihre Frau zu Besuch. Wollen Sie aufstehen? ... »Damit das Umsetzen in den Rollstuhl für Sie nicht so schwierig wird, machen Sie es bitte langsam. Ich helfe Ihnen dabei.«

Wenn man den Klienten in der Therapie fordert, selbst mitzudenken und zu handeln – statt ihn zu »be-handeln«, kann man seine **Stärken** nutzen und ihn in seiner Entwicklung hin zu mehr Autonomie optimal fördern.

### Beachte

Der Nutzen der Zusammenarbeit für den Klienten wäre dann vor allem darin zu sehen, dass er mit fachlicher Unterstützung seine Ziele effizienter und effektiver verwirklichen kann.

Dem Therapeuten ermöglicht die partnerschaftliche Zusammenarbeit eine Ausrichtung der Therapie auf Ziele, die für den jeweiligen Klienten alltagsrelevant und notwendig sind,

also eine bedarfsoorientierte Nutzung zeitlicher und finanzieller Ressourcen.

Eine umfassende Einführung in die Klientenzentrierte Praxis gibt z.B. Sumsion (2002b). Im Folgenden werden die Bereiche des CMOP, »Person«, »Umwelt«, »Betätigung« und der Begriff »Betätigungs-Performanz«, näher erläutert.

## Person

Als Eigenschaften der Person benennt das CMOP:

- physische, kognitive und affektive **Performanz-Komponenten (Components of Performance/Performance Components)** und
- die **Spiritualität (Spirituality)** (s. unten).

## Perfomanz-Komponenten

- **Affektive Performanz-Komponenten (»feeling«)**. Sie umfassen alle sozialen und emotionalen Funktionen, sowohl intrapersonal (z.B. die Stimmungslage einer Person) als auch interpersonell (z.B. Gefühle gegenüber anderen, etwa wenn man jemanden sympathisch findet).
- **Kognitive Performanz-Komponenten (»thinking«)**. Darunter werden alle kognitiven und intellektuellen Funktionen verstanden, z.B. Wahrnehmung, Konzentration, Verständnis, Urteilsvermögen und Denken.
- **Physische Performanz-Komponenten (»doing«)**. Dazu zählen alle sensorischen, motorischen und sensomotorischen Funktionen.

Die Performanz-Komponenten stehen immer in einer Wechselwirkung. Sie sind vor allem der Übersichtlichkeit halber in affektive, kognitive und physische unterteilt. Emotionen können das Denken beeinflussen, die Stimmung kann sich auf die Körperhaltung auswirken, sensorische Funktionen sind eng mit der Wahrnehmung verknüpft etc. Ebenso stehen die Performanz-Komponenten in Zusammenhang mit der Spiritualität.

## Spiritualität

Die **Spiritualität** steht im Zentrum der Person und des gesamten Modells. »Sie ist ... in der Person angesiedelt, ist geformt durch die Umwelt und verleiht Betätigungen Sinn.« (Law et al. 1997, S. 33, Übers. d. A.)

### Beachte

Die Spiritualität ist so etwas wie das Wesen eines Menschen, das er nicht zuletzt in seinen Handlungen ausdrückt. Sie macht jeden zu einem einzigartigen Individuum mit einem besonderen Wert, unabhängig von seinem Alter, seinen Fähigkeiten und anderen Charakteristika.

Ergotherapeuten sollten die Spiritualität berücksichtigen, indem sie jeden Klienten als eigenständige, wertvolle Person wahrnehmen, seine Überzeugungen, Werte und Ziele

respektieren und tatsächlich nur für ihn bedeutungsvolle Betätigungen als Therapiemedium nutzen. Allerdings werden der Bedeutungsgehalt und auch der praktische Nutzen des Begriffs »Spiritualität« durchaus kontrovers diskutiert (vgl. z.B. Law et al. 1997, S. 42).

Die Eigenschaften der Person beeinflussen z.B., welche Betätigungen ein Mensch tun möchte, warum er bestimmte Tätigkeiten durchführt und andere nicht, wie er Betätigungen durchführt, wie gut er sie ausführen kann und wie zufrieden er mit ihrer Auswahl, Organisation und Durchführung ist.

### Beachte

Eigenschaften der Person, die die Auswahl, Organisation und/oder Durchführung bestimmter Betätigungen erleichtern, heißen im CMOP **Stärken**; solche, die sich negativ auswirken, **Schwächen**.

## Umwelt

Auch Umweltfaktoren beeinflussen, welche Betätigungen ein Mensch auswählt, warum er bestimmte Betätigungen durchführt, wie und wie gut er sie durchführt und wie zufrieden er mit ihrer Auswahl, Organisation und Durchführung ist.

### Beachte

Umweltfaktoren, die Betätigungen erleichtern, werden als **Ressourcen** bezeichnet. Als **Barrieren** bezeichnet man Umweltfaktoren, die sich negativ auswirken (vgl. ICF).

Die Umwelt ist im CMOP gegliedert in:

- kulturelle,
- institutionelle,
- physische und
- soziale Elemente.

## Kulturelle Umwelt

Die kulturelle Umwelt besteht aus Gebräuchen, Riten und Traditionen und aus alltäglichen Gewohnheiten, die auf Überlieferung, grundlegenden Haltungen und Werten bestimmter ethnischer Gruppen beruhen.

Sie beeinflusst z.B. das geschlechtsspezifische Rollenverhalten – etwa, welche Aufgaben Männer und Frauen innerhalb der Familie haben – aber auch »profanere« Dinge, beispielsweise, ob jemand sich zum Frühstück ein Müsli zubereitet oder nur einen Café au Lait trinkt.

## Institutionelle Umwelt

Zur institutionellen Umwelt gehören die wirtschaftliche, gesetzliche und politische Verfasstheit einer Gesellschaft, damit in Verbindung stehende Institutionen – wie Ämter oder Behörden – und Abläufe. Die Institutionen und Abläufe

können unterschiedlich sein, je nachdem, ob man z.B. in einem demokratischen oder kommunistischen Staat lebt, ob Hochkonjunktur herrscht oder Rezession. Zur institutionellen Umwelt gehören unter anderem das Schul-, Versicherungs- und Gesundheitswesen.

### Physische Umwelt

Unter dem Begriff »physische Umwelt« wird die natürliche und gebaute Umgebung verstanden, z.B. das Klima, das Wetter, Berge, Blumen, Gebäude, Straßen, weiterhin alle Gegenstände, technischen Geräte sowie Materialien.

### Soziale Umwelt

Zur sozialen Umwelt gehören alle Menschen und sozialen Gruppen, mit denen eine Person in mehr oder weniger engem Kontakt steht und mit denen sie durch Interessen, Werte und Grundüberzeugungen verbunden ist, und die Beziehungen zu diesen Menschen und Gruppen. Weiterhin werden Organisationsstrukturen in der Gemeinde und/oder sozialen Gruppen, soziale Einstellungen und Überzeugungen dazugezählt.

#### Beachte

Die Auswahl, Organisation und Durchführung von Betätigungen wird immer von Eigenschaften der Person und den Umweltfaktoren beeinflusst. Indem Menschen etwas tun, beeinflussen sie umgekehrt wiederum die Eigenschaften ihrer Person und ihrer Umwelt.

### Betätigung (Occupation)

Für den englischen Begriff »Occupation« scheint sich in Bezug auf das CMOP zunehmend die deutsche Übersetzung »Betätigung« zu etablieren. Dabei ist zu berücksichtigen, dass im englischen »Occupation« auch andere Bedeutungen enthalten sind, z.B. Arbeit, Beschäftigung, Handeln, Tätigsein. Auch im Englischen wird z.T. sehr unterschiedlich definiert bzw. umschrieben, was »Occupation« bedeutet (vgl.

z.B. Royeen 2002). □ Übersicht 12.1 zeigt, wie der Begriff im Kanadischen Modell verstanden wird.

Ob eine bestimmte Tätigkeit für den Einzelnen eine Betätigung ist, hängt davon ab, ob sie ihm notwendig, sinnvoll oder wichtig erscheint. Beispielsweise kann »Wäsche waschen« für eine Hausfrau eine Betätigung sein, für ihren Mann dagegen nicht, weil er diese Tätigkeit nie ausführen muss und auch nicht möchte. Fährt die Frau dann einmal zur Kur, und dem Mann geht mit der Zeit frische Kleidung aus, könnte »Wäsche waschen« auch für ihn zur Betätigung werden.

Es kann individuell unterschiedlich sein, mit welchem Ziel jemand eine Betätigung durchführt, d.h., ob er sie dem Bereich Selbstversorgung, Produktivität oder Freizeit zuordnet. So kann jemand kochen, damit er etwas zu essen bekommt. In diesem Fall würde er die Tätigkeit wahrscheinlich der Selbstversorgung zuordnen. Ein Berufskoch würde sie wohl eher zur Produktivität zählen. Und lädt man seine Freunde ein, um gemeinsam zu kochen, tut man das oft vorrangig, um Spaß zu haben (Freizeit).

#### Beachte

Die Gesamtheit der Betätigungen, die ein Mensch zu einem bestimmten Zeitpunkt seines Lebens durchführt, bezeichnet man als sein **Betätigungsverhalten (Occupational behavior)**. Jeder Mensch hat ein anderes, für ihn spezifisches Betätigungsverhalten. Es verändert sich mit dem Lebensalter.

Im Kanadischen Modell ist der Begriff »Betätigung« den Begriffen **Aufgabe (task)** und **Aktivität (activity)** übergeordnet. Jede Betätigung besteht aus verschiedenen Aufgaben; jede Aufgabe aus mehreren Aktivitäten. Eine Aufgabe ist »(...) eine Menge auf ein Ziel gerichteter Aktivitäten, die ein Mensch durchführt«. Eine Aktivität ist »(...) eine einzelne Tätigkeit, die zur Erfüllung einer Aufgabe beiträgt« (Law et al. 1996; zit. nach Law et al. 1997, S. 33f., Übers. d. A.).

### Betätigungs-Performanz

#### Beachte

Wie gut jemandem die Auswahl, Organisation und Durchführung von Betätigungen aus seiner Sicht gelingt und wie zufrieden er damit ist, wird im CMOP als **Betätigungs-Performanz (Occupational Performance)** bezeichnet.

Die Autoren des CMOP äußern folgende Annahmen zur Betätigungs-Performanz: Sie ist »(...) ein Merkmal des Menschen, ungeachtet seines Alters, Geschlechts oder seiner Fähigkeitsstörung« (CAOT 1998b, S. 5). Beeinflusst wird sie durch die Eigenschaften der Person, ihre Umwelt und ihre Rollen.

#### Übersicht 12.1: Betätigung (Occupation) nach dem CMOP

- »**Betätigungen**« sind alle Tätigkeiten, die ein Mensch in seiner Umwelt und in einem bestimmten Lebensalter tun muss, tun möchte oder die von ihm erwartet werden (und die ihm deshalb notwendig, sinnvoll oder wichtig erscheinen), um
  - sich selbst zu versorgen (im Bereich Selbstversorgung),
  - Freude am Leben zu haben (im Bereich Freizeit) und
  - zum sozialen und ökonomischen Gefüge einer Gemeinschaft beizutragen (im Bereich Produktivität).

### Beachte

Betätigungs-Performanz ist nicht objektiv beobachtbar, sondern nur subjektiv zu beurteilen.

Denn letztlich kann nur jeder selbst sagen, welche Betätigungen zu einem bestimmten Zeitpunkt seines Lebens wichtig für ihn sind, wie gut er sie aus seiner Sicht auswählen, organisieren und durchführen kann und wie zufrieden er damit ist.

Damit ein Mensch die für ihn optimale Betätigungs-Performanz erreichen kann, müssen verschiedene Bedingungen erfüllt sein (☞ Übersicht 12.2).

Bei Menschen mit neurologischen Erkrankungen ist die Betätigungs-Performanz sehr oft beeinträchtigt – immer dann, wenn diese Menschen aufgrund der Erkrankung Tätigkeiten nicht mehr durchführen können, die sie für ihren Alltag aus ihrer Sicht benötigen. Auch die Familie und weitere Bezugspersonen des Kranken können betroffen sein, beispielsweise wenn sie keine Zeit mehr für Hobbys haben, weil sie ihn pflegen oder ständig beaufsichtigen müssen.

Nach dem CMOP stehen in der Ergotherapie solche Beeinträchtigungen der Betätigungs-Performanz im Mittelpunkt.

### Beachte

Ziel der Ergotherapie ist es, Betätigung zu ermöglichen bzw. die Klienten darin zu unterstützen, ihre Betätigungs-Performanz zu verbessern.

Um Ergotherapeuten dabei zu unterstützen, diese Grundgedanken des CMOP in der Arbeit mit Klienten umzusetzen,

#### Übersicht 12.2: Bedingungen für eine optimale Betätigungs-Performanz

- Die Person muss die Wahl zwischen verschiedenen Tätigkeiten haben.
- Sie muss frei äußern können, welche dieser Tätigkeiten ihr wichtig sind.
- Sie muss die Möglichkeit haben, diese auch durchzuführen.
- Als wichtig für eine »gute« Betätigungs-Performanz wird auch hervorgehoben, dass eine Person Betätigungen aus allen drei Bereichen in etwa gleichem Verhältnis ausführen kann bzw. ausführt. Das bedeutet nicht, dass jeder Tag zu je einem Drittel aus Selbstversorgung, Produktivität und Freizeit bestehen muss. Aber jeder kennt den Effekt, dass man nach einer Phase, in der man intensiv gearbeitet hat, erst einmal Urlaub braucht und dass danach oft alles wieder besser gelingt.

zen, entwickelten die kanadischen Autoren zwei »Hilfsmittel:

- das Canadian Occupational Performance Measure (COPM) und
- das Occupational Performance Process Model (OPPM). Diese werden nun vorgestellt. Danach werden noch einige weitere Möglichkeiten angesprochen, wie das Kanadische Modell in die praktische Arbeit integriert werden kann.

## 12.3 Möglichkeiten der Integration in die praktische Arbeit

### 12.3.1 Das Canadian Occupational Performance Measure (COPM)

Arbeitet man nach dem CMOP, lautet das übergeordnete Therapieziel »Betätigung ermöglichen« bzw. die Betätigungs-Performanz verbessern. Welche Betätigungen die Klienten in ihrem Alltag benötigen, kann man mit Hilfe des **Canadian Occupational Performance Measure** (COPM; CAOT 1998a) herausfinden.

### Beachte

Das COPM ist ein generisches Assessment-Instrument in Form eines teilstandardisierten Interviews.

Generisch bedeutet, dass es prinzipiell mit allen Klienten anwendbar ist, unabhängig von Diagnose, Alter, Geschlecht etc.

Die Ergebnisse des Interviews trägt der Therapeut in den COPM-Bogen ein. Dieser ist unterteilt in die drei Bereiche der Betätigung und insgesamt neun Teilbereiche (☞ Tabelle 12.1).

Zu jedem dieser Teilbereiche sind einige Beispiele angeführt; bei »Eigene körperliche Versorgung« etwa »Anziehen, sich waschen, Hygiene, essen«, damit der Klient eine grobe Vorstellung bekommt, was mit den jeweiligen Stichworten gemeint ist.

In der ersten Erhebung des COPM fragt der Therapeut den Klienten, welche Tätigkeiten er in den jeweiligen Teilbereichen in seinem Alltag durchführen muss, möchte oder die Durchführung welcher Tätigkeiten von ihm erwartet wird.

Die Tätigkeiten, deren Durchführung dem Klienten momentan nicht gut oder subjektiv zufriedenstellend gelingt, trägt der Therapeut in den jeweiligen Teilbereich des Bogens ein. Die Tätigkeiten, die der Klient auf diese Weise »identifiziert«, nennt man »**Betätigungs-Performanz-Anliegen**« bzw. »**Betätigungs-Performanz-Belange**« (Occupational Performance Issues, abgekürzt: OPIs).

Bevor er die Anliegen aufschreibt, vergewissert sich der Therapeut, ob er richtig verstanden hat, was der Klient

**Tabelle 12.1.** Bereiche der Betätigungs-Performanz

Bereich	Teilbereiche		
Selbstversorgung	Eigene körperliche Versorgung	Mobilität	Regelung persönlicher Angelegenheiten
Produktivität	Bezahlte/unbezahlte Arbeit	Haushaltsführung	Spiel/Schule
Freizeit	Ruhige Erholung	Aktive Freizeit	Soziales Leben

meint (»OPIs validieren«). Anschließend bewertet der Klient für jede Tätigkeit, wie wichtig es ihm ist, sie wieder (besser) durchführen zu können bzw. in der Therapie daran zu arbeiten. Die Bewertung erfolgt auf einer ordinalen Skala von eins (unwichtig) bis zehn (sehr wichtig) (»OPIs priorisieren«).

Als Nächstes wählt der Klient aus den Anliegen eines bis maximal fünf aus, die aus seiner Sicht momentan im Vordergrund stehen und an denen in der Therapie gearbeitet werden soll. Für jede dieser wichtigsten Tätigkeiten bewertet er, wie gut er sie momentan durchführen kann (**Ausführung/Performance**) und wie zufrieden er mit der Ausführung ist (**Zufriedenheit/Satisfaction with Performance**) – wiederum auf der Skala von eins bis zehn. Diese beiden Werte gelten zusammen als Maß für die Betätigungs-Performanz in Bezug auf eine Tätigkeit. Man kann auch aus allen ein bis fünf Beurteilungen den Durchschnittswert berechnen und erhält so einen **Gesamtscore für die Betätigungs-Performanz des Klienten** zu diesem Zeitpunkt.

In der **zweiten Erhebung** bzw. weiteren Erhebungen des COPM soll der Klient nochmals die Ausführung und Zufriedenheit in Bezug auf die ein bis fünf wichtigsten Betätigungen beurteilen. Die Differenzen dieser Werte gelten als Maß für Veränderungen der Betätigungs-Performanz im Therapieverlauf.

Die erste Erhebung dauert etwa 30 bis 45 Minuten, wenn man sie mit dem Patienten durchführt, je nach Art und Anzahl seiner Anliegen. Der Zeitbedarf wird auch beeinflusst von der kognitiven, sprachlichen und psychischen Verfassung des Klienten. Ist er nicht in der Lage, sich ausreichend lange zu konzentrieren, kann das Gespräch auf mehrere Therapieeinheiten »verteilt« werden.

#### ➤ Beachte

Man kann das Interview auch mit **Bezugspersonen** des Patienten durchführen, z.B. wenn er kaum Sprachverständnis zeigt, nicht ausreichend wach oder bewusstseinsklar ist.

Teilweise macht es Sinn, das Gespräch gemeinsam mit dem Patienten und den Bezugspersonen zu führen, etwa wenn er in seinem sprachlichen Ausdrucksvermögen zu stark eingeschränkt ist, jedoch zu den Ansichten seiner Bezugsperso-

nen Zustimmung oder Ablehnung äußern kann (vgl. George et al. 2003). Führt man das COPM nicht (nur) mit dem Patienten durch, sollte man für die erste Erhebung mindestens eine Stunde Zeit einplanen. Für die zweite Erhebung genügen in allen Fällen fünf bis zehn Minuten.

Die **Testgütekriterien** der englischen Version des COPM wurden mehrfach überprüft, allerdings mit Ausnahme der Interrater-Reliabilität. Als Konsequenz daraus steht in Deutschland momentan die Frage im Raum, ob das COPM valide ist, d.h., ob es tatsächlich Veränderungen der Betätigungs-Performanz misst. George et al. fanden in zwei Untersuchungen (2001, 2002) – allerdings mit nicht randomisierten Stichproben –, dass das COPM in seiner deutschen Fassung und auch in einer für neurologische Klienten adaptierten Version (»COPM-Version NKM«, George 2002) Veränderungen in Bezug auf die ein bis fünf wichtigsten Probleme und Ziele im Therapieverlauf erfassen kann. Um mögliche Beeinflussungen durch Therapeuten zu vermeiden und Unklarheiten in der Arbeit mit dem COPM zu reduzieren, wurde im Fachbereich Neurologie ein Interview-Leitfaden entwickelt (George 2002).

Das COPM ist das einzige Assessment-Instrument, das von den Autoren des CMOP zum Modell entwickelt wurde. Es soll Therapeuten unterstützen, einerseits ihre Arbeit nach den Bedürfnissen des Klienten auszurichten, und andererseits Veränderungen in Bezug auf die Anliegen des Klienten im Therapieverlauf zu erfassen.

### 12.3.2 Das Occupational Performance Process Model (OPPM)

Das OPPM (Fearing et al. 1997; vgl. □ Abb. 12.2) beschreibt den Ablauf einer klientenzentrierten Therapie nach den Grundannahmen des CMOP. Der Occupational Performance Process (OPP; Stanton et al. 1997, S. 57f.) ist in sieben Schritte unterteilt (□ Abb. 12.2)

#### Schritt 1: Betätigungs-Performanz-Belange (OPIs) identifizieren, validieren und priorisieren

Der Therapeut soll im ersten Schritt herausfinden, weshalb der Klient Ergotherapie in Anspruch nehmen möch-

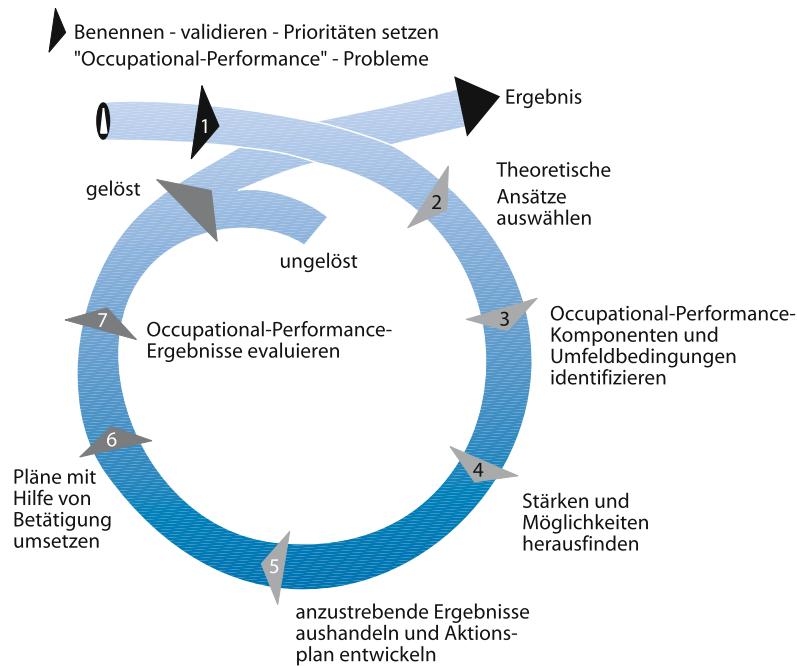


Abb. 12.2. Occupational Performance Process (OPP): Der Therapieverlauf wird in 7 Schritte unterteilt

te oder soll und ob eine Indikation besteht. Eine Möglichkeit dazu ist das COPM-Interview (vgl. ▶ Abschn. 12.3.1). Seine Verwendung hat den Vorteil, dass alles, was man in Schritt 1 abklären sollte, bereits in Form des COPM-Bogens vorbereitet ist. Zugleich hat man damit ein Formular zur Hand, das eine einheitliche Dokumentation der OPIs ermöglicht.

Benennt der Klient keine Anliegen, an denen in der Ergotherapie gearbeitet werden kann, verweist der Therapeut ihn z.B. an eine andere Berufsgruppe, die auf seine Belange spezialisiert ist. Damit ist der OPP beendet.

### Schritt 2: Theoretische Ansätze auswählen

Hat der Klient Anliegen für die Ergotherapie genannt, wählt der Therapeut theoretische Ansätze für die weitere Befunderhebung aus. McColl (2000) unterscheidet hier grob Ansätze, die sich auf Eigenschaften der Person beziehen:

- physische Faktoren der Betätigung,
- psychoemotionale Faktoren der Betätigung,
- kognitiv-neurologische Faktoren der Betätigung und
- in Zusammenhang mit der Entwicklung stehende Faktoren der Betätigung.

Zudem nennt McColl zwei Ansätze, die sich auf Umweltfaktoren beziehen:

- Ansätze, die sich mit soziokulturellen Faktoren der Betätigung befassen, und
- Ansätze, die sich mit in Zusammenhang mit der Umwelt stehenden Faktoren der Betätigung beschäftigen.

Legt man die Interaktion von Betätigung, Performanz-Komponenten und Umweltfaktoren zugrunde, benötigt man für die weitere Befunderhebung stets mindestens einen Ansatz pro Gruppe, meist sogar mehrere. Denn auch die Performanz-Komponenten stehen in Interaktion. So könnte motorisches Lernen durch kognitive Fähigkeiten oder die Stimmlage beeinflusst werden.

### Schritt 3: Performanz-Komponenten und Umweltbedingungen identifizieren

Mit Hilfe der Ansätze klärt man ab, welche Performanz-Komponenten und Umweltfaktoren dazu führen, dass die vom Klienten genannten OPIs nicht (mehr) bzw. nur noch eingeschränkt oder nicht zufriedenstellend möglich sind und somit die Betätigungs-Performanz beeinträchtigen.

### Schritt 4: Stärken und Ressourcen identifizieren

Nun werden Stärken und Ressourcen identifiziert, die dazu beitragen oder genutzt werden können, um an den Anliegen des Klienten etwas zu verändern.

**Stärken** wären z.B. die Motivation oder der Humor des Klienten und Fachkenntnisse des Therapeuten. **Ressourcen** des Klienten können Bezugspersonen sein, die ihn bei der Durchführung von Betätigungen unterstützen, oder die finanziellen Mittel, seine Umwelt so zu adaptieren, dass Betätigungen wieder möglich werden. Ressourcen des Therapeuten wären beispielsweise genügend Zeit oder die Möglichkeit, Hausbesuche zu machen.

### 12.3 · Möglichkeiten der Integration in die praktische Arbeit

#### Schritt 5: Anzustrebende Ergebnisse aushandeln und Aktionsplan entwickeln

Klient und Therapeut besprechen jetzt die bisherigen Ergebnisse der Befunderhebung. Auf dieser Basis können sie dann die **angestrebten Ergebnisse (targeted outcomes, Feiring et al. 1997)** bzw. das **angestrebte Outcome (targeted service outcomes, Stanton et al. 1997)** der Therapie vereinbaren und den **Aktionsplan** festlegen, über den dieses Outcome erreicht werden soll. Im Aktionsplan werden **Teilziele** formuliert (»service objectives«, idem), und es wird festgehalten, welche Aufgaben der Klient, seine Bezugspersonen und der Therapeut jeweils übernehmen werden, um die Teilziele zu erreichen.

#### Schritt 6: Aktionsplan durch Betätigung umsetzen

Prinzipiell sind **drei Gruppen von Methoden** denkbar, um die Betätigungs-Performanz zu verbessern:

- Betätigung (auswählen, organisieren und durchführen),
- Adaptation der Umwelt,
- Veränderung von Performanz-Komponenten.

Das wichtigste Medium der Ergotherapie ist nach dem CMOP die Betätigung.

#### Schritt 7: Betätigungs-Performanz-Ergebnisse evaluieren

Zuletzt wird überprüft, ob das angestrebte Outcome aus Sicht des Klienten erreicht ist und ob sich an seinen OPIs aus Schritt 1 etwas verändert hat. Hat man anfangs das COPM benutzt, kann man nun die zweite Erhebung machen. Wurde das angestrebte Outcome erreicht und der Klient hat keine weiteren Anliegen, wird die Ergotherapie beendet. Andernfalls beginnt der Prozess von vorne.

Das OPPM beschreibt den Prozess, den Klient und Therapeut gemeinsam »durchlaufen«, nur grob, damit er für alle Fachbereiche, unterschiedliche Klienten und in verschiedenenartigen Institutionen gültig bleibt (vgl. Townsend 1998, S. 49). Daher kann man aus dem OPPM keine konkreten Handlungsempfehlungen ableiten, was man mit einem Klienten im Einzelfall tun sollte.

Man kann das Modell jedoch gut nutzen, um einen ersten Einstieg in das klientenzentrierte Arbeiten nach dem CMOP zu realisieren. Anhand des OPPM kann man beispielsweise überprüfen, ob man die Stärken und Ressourcen des Klienten in die Befunderhebung einbezogen hat, inwieweit man die Therapie mit dem Klienten gemeinsam plant usw. Man kann auch versuchen, auf der Grundlage des OPPM einzelne Methoden »klientenzentrierter« zu gestalten, wie es Frye et al. (2002) für ein »klientenzentriertes Wasch- und Anziehtraining« darstellen.

Dabei ist zu beachten, dass der OPP nur ein Vorschlag ist, wie ein klientenzentrierter Therapieansatz in die Praxis umgesetzt werden kann. Ist man mit dem OPPM etwas

vertrauter, wird man merken, dass es bei bestimmten Arbeitsbedingungen, Eigenschaften der Klienten und auch des Therapeuten **modifiziert** werden muss, um klientenzentrierte Arbeiten zu ermöglichen.

In einer **Klinik** beispielsweise wäre es sinnvoll, Aspekte der interdisziplinären Zusammenarbeit zu integrieren. Wenn die Möglichkeit besteht, dass mehrere Disziplinen an den Anliegen des Klienten arbeiten, würde es sich anbieten, nach Schritt 4 die OPIs im Team zu besprechen und aufzuteilen, welche Berufsgruppe schwerpunktmaßig an welchen Anliegen arbeiten wird.

Klienten, die in ihrer Krankheitseinsicht beeinträchtigt sind oder sich in einem frühen Krankheitsstadium befinden, können teilweise zu Anfang der Therapie noch keine OPIs formulieren bzw. ihre Anliegen nicht priorisieren. Auch in diesem Fall muss der OPP adaptiert werden, indem man Schritt 1 etwas später durchführt.

Für in der Anwendung des COPM unerfahrene Therapeuten kann es sich ebenfalls empfehlen, den ersten Schritt etwas nach hinten zu verschieben. Wirkt der Therapeut auf die Klienten unsicher und fragt sie als Erstes nach ihren Anliegen, können sie den Eindruck gewinnen, er wisse nicht genau, was zu tun sei. Der Aufbau einer partnerschaftlichen Beziehung kann dadurch erschwert werden.

#### 12.3.3 Weitere Anwendungsmöglichkeiten

OPPM und COPM wurden parallel zum CMOP entwickelt und stellen zwei Möglichkeiten dar, die Grundannahmen des Modells in der Praxis umzusetzen. Man könnte das CMOP für seine Arbeit darüber hinaus noch auf andere Art und Weise nutzen.

So wurden seit der ersten Veröffentlichung der deutschen Übersetzung des CMOP 1999 bereits mehrere **deutschsprachige Assessment-Instrumente** entwickelt, die sich auf das Kanadische Modell und z.T. auch das COPM beziehen.

Für sprachlich beeinträchtigte Menschen wurde in Anlehnung an das COPM ein Verfahren entworfen, bei dem man anhand von auf dem Computer-Bildschirm dargestellten Bildern einige Anliegen benennen bzw. zeigen kann (Schmidt u. Varnhorn 2002). Auch weitere Instrumente, die in Deutschland zur Zielfindung und Selbsteinschätzung des Klienten im Fachbereich Neurologie konzipiert wurden, haben das COPM als Grundlage, etwa die »Hausbesuchscheckliste« von Hurtz (2002) oder der »Fragebogen für die AOT« (Götze u. Höfer 1999a).

Bei diesen Instrumenten handelt es sich immer um Interviews mit den Klienten. Indem man die Antworten der Klienten in die entsprechenden Bögen einträgt, hat man bereits eine Möglichkeit zur Dokumentation. Darüber hinaus bietet es sich an, auch weitere Formulare nach dem CMOP zu strukturieren.

Beispielsweise könnten der ergotherapeutische **Befundbogen** sowie **Berichte an Ärzte oder weiterbehandelnde Therapeuten** nach den (Teil-)Bereichen der Betätigung gegliedert werden. Hier könnten jeweils die Tätigkeiten einge tragen und beurteilt werden, die der Klient in seinem Alltag benötigt. Für jede Tätigkeit oder jeden Teilbereich könnte man jeweils die Performanz-Komponenten oder Umweltbedingungen darstellen, die diese Betätigungen be- oder verhindern und fördern.

Man könnte einen Befundbogen oder Bericht andererseits auch nach den Bereichen Betätigung, Person und Umwelt gliedern. Hier könnten die Performanz-Komponenten und Umweltbedingungen für alle Betätigungen zusammenfassend dargestellt und ihre Auswirkungen auf die Durchführung bestimmter Betätigungen erläutert werden.

Die **Verlaufsdokumentation** (z.B. Einträge für Besprechungen oder in die Akte) kann man so aufbauen wie den Befundbogen, den man verwendet.

Die Bereiche des CMOP könnten auch genutzt werden, um die **Dokumentation ergotherapeutischer Leistungen** zu strukturieren. Jede Leistung »am Klienten« könnte man dann entweder der Kategorie »Betätigung«, »Performanz-Komponenten« oder »Adaptation der Umwelt« zuordnen.

Weiterhin kann das CMOP für die **Außendarstellung** der eigenen Arbeit genutzt werden. So könnte man Prospekte oder die Homepage seiner Praxis oder Ergotherapie-Abteilung nach dem Modell aufbauen. Im Mittelpunkt oder an erster Stelle stünde bei solchen Darstellungen die Aussage: »Ergotherapie will die Klienten befähigen, die Tätigkeiten (wieder) durchzuführen, die sie in ihrem Alltag benötigen.« Im Anschluss könnte man die Methoden erläutern, also Betätigung planen/üben, die Umwelt adaptieren und Performanz-Komponenten verändern.

## 12.4 Chancen und Grenzen der Arbeit nach dem CMOP

Hat man das Kanadische Modell »im Hinterkopf« oder gar in Form von Dokumentationsformularen vor sich liegen, kann es leichter fallen, alle für die Betätigungs-Performanz relevanten Bereiche in ihrer Interaktion zu berücksichtigen und darzustellen.

### Beachte

Das CMOP kann einen ganzheitlichen und biopsychosozialen Therapieansatz unterstützen.

Bereits Jäckel (1998, S. 23) wies darauf hin, dass eine **professionelle Außendarstellung** die Chancen einer Berufsgruppe im Gesundheitswesen bei zunehmender Verknappung der Ressourcen verbessern kann. Nach dem CMOP können Therapieziele und -maßnahmen aus einer spezifisch

ergotherapeutischen Perspektive formuliert und begründet werden. Dies kann die Außendarstellung der eigenen Arbeit und die Abgrenzung zu anderen Therapiebereichen erleichtern. Auch wenn Ergotherapeuten zum Teil die gleichen Methoden anwenden wie andere Disziplinen im Fall neurophysiologischer Behandlungsverfahren, also z.B. ähnlich arbeiten wie Physiotherapeuten, wird der Unterschied zwischen den Berufsgruppen eher ersichtlich, wenn Ergotherapeuten ihre Therapieziele nach dem CMOP als Betätigungen formulieren.

Dass die Klienten so bald wie möglich in die Therapieplanung und Gestaltung der Inhalte und Vorgehensweisen einbezogen werden und dass die Therapie nach dem CMOP auf konkrete Alltagsziele der Klienten ausgerichtet erfolgt, steigert die **Transparenz** ergotherapeutischer Leistungserbringung und kann die Motivation der Klienten in der Therapie verbessern.

Werden die Aufenthaltszeiten der Patienten in Kliniken zunehmend kürzer und wird es schwieriger, Verordnungen für ambulante Therapie zu erhalten, muss von Anfang an mit eingeplant werden, wie der **Transfer vorhandener oder neu erlernter Fähigkeiten in den Alltag** gelingen kann. Es wird kontrovers diskutiert, inwieweit Art und Schweregrad der Beeinträchtigung sensomotorischer und mentaler Funktionen überhaupt bestimmt für eine erfolgreiche Reintegration in Lebensvollzüge sind (etwa ins private oder berufliche Umfeld) (vgl. z.B. Fries u. Wendel 2003). Bei der Arbeit nach dem kanadischen Modell steht von Anfang an die Frage im Mittelpunkt, wie die Klienten befähigt werden können, ihren Alltag zu bewältigen und autonom zu gestalten. Die Betätigung wird zum wichtigsten Therapiemedium.

Ergotherapie kann die Chancen auf erfolgreiche Reintegration steigern und sich gleichzeitig auch im Hinblick auf die Methoden von Therapiebereichen abgrenzen, welche vorwiegend an der Verbesserung von Performanz-Komponenten arbeiten.

Aus Gründen der **Qualitätssicherung** – um eine sachgerechte Behandlungsplanung und Verlaufskontrolle zu fördern – und um die **Motivation** der Klienten zu steigern bzw. sicherzustellen, fordern verschiedene Autoren für chronisch erkrankte oder behinderte sowie für hirngeschädigte Patienten die Erstellung individueller Therapieziele (zusammenfassend vgl. Pössl et al. 2003). Mit Hilfe des COPM kann die Ergotherapie entscheidend dazu beitragen, dass die Zielformulierung im multidisziplinären Team tatsächlich alltagsrelevant und bedarfsorientiert erfolgen kann.

Eine erste »**Grenze** des CMOP ist darin zu sehen, dass das COPM das **einige Assessment-Instrument zum Modell** ist. Gerade die Frage, welche Performanz-Komponenten und Umweltfaktoren dringend verändert werden müssten, um eine verbesserte Teilhabe eines Klienten zu erreichen, erscheint angesichts der oben dargestellten Kontroverse

über den Zusammenhang zwischen Funktionen und Reintegration und bei kürzer werdenden Therapizeiten besonders wichtig. Das CMOP gibt zur Beantwortung dieser Frage in der praktischen Arbeit keine konkrete Hilfestellung.

Auch ist das Modell **sehr allgemein** gehalten. Daher ist es zwar prinzipiell mit allen Klientengruppen anwendbar, doch bildet es möglicherweise nicht alle Faktoren ab, die in einem bestimmten Arbeitsfeld berücksichtigt werden müssen. Physische Performanz-Komponenten etwa sind als »sensorische, motorische oder sensormotorische Funktionen« (Law et al. 1997, S. 44) beschrieben. Eigenschaften von Körperstrukturen sind hier nicht benannt, obwohl auch sie die Betätigungs-Performanz beeinträchtigen könnten. Beispielsweise könnte man einen Dekubitus, der verhindert, dass eine Person im Rollstuhl sitzen und so an einem ihr wichtigen Familienausflug teilnehmen kann, im Kanadischen Modell nirgends einordnen.

Da das Modell nur die Bereiche Betätigung, Performanz-Komponenten und Umwelt enthält, wäre in diesem Beispiel auch unklar, wo die Aktivität »Sitzen« abgebildet ist. Würde man seinen Befundbogen nur nach dem CMOP strukturieren, könnte man in diesem Fall zwei von drei »ergotherapierelevanten« Aspekten keinem Bereich in einem solchen Bogen zuordnen.

Einerseits kann das COPM hilfreich sein, um ergotherapeutisches Denken und Handeln nach außen, also z.B. anderen Berufsgruppen oder Kostenträgern gegenüber, transparent darzustellen (s. oben). Eine Grenze ergibt sich hier jedoch durch die **Terminologie des Modells**, die für Außenstehende wohl nicht von vornherein verständlich ist.

Die Internationale Klassifikation der Funktionsfähigkeit, Gesundheit und Behinderung (ICF; WHO 2002; vgl. auch ▶ Kapitel 7) bietet eine gemeinsame Sprache zur Beschreibung der »Funktionsfähigkeit« von Menschen. Insbesondere in der Rehabilitation wird die Anwendung der ICF als gemeinsames Rahmenmodell für die Leistungserbringer (Therapeuten, Ärzte, Pflegekräfte) vorgeschlagen, um die interdisziplinäre Kommunikation zu erleichtern und die Dokumentation von Rehabilitationsverläufen auf einer einheitlichen Beurteilungsgrundlage zu erleichtern (vgl. z.B. Rentsch et al. 2001). Aus diesem Grund werden im Folgenden noch einige Gemeinsamkeiten und Unterschiede von CMOP und ICF betrachtet. Es wird überlegt, ob und inwie weit man die Arbeit nach der ICF und die nach dem CMOP verknüpfen könnte.

## 12.5 Ausblick: CMOP und ICF

### 12.5.1 Gemeinsamkeiten und Unterschiede

#### Beachte

Das CMOP ist ein ergotherapeutisches Modell; die ICF dagegen eine Klassifikation, die allen Disziplinen im Gesundheits- und Sozialwesen weltweit geläufig oder zumindest zugänglich ist.

**Biopsychosozialer Ansatz.** Sowohl ICF als auch CMOP gehen davon aus, dass zwischen den Bereichen und Faktoren, die sie benennen, eine ständige wechselseitige Interaktion besteht. Es handelt sich um biopsychosoziale Ansätze.

**Funktionsfähigkeit und Betätigungsperformanz.** Mit Hilfe der ICF können Komponenten der »funktionalen Gesundheit« oder »Funktionsfähigkeit« eines Menschen beschrieben und klassifiziert werden: Körperfunktionen, Körperstrukturen, Aktivitäten und Teilhabe in verschiedenen Lebensbereichen sowie Kontextfaktoren der Person und der Umwelt.

Das CMOP konzentriert sich auf einen Teilbereich der Funktionsfähigkeit, nämlich die »Betätigungs-Performanz«, und einige Faktoren, von denen sie beeinflusst werden kann: Performanz-Komponenten, Betätigungen und Umweltfaktoren.

**Zuordnung.** Ein Unterschied zwischen ICF und CMOP besteht darin, dass eine bestimmte Tätigkeit, wie z.B. Kochen, in der ICF immer einem bestimmten Kapitel zugeordnet ist, in diesem Fall dem »Häuslichen Leben«. Nach dem Kanadischen Modell kann es individuell unterschiedlich sein, ob eine Betätigung der Selbstversorgung, Produktivität oder Freizeit zugeordnet wird, je nachdem, mit welchem Ziel sie durchgeführt wird.

**Beschreibung.** Während das CMOP seine Bereiche nur grob beschreibt, sind die Komponenten der ICF – mit Ausnahme der personenbezogenen Faktoren – in Kapitel untergliedert. Jedes Kapitel enthält verschiedene Faktoren, die definiert, meist mit Beispielen versehen, und zusätzlich durch einen Code bezeichnet sind. Die ICF enthält zusätzlich Beurteilungsmerkmale, mit deren Hilfe die einzelnen Faktoren – bis auf die personenbezogenen Faktoren – in ihrer Ausprägung beschrieben werden können.

**Faktoren, die für Betätigungen wichtig sind.** Die Kapitel Lernen und Wissensanwendung, Allgemeine Aufgaben und Anforderungen, Kommunikation, Mobilität [d1 bis d4] sowie Interpersonelle Interaktionen und Beziehungen [d7] der ICF enthalten weniger konkrete Tätigkeiten, sondern vielmehr Faktoren, die für viele verschiedene Betätigungen

in den Bereichen Selbstversorgung, Produktivität und Freizeit wichtig sein können. Diese Kapitel könnte man daher als den Bereich der Aufgaben und Aktivitäten interpretieren, der im CMOP nicht abgebildet ist (vgl. ▶ Abschn. 12.4).

**Beurteilung.** Da die Betätigungs-Performanz nur subjektiv zu beurteilen ist, die ICF jedoch bisher keine Skala zur subjektiven Bewertung enthält, ist die Betätigungs-Performanz zurzeit in der ICF nicht exakt abgebildet. Am ehesten ist sie wohl mit der »Leistung« bzw. »Performance« eines Menschen bei der Auswahl, Organisation und Durchführung von Tätigkeiten auf der Teilhabe-Ebene der ICF zu vergleichen. Allerdings basiert die Einschätzung der »Leistung« nach der ICF auf einer Fremdbeurteilung. Die WHO plant jedoch zusätzlich die Entwicklung subjektiver Beurteilungsmerkmale (Schuntermann, VDR 2002).

## 12.5.2 Möglichkeiten der Integration von CMOP und ICF

### ➤ Beachte

Da sich die Bereiche des CMOP in der ICF wieder finden, könnte die ICF verwendet werden, um die Inhalte der Arbeit nach dem CMOP auch für diejenigen transparent zu machen, die das Modell nicht kennen.

Durch eine »Kombination« des CMOP mit der ICF – beispielsweise im Befundbogen und anderen Formularen (vgl. ▶ Abschn. 12.3.3) – könnte das Modell sogar etwas erweitert werden. So könnte der Bereich der Performanz-Komponenten ergänzt werden durch in der ICF benannte Körperstrukturen, die im eigenen Arbeitsbereich erfahrungsgemäß berücksichtigt werden müssen, um Betätigung zu ermöglichen.

Die Kapitel [d1] bis [d4] sowie [d7] der ICF könnte man als separaten Bereich mit dem Titel »Aktivitäten und Aufgaben« in den ergotherapeutischen Befund mit aufnehmen.

Zusätzlich könnte man eine Rubrik »Personenbezogene Faktoren« einfügen, in der man Aussagen zu sozialen Rollen oder der Spiritualität treffen könnte.

So würde man nicht mehr »rein« nach dem CMOP arbeiten, sondern hätte das Modell bereits verändert. Trotzdem stünde hinter einem solchen Befund weiterhin ein spezifisch ergotherapeutischer Ansatz, der jederzeit über die Terminologie der ICF vermittelt werden kann.

Möglichkeiten angesprochen, wie das Modell in die praktische Arbeit integriert werden könnte.

**Einsatzmöglichkeiten.** Das Modell kann genutzt werden, um Informationen strukturiert darzustellen und zu reflektieren, die nach einem biopsychosozialen Ansatz wichtig sind, um »Betätigung zu ermöglichen« bzw. die Betätigungs-Performanz zu verbessern,

Der klientenzentrierte Ansatz kann eine auf den individuellen Bedarf orientierte, »maßgeschneiderte« Therapie erleichtern. Der Sinn und Nutzen der Ergotherapie kann für Klienten transparenter werden, wenn sie von Anfang an in die Planung und Durchführung der Therapie einbezogen werden. Indem das CMOP die Betätigung als Ziel und wichtigste Methode der Ergotherapie herausstellt, kann die Abgrenzung zu anderen Therapiebereichen leichter fallen. Der Einsatz von Behandlungsverfahren, die aus nicht »rein ergotherapeutischen« Bezugsrahmen stammen und daher von mehreren Berufsgruppen angewandt werden, kann unter einer spezifisch ergotherapeutischen Perspektive begründet werden. Eine auf Betätigung ausgerichtete Ergotherapie kann gerade in Zeiten knapper werdender Ressourcen, in denen alltagsrelevante Therapieerfolge in immer kürzerer Zeit erbracht werden müssen, an Bedeutung gewinnen. Durch eine Analyse, welche Performanz-Komponenten und Umweltbedingungen den Klienten am stärksten in seinem Alltag behindern, kann die Ergotherapie einen wertvollen Beitrag zum multidisziplinären Assessment leisten.

**Grenzen.** Eine Grenze des CMOP ist darin zu sehen, dass gerade für diese Analyse keine Assessment-Instrumente zum Modell existieren. Auch ist das CMOP sehr allgemein gehalten, sodass evtl. nicht alle Faktoren, die bei einer bestimmten Klientengruppe die Betätigungs-Performanz beeinflussen können, in einem Befund nach dem CMOP erfasst bzw. eingeordnet werden können. Die Sprache des CMOP ist ergotherapiespezifisch; um ergotherapeutische Denk- und Entscheidungsprozesse transparent nach außen hin darzustellen, erscheint sie daher weniger geeignet.

**Vergleich zur ICF.** Aus diesem Grund wurde zuletzt ein kurzer Ausblick gegeben, in dem grob einige Gemeinsamkeiten und Unterschiede von CMOP und ICF skizziert wurden. Es wurde dargestellt, dass eine »Kombination« von CMOP und ICF, z.B. in ergotherapeutischen Dokumentationsformularen, nützlich sein könnte. Wie diese Integration im Einzelnen gelingen kann, muss noch diskutiert werden.

## 12.6 Zusammenfassung und Diskussion

In diesem Kapitel wurden die Bereiche und wesentliche Grundannahmen des CMOP vorgestellt. Es wurden einige

# Therapiekonzepte

## 13.1 Das Bobath-Konzept in der Ergotherapie – 317

*Ursula Kleinschmidt*

- 13.1.1 Einführung – 317
- 13.1.2 Historischer Rückblick – 317
- 13.1.3 Das Behandlungskonzept – 317
- 13.1.4 Theorien zur Bewegungskontrolle – 319
- 13.1.5 Steuerung und Kontrolle von Bewegung – 320
- 13.1.6 Die Anwendung des Bobath-Konzepts – 321
- 13.1.7 Grundlage für Therapieaufbau und Therapiemaßnahmen – 321
- 13.1.8 Therapieaufbau – 324
- 13.1.9 Überlegungen für die Anbahnung von Armaktivitäten – 326
- 13.1.10 Schlusswort – 327

## 13.2 Das Affolter-Modell: Gespürte Interaktion zwischen Person und Umwelt – 327

*Reinhard Ott-Schindele*

- 13.2.1 Entwicklung des gesunden Kindes – 327
- 13.2.2 Organisation der Suche nach Spürinformation – 329
- 13.2.3 Verhaltensweisen und -auffälligkeiten bei Patienten – 329
- 13.2.4 Was bedeutet »Führen«? – 329
- 13.2.5 Ich wirke im Alltag – 332
- 13.2.6 Wie kommt der Patient zur Ausführung – 332

## 13.3 Kognitiv therapeutische Übungen nach Perfetti – 334

*Hans Harry*

- 13.3.1 Probleme ergotherapeutischer Befundaufnahme – 334
- 13.3.2 Das Perfetti-Konzept – 334
- 13.3.3 Grundlagen des Perfetti-Konzepts – 335
- 13.3.4 Praktische Übungen – 338

**13.4 Durch ein Eigenprogramm Beweglichkeit erhalten:  
Sekundärprophylaxe bei Hemiplegie – 338**

*Christa Berting-Hüneke*

- 13.4.1 Warum ein Eigenprogramm? – 338
- 13.4.2 Passive Beweglichkeit erhalten – 340
- 13.4.3 Erarbeiten und Zusammenstellen des Eigenprogramms – 342

### 13.1 Das Bobath-Konzept in der Ergotherapie

Die folgenden Therapiekonzepte sind eine Auswahl der häufig angewandten Konzepte und Modelle in der neurophysiologischen Behandlung. Ein Anspruch auf Vollständigkeit wird damit nicht erhoben. Der Abschnitt 13.4 bietet ein Eigenprogramm zur Sekundärprophylaxe bei Hemiplegie. Er trägt der Notwendigkeit Rechnung, dass die Eigeninitiative der Patienten immer wichtiger wird.

#### 13.1 Das Bobath-Konzept in der Ergotherapie

*Ursula Kleinschmidt*

##### 13.1.1 Einführung

Das Bobath-Konzept ist ein weltweit verbreitetes und anerkanntes **Behandlungskonzept auf neurophysiologischer Grundlage**. Es dient zur Behandlung von Individuen mit sensormotorischen Störungen, die aufgrund einer Läsion des Zentralnervensystems entstanden sind.

Der Ursprung liegt in der Arbeit von Frau Dr. h.c. Berta Bobath (Gymnastiklehrerin, später Physiotherapeutin) und Dr. med. Karel Bobath.

Das Konzept wurde empirisch entwickelt. Es hat sich spezialisiert und beinhaltet die Behandlung von Kindern und Erwachsenen in zwei eigenständigen Bereichen mit den jeweils spezifischen Kursen der Weiterbildung (Grundkurs, Aufbaukurs).

##### 13.1.2 Historischer Rückblick

Berta Bobath (geb. Busse 1907) und Karl Bobath (geb. 1906) wuchsen in Berlin auf, sie kannten sich als Kinder.

Frau Bobath absolvierte eine Ausbildung als Gymnastiklehrerin, sie liebte Bewegung und lernte hier die Analyse und Komponenten normaler Bewegung und Entspannung.

Karl Bobath wurde Arzt (Neurologe).

Beide emigrierten vor dem Ausbruch des 2. Weltkrieges nach London.

Die Entwicklung des Bobath-Konzeptes begann 1943, als Frau Berta Bobath einen spastischen Patienten behandelte: Sie beobachtete, wie sich durch ihre Maßnahmen die Spasitität verringerte und plötzlich Bewegungen möglich wurden.

Dies war für die damalige Zeit neuartig, denn Spasitität galt als ein Reflex (Reflexe sind immer gleich und unbeeinflussbar).

Karl Bobath hat in Zusammenarbeit mit ihm bekannten Professoren versucht, den neurophysiologischen Hintergrund und ein Erklärungsmodell für diese revolutionären Beobachtungen zu finden. Er stützte sich bei dieser kooperativen Forschung auf das sog. »Hierarchische Modell«.

Es bedurfte vieler Jahre, diese Behandlung von der Reduktion der Spasitität zur aktiven Funktion weiterzuentwickeln. 1951 gründeten Karl und Berta Bobath ein privates Zentrum, seit 1975 als »The Bobath-Centre« bekannt, zur Behandlung von Patienten mit zerebralen Bewegungsstörungen und zur Durchführung von Weiterbildungen für Krankengymnasten, Beschäftigungstherapeuten, Logopäden und Ärzten. Seitdem wurden Tausende von Therapeuten und Ärzten weltweit ausgebildet.

Berta und Karl Bobath sagten 1984 über ihr Konzept:

»Soviel wir auch gelernt und verändert haben und fortfahren, beides weiterhin zu tun, muss festgehalten werden: das allem zugrundeliegende Konzept hat sich nicht verändert. ... Wir alle bauen unsere Behandlung auf demselben Konzept auf, es ist weitreichend und offen und ermöglicht uns, weiter zu lernen und der kontinuierlichen Entwicklung wissenschaftlicher Forschung, auch bei Veränderung der klinischen Bilder, folgen zu können.«

Der ganzheitliche Zugang und der theoretische Rahmen des Konzepts werden auch weiterhin durch neue Erkenntnisse in der Neurologie und den Bewegungswissenschaften ergänzt.

Beide wählten im Januar 1991 gemeinsam den Freitod. Bobath-Instruktoren auf der ganzen Welt führen seither ihre Arbeit weiter, z.B. für die Behandlung Erwachsener.

Über die internationale Vereinigung der Bobath-InstruktorenInnen IBITA (International Bobath Instructors Training Association) wird das Konzept in Praxis und Weiterbildung kontinuierlich fortgeführt und weiterentwickelt.

##### 13.1.3 Das Behandlungskonzept

###### Beachte

Jede erfolgreiche Behandlung macht sich eine grundlegende Eigenschaft des Gehirns zunutze: die Plastizität des Gehirns.

###### Plastizität

###### Beachte

Das ZNS kann seine strukturelle Organisation als Antwort auf intrinsische und extrinsische Informationen jederzeit anpassen und verändern.

»Es ist plastisch!« (Kidd et al.)

Es kann seine Reaktion permanent ändern und anpassen entsprechend den Informationen aus dem eigenen Körper und der Umwelt über z.B. Alignment, Schwerkraft und Ziel. Die Neuroplastizität ermöglicht das Lernen (Neuerlernen oder Wiedererlernen) als Resultat der Adaptation an die Erfordernisse der Umgebung.

Zur Neuroplastizität gehören auch die **Selbstorganisation** und die **Reorganisation** des Gehirns nach einer Läsion.

Die Reorganisation wird unter anderem beeinflusst vom Metabolismus (Stoffwechsel), ist jedoch nicht abhängig vom Alter (Paeth-Rohlf 1999)

## Normale Bewegung

### Beachte

**Ziel und Arbeitsmittel des Bobath-Konzepts ist die normale Bewegung.**

Die normale, individuelle Bewegung ist dadurch gekennzeichnet, dass sie harmonisch und unauffällig ist. Geschwindigkeit und Dosierung einer Bewegung sind an die jeweiligen Erfordernisse angepasst (► Kap. 5).

Bewegungsmuster unterliegen einer individuellen Variation. Konstitution und Kondition des Patienten, sowie Stimmungslage berufliches und sportliches Umfeld u.a. beeinflussen zusätzlich den Ausdruck der normalen Bewegung.

»Die Ausarbeitung des ZNS für die Produktion von normaler Bewegung ist sehr komplex. Sie beinhaltet motorisches Planen, welches in einem Netzwerke von Neuronen angelegt ist, die das Timing und das Ausmaß der Bewegung um jedes Gelenk bestimmen, was in eine Choreographie von Aktivität der Motoneuronen übersetzt wird, welche die individuellen Muskeln im richtigen Moment mit der richtigen Kraft antreibt.« (Sparks 1995)

### Beachte

**Die Bewegungsmuster werden u.a. durch sog. Zentrale-Muster-Generatoren (»ZMG«, auch Central Pattern Generator, »CPG«, genannt) initiiert.**

Sie unterstützen motorisches Verhalten oder automatische Bewegungsmuster, sind aber keine Reflexe, da sie immer modifiziert werden können. Es sind etablierte neuronale Netze, die wiederholt motorische Aktivitäten für das Erreichen eines Ziels unterstützen.

»Die Ansteuerung der Effektoren der Motorik erfolgt durch die Motoneurone des Rückenmarks und des Hirnstamms, die aus dem ZNS in die Muskulatur projizieren.

Auch bei einfachsten Bewegungen geht ihre Durchführung immer auf die koordinierte Aktion mehrerer Muskeln zurück, einer **synergistischen Gruppe** (► Kap. 5). Die Zusammensetzung dieser Gruppe ist für die verschiedenen Arten von Bewegungen spezifisch (z.B. bei der Lokomotion, den Haltungskorrekturen etc.). Diese muskulären Synergien sind wiederum in verschiedenen **neuronalen Systemen** repräsentiert.

Die Repräsentationen von Bewegungen sind im ZNS als Programm gespeichert in Form von vorstrukturierten Sets motorischer Befehle, die auf höchster kortikaler Ebene konstruiert und an die tiefste Ebene übermittelt werden, um die Bewegung auszuführen. Anders als die Reflextheorie nimmt dieses Modell an, dass Bewegung im Voraus geplant werden kann. Ein solches Programm ist abstrakt und erlaubt die Anwendung für eine große Bandbreite an Bewegungen und Handlungen. Die Bewegung kann jederzeit als Antwort auf die Umgebung modifiziert werden.

Man kann dies daraus schließen, dass auch das isolierte Rückenmark sehr komplexe, koordinierte Bewegungen organisieren kann.

Damit stellen die neuronalen Systeme des Rückenmarkes Bewegungsmuster bereit, die von afferenten Systemen und zentralen Bewegungsprogrammen kontrolliert und in räumlich und zeitlich abgestimmten Kombinationen mobilisiert werden.« (Mündliche Mitteilung, Prof. Dr. M. Illert)

## Alignment

Unerlässlich für jede normale Bewegung ist das Alignment.

### Definition

Alignment bedeutet, dass alle **Anteile eines Gelenkes** (Knochen, Bänder, Muskulatur, Kapsel usw.) in jedem Moment einer Haltung oder in einer Bewegungssequenz in einer ganz bestimmten **Ausrichtung** zueinander stehen müssen, um einen koordinierten und effizienten Bewegungsablauf zu gewährleisten.

Ein normales Alignment aller Schlüsselpunkte bedeutet ihre gegenseitige Beeinflussung, um eine effiziente neuro-muskuläre Innervation während eines Bewegungsablaufes zu erreichen.

## Tonus

Von zentraler Bedeutung bei der Behandlung ist der Tonus, dieser wird durch spezielles **Handling** gezielt beeinflusst.

Der Therapeut dosiert den Input, um den gewünschten Output zu ermöglichen, mit Hilfe

- tonusaufbauender oder tonussenkender Maßnahmen,
- dem gezielten Einsatz oder der gezielten Vermeidung von Effektoren.

Dadurch erreicht er das richtige Alignment und den notwendigen Haltungshintergrund.

Dabei sind auch die tonusbeeinflussenden Faktoren zu beachten.

Natürlich bringt das Konzept die Anwendung verschiedener Techniken (z.B. sog. Handling) mit sich, jedoch ohne feste Schemata. Bobath sagte 1978: »Macht das, was am besten funktioniert.«

► Übersicht 13.1 gibt einen Überblick über die Grundgedanken des Bobath-Konzepts.

### 13.1 • Das Bobath-Konzept in der Ergotherapie

#### ■ Übersicht 13.1: Das Bobath-Konzept

- Das Bobath-Konzept ist keine Methode oder Technik, sondern vielmehr variierende Interaktion; es ist in erster Linie eine Art zu beobachten, zu analysieren, zu interpretieren und zu intervenieren.
- Das Bobath-Konzept nutzt die Plastizität des Gehirns und arbeitet mit »normaler Bewegung«. Dabei werden die normalen Bewegungsmuster aufgegriffen.
- Durch Gestaltung der Umwelt, Modulationen der jeweiligen Anforderungen einer Aufgabe wird das Gehirn angeregt, die jeweils adäquate Antwort zu produzieren.
- Die Aufgabe des Therapeuten besteht darin, die Anforderungen durch Auswahl und Gestaltung der Darbietung (z.B. Ziel, Ausgangsstellung, Unterstützungsfläche, Alignment) so zu gestalten, dass das Gehirn die gewünschte Antwort produzieren kann, die der normalen Bewegung entspricht.
- Auf diesem Weg facilitiert der Therapeut den Patienten, d.h. erleichtert bzw. ermöglicht ihm die adäquate Bewegung. Dadurch werden Bewegung und das Gefühl der Bewegung wieder lernbar.

#### Beachte

»Wir lehren keine Bewegungen, wir machen sie möglich.«  
(Karel Bobath 1981)

#### 13.1.4 Theorien zur Bewegungskontrolle

##### Reflextheorie (Stimulus-Response-Theorie)

Sie basiert auf Sherringtons Arbeiten vom Anfang des letzten Jahrhunderts. Die Theorie besagt, dass ein Stimulus aus der Umgebung eine **Kettenreaktion** in Gang setzt, die zu einer Bewegungsantwort führt. Das Individuum ist dabei passiver Empfänger.

##### Hierarchisches Modell

Das Bobath-Konzept und andere Therapiekonzepte basieren auf diesem Modell.

Das hierarchische Modell wurde bereits im Jahr 1932 von Sir Hughlings Jackson dargestellt. Es nimmt an, dass das Nervensystem von seinem unteren Level, Rückenmark, Hirnstamm, Mittelhirn, bis zum höchsten Level des Kortex organisiert ist. Jede Stufe ist gekennzeichnet durch Strukturen zunehmender Komplexität, welche von der Größe und Anzahl der Verbindungen abhängig ist. Die jeweils höheren Stufen befehlen den niederen. Der Kortex hat alle Informationen und kann Bewegungen mit oder ohne sensorische Rückmeldung einer tieferen Stufe koordinieren und regulieren.

Das hierarchische Modell vertritt folgende Annahme:

Im Fall einer zerebralen Läsion sind höhere Stufen nicht mehr vorhanden bzw. unfähig, zu koordinieren und zu regulieren, was kausal zu einer Enthemmung der tieferen Stufen führt; z.B. verursacht eine Schädigung der Pyramidenbahnen eine Enthemmung und eine sich daraus entwickelnde kontralaterale spastische Hemiplegie (Sherrington, Bobath, Walshe, Brown).

Die Theorie wurde erweitert zum sog. **hierarchischen Modell**, welches eine Kommunikation zwischen den Stufen mittels Feedback bezüglich der Ausführung einer Bewegung zulässt.

##### Theorie dynamischer Systeme

Diese Theorie wird heute in das Bobath-Konzept als sog. **neurotherapeutisches Systemmodell** (■ Übersicht 13.2) integriert. Es besagt:

Das ZNS ist komplex; es ist in Systemen und Sub-Systemen organisiert. Die Kontrolle ist nicht hierarchisch, aber abhängig von verschiedenen Einflüssen. Das motorische Verhalten ist ein Resultat **multipler Subsysteme** (neurologische, biologische; beispielsweise Wahrnehmung, Tonus, Muskelfasereigenschaften), wobei keines der Subsysteme Priorität über ein anderes hat. Die Subsysteme bilden vielmehr ein **Netzwerk** (vergleichbar den Netzwerken biochemischer Reaktionen im Metabolismus oder in größeren Dimensionen der Vernetzung sämtlicher Lebensformen innerhalb eines Ökosystems). Verschiedene Forscher haben den Grundstein für diese jüngere Theorie gelegt, z.B. Bernstein und Gibson.

■ Tabelle 13.1 zeigt einen Vergleich beider Modelle.

#### ■ Übersicht 13.2: Das neurotherapeutische Systemmodell

- Alle Systeme arbeiten zusammen, sind selbstregulierend und selbstorganisierend innerhalb eines Subsystems und im Bezug zur Ausgabe.
- Das ZNS und das neuromuskuläre System könnten ihre Organisation als Antwort auf intrinsische und extrinsische Information verändern und anpassen.
- Handlungen werden geformt durch die Absicht des Ausführenden und kontrolliert und angepasst durch intrinsische und extrinsische Faktoren, welche das Zusammenspiel der Systeme beeinflussen.
- Die Kontrolle einer Handlung erfolgt nach der Theorie dynamischer Systeme also nicht vertikal wie im hierarchischen Modell, sondern die Systeme beeinflussen sich untereinander. Die Kontrolle erfolgt im Bezug zur Aufgabe und zur beabsichtigten Handlung, der jeweiligen Umgebung und dem Ziel.

Tabelle 13.1. Praxisorientierter Vergleich der Modelle	
Hierarchisches Modell	Systemmodell
Bewegungsorientiert	Handlungsorientiert
Disziplinspezifische Ziele	Funktionelle Ziele
Closed-loop-Aufgaben	Open-loop-Aufgaben
Immer gleicher Weg	Viele Möglichkeiten
Strukturierte Umgebung	Unterschiedliche Umgebung möglich
Trennung von Willkür und Reflex	Normale Bewegungsstrategie, voraussagende Kontrolle, angepasst an den Moment

### 13.1.5 Steuerung und Kontrolle von Bewegung

Bewegungskontrolle wird erreicht durch Kooperation vieler Strukturen im Gehirn, die sowohl hierarchisch als auch parallel organisiert sind.

Bobath sah als Basis der posturalen Kontrolle:

- den normalen Tonus,
- die reziproke Innervation und
- die Bewegungsmuster.

Die Gesamtheit dieser Aspekte in der Funktion bezeichnete er als Haltungskontrollmechanismus mit der Gesamtleistung von Balance und Gleichgewicht.

#### 13 Tonus

##### Definition

Der posturale Tonus ist die Aktivität der Muskulatur, die dem Körper hilft, sich aufrecht gegen die Schwerkraft zu halten (Shumway-Cook u. Wollacott 1995).

»Tone is the resistance offered by muscles to continuous stretch.« (Brooks 1986)

»A state of readiness« (Bernstien 1967).

Der Tonus kann in jedem Moment variiert werden und stellt einen **Stand-by-Zustand** für Aktivität dar. Er muss ausreichend hoch sein, um der Schwerkraft entgegenzuwirken, und ausreichend tief, um Bewegung zuzulassen. Die wichtigste Ursache für die Veränderung des Tonus ist die Muskelkontraktion.

Der Tonus enthält neurale Komponenten (propriozeptive Reflexe und erregbare Levels des ZNS) und wird auch beeinflusst von nichtneuronalen Aspekten (viskoelastische Eigenschaften des Muskels). Somit äußert sich ein abnormaler Tonus auch in neuronalen und nichtneuronalen Veränderungen.

#### Reziproke Innervation

##### Definition

Unter reziproker Innervation versteht man die Kooperation der gesamten Muskulatur, die auf ein oder mehrere Gelenke wirkt, um die Muskelaktivität zu koordinieren, sodass die Bewegung effektiv und harmonisch ist.

Das motorische System muss den Agonisten im richtigen Maß und zur richtigen Zeit kontrahieren. Gleichzeitig muss es die Kontraktionsmuster der Antagonisten, Synergisten und der posturalen Muskulatur, die für die Aktivität des Agonisten notwendig sind, zeitlich festlegen und organisieren.

Reziproke Innervation macht die Muskelfunktion nuanziert und ausbalanciert. Die Koordination zwischen exzentrischer und konzentrischer Muskelaktivität ergibt eine selektive Bewegungskontrolle (► Kap. 5).

Ein Ergebnis der reziproken Innervation ist Stabilität, d.h. die Balance zwischen Kräften. Bei normaler Bewegung ist die Stabilität immer dynamisch, wobei die Körperteile kontinuierlich durch neuromuskuläre Aktivität zueinander ausgerichtet werden. Selbst beim Aufrechterhalten einer Stellung wird permanent neu justiert.

»Die Ausarbeitung des ZNS für die Produktion von normaler Bewegung ist sehr komplex. Sie beinhaltet motorisches Planen, welches in einem Netzwerke von Neuronen angelegt ist, die das Timing und das Ausmaß der Bewegung um jedes Gelenk bestimmen, was in eine Choreographie von Aktivität der Motoneuronen übersetzt wird, welche die individuellen Muskeln im richtigen Moment mit der richtigen Kraft antreibt.« (Sparks 1995)

#### Bewegungsmuster

##### Beachte

Bewegungsmuster setzen sich zusammen aus einer Reihe von selektiven Bewegungen, die je nach Individuum, Ziel und Zusammenhang variieren.

Das motorische System muss den Agonisten im richtigen Maß und zur richtigen Zeit kontrahieren. Gleichzeitig muss es die Kontraktionsmuster der Antagonisten, Synergisten und der posturalen Muskulatur, die für die Aktivität des Agonisten notwendig sind, zeitlich festlegen und organisieren.

Kausal für jede Vorbereitung ist die Vorausschau oder Erwartung dessen, was passieren wird.

### 13.1 • Das Bobath-Konzept in der Ergotherapie

#### Beachte

Die Fähigkeit des ZNS zur Vorausschau, die Antizipation, ist in den Augen vieler Wissenschaftler die Krönung der menschlichen Motorik. Das beinhaltet: »Die Fähigkeit des ZNS, das motorische System auf das bevorstehende sensorische System vorzubereiten und das sensorische System für die bevorstehende Bewegung vorzubereiten« (Horak 1991).

#### 13.1.6 Die Anwendung des Bobath-Konzepts

Eine Schädigung innerhalb des ZNS führt zur Desorganisation der Systeme, d.h. bei der Verarbeitung, Aktivierung oder Steuerung kommt es zu Störungen oder gar Ausfällen. Dies verursacht eine Störung in der Bewegung, welche in einzelnen Komponenten von »normaler« Bewegung abweicht, und eine Störung der Funktion durch multimodale Einschränkung mehrerer Komponenten, wie z.B. der Handlungsfähigkeit – der Fertigkeiten und der Geschicklichkeit.

Das Bobath-Konzept ist eine ganzheitliche Betrachtung der Schädigung in der Behandlung.

#### Beachte

Das Bobath-Konzept ist ein **problemorientierter Zugang** in der Befundaufnahme und Behandlung von Menschen mit **Störungen in Tonus, Bewegung und Funktion** aufgrund einer **Läsion des zentralen Nervensystems**.

Ziel der Behandlung ist die **Optimierung der Funktion** durch Verbesserung der Haltungskontrolle und der selektiven Bewegungen mittels **Fazilitation** (IBITA 1997).

Die Folgen einer Läsion sind in □ Abb. 13.1 aufgeführt.

Rehabilitation ist ein Prozess, der dazu dient, motorische Kontrolle wieder zu erlernen. Er sollte Kompensationen, welche als das Ergebnis der Schädigung oder einer nichtspezifischen Therapie gesehen werden können, nicht fördern.

#### Theoretische Überlegungen

Durch die angepasste **Fazilitation** des Therapeuten wird das Zusammenspiel der Subsysteme verbessert und die **Integration** von Informationen aus den verschiedenen Systemen (Perzeption/Propriozeption u.a. Faktoren) gefördert, um im Hinblick auf das Ziel

- den adäquaten **Haltungshintergrund** für die bevorstehende Aktivität zu schaffen,
- das passende **Bewegungsmuster** (aus den Mustergeneratoren) zu entlocken,
- die **Modulation** der Bewegung bzw. selektive Bewegung zu ermöglichen.

#### 13.1.7 Grundlage für Therapieaufbau und Therapiemaßnahmen

#### Der Befund

Voraussetzung für die Behandlung ist die **Kenntnis der Defizite** und darüber hinaus deren mögliche Ursachen und Zusammenhänge. Diese werden beim Befund erfasst, analysiert und interpretiert. Die Analyse des »Ist«-Zustandes gibt Auskunft über Bewegungsmuster und Fähigkeiten des Patienten.

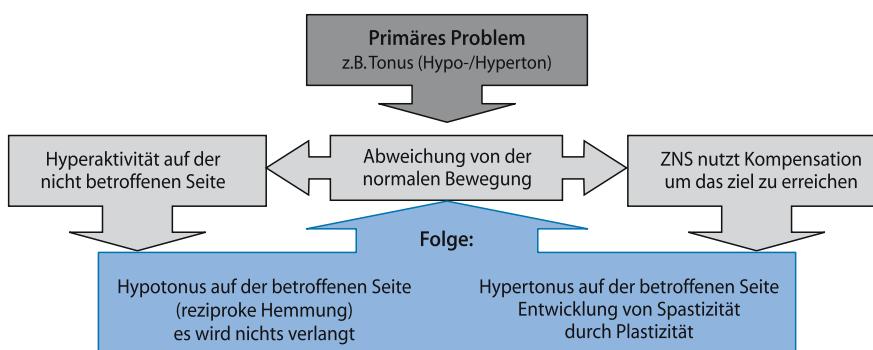
Befund und Behandlung stehen in engem Zusammenhang und sind nicht zu trennen: Jeder Input bewirkt eine Reaktion und ist bereits Teil der Behandlung.

#### Beachte

Befund–Behandlung–Befund stehen in ständigem Wechsel, d.h., sie bilden einen Regelkreis, der sich sowohl auf die funktionsbeeinträchtigende Organdyfunktionen bezieht als auch auf die **Integration der erreichten Verbesserung**.

Die □ Abb. 13.2 zeigt den Aufbau der Therapie.

Anhand des Befundes wird das Behandlungsziel definiert, wobei das persönliche Ziel des Patienten immer integriert sein muss. Sicher denken wir Therapeuten zu-



□ Abb. 13.1. Folgen einer Läsion

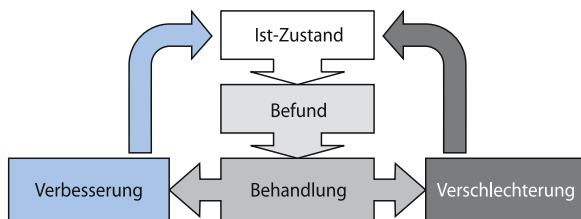


Abb. 13.2. Therapieaufbau

nächst funktionell, doch der Patientengedanke wird funktional sein, d.h. Funktionen und Handlungen in wechselnder Umgebung ausführen zu können. Deshalb müssen wir die funktionellen Komponenten und Teifähigkeiten erarbeiten, welche die Voraussetzung für das funktionale Ziel sind. Die Behandlung bezieht sich auf die Suche nach Lösungen hinsichtlich des motorischen Verhaltens, welche die erfolgreiche Durchführung einer Aktivität stören (Ursache suchen und behandeln, vorhandene oder wiedergewonnene Stärken nutzen und neue Strategien anwenden etc.).

Der Behandlungsprozess wird individuell abgestimmt auf die biopsychosozialen Bedürfnisse der Individuen und schließt präventive und begünstigende Aspekte mit ein.

Behandlung ist eine aktive Interaktion zwischen Patient und Therapeut. Eine angemessene Behandlung und Handhabung sollte sich jedoch über 24 Stunden des Tages erstrecken und wird erst durch den interaktiven Prozess zwischen dem interdisziplinären Team, den Angehörigen und/oder den Hilfspersonen ermöglicht.

»Behandlung ist eine ständige Interaktion zwischen dem, was Sie tun, und der Reaktion des Patienten und die einzige Antwort, ob das, was Sie tun, richtig ist, ist die Reaktion des Patienten.« (Dr. K. Bobath).

## Das Behandlungskonzept

### Beachte

Die Behandlung beinhaltet den Ansatz, bekannte (angeborene und erlernte) Bewegungskomponenten und Bewegungsmuster in bekannten Aktivitäten zu nutzen und mittels Fazilitation aktive Bewegung (Outcome) wieder zu ermöglichen.

Die Bewegungsmuster werden von Mustergeneratoren initiiert und durch intrinsische und extrinsische Information moduliert und angepasst. CPGs sind in verschiedenen Regionen des ZNS gespeichert und von der Läsion oft nicht betroffen (z.B. Stellreaktionen), aber durch mangelnde Innervation der Muskulatur nicht abrufbar.

### Beachte

Durch die gezielte Auswahl von Aufgaben und die angepasste Fazilitation werden sensomotorische Aktivitäten als automatische Reaktion entlockt. Der vorrangige Einsatz vertrauter Tätigkeiten unterstützt dabei die Interaktion der Subsysteme und die Integration im ZNS, damit eine adäquate Reaktion erfolgen kann.

Gerade in der Ergotherapie bieten sich vielfältige Möglichkeiten, interessante und für den Patienten relevante Aktivitäten bzw. Tätigkeiten als therapeutisches Medium zu wählen und somit die Therapie für den Patienten ansprechend zu gestalten. Dabei sind die Aufgaben im Schwierigkeitsgrad so zu gestalten, dass der Patient vorhandene Fähigkeiten nutzen kann und gleichzeitig neue Komponenten einfließen.

In Anlehnung an die ICF (International Classification of Functioning, Disability and Health, ▶ Kap. 7) können die Bedürfnisse des Patienten und die sich daraus ergebenden therapeutischen Maßnahmen klassifiziert werden nach:

- Körperstrukturen und Körperfunktionen (auf Ebene des Individuums),
- Aktivitäten, deren Ausführung von der Person erwartet wird,
- Partizipation (Teilhabe) an Lebensbereichen (Ebene der Interaktion von Individuum und Umwelt).

### Beachte

Je nach Ebene und Funktion erfordern die Therapiemaßnahmen ein unterschiedliches therapeutisch-didaktisches Vorgehen.

**Definition.** Funktion ist eine zielgerichtete Aktivität, in der sich eine Person in einer veränderbaren und effizienten Weise zu ihrer Umwelt verhält.

Eine Funktion erfordert die Integration und das Zusammenarbeiten vieler Systeme und geht aufgrund der Veränderung in den Umgebungsbedingungen mit einem ständigen »Problemlösungsprozess« einher.

### Therapie auf Ebene des Individuums: funktionelle Therapie

**Definition.** Funktionell meint eine auf Körperstruktur und Körperfunktion bezogene Fähigkeit (Teilfunktionen, Sequenzen aus einer Gesamtleistung), dies entspricht dem Begriff »Capacity«.

Beispiele:

- neuromuskuloskelettale oder bewegungsbezogene Funktion,
- sensorische Funktion, z.B. Schmerz,
- mentale Funktion
- etc.

### Beachte

Therapie auf funktioneller Ebene konzentriert sich auf Körperstruktur und Körperfunktion und umfasst z.B. die einzelnen Bewegungssequenzen, Teilsequenzen einer Handlung.

Hier stehen modalspezifische Komponenten im Vordergrund; sowohl sensomotorisch in Bezug auf Bewegungssequenz als auch kognitiv in Bezug auf den Problemlösungsprozess. Es beinhaltet ein selektives Training einzelner Komponenten, wobei die Priorität in der **qualitativen Verbesserung** zu sehen ist.

### Beispiel

Die Erarbeitung des normalen Alignments mit adäquatem Tonus ist stets eine erforderliche vorbereitende Maßnahme zur Schaffung des notwendigen Haltungshintergrundes, um dann die ausgewählte Funktion erarbeiten zu können.

### Therapie auf der Ebene der Interaktion von Individuum und Umwelt: funktionale Therapie

**Definition.** Funktional meint die Fähigkeit, die Aktivität im Alltag umzusetzen, zu nutzen und davon zu profitieren. Dafür wird auch der Begriff »Performance« benutzt.

Performance betrifft die Bereiche:

- Selbstversorgung,
- häusliches Leben,
- berufliche Aufgaben und Ansprüche,
- andere Lebensbereiche und Hobbys.

### Beachte

Funktionale Therapie zielt auf Aktivität und Partizipation an der Umwelt; mit dem umfassenden Aspekt der **Selbstständigkeit (Handlungsebene)**.

Mehrere erarbeitete Teilsequenzen werden zusammengestellt und auf eine komplexe Handlung übertragen. Hier wird im Vordergrund stehen, das vorhandene Potenzial optimal zu nutzen und evtl. sinnvolle Strategien und/oder notwendige Hilfsmittel anzuwenden, um das **quantitative Leistungspotenzial** zu verbessern.

### Fließender Übergang der Ebenen: ein Beispiel

Diese beiden Bereiche sind nicht klar trennbar und gehen fließend ineinander über; dennoch gestalten sich das didaktische Vorgehen und die therapeutische Intervention unterschiedlich, je nachdem auf welcher Ebene wir arbeiten (selbst bei gleicher Aufgabe). Am Beispiel der Aktivität »Bügeln« soll dies näher erläutert werden (Abb. 13.3).

Bezogen auf **funktionelle Therapie** d.h. auf der Ebene Körperstruktur, -funktion will die Therapie z.B. sensomotorisch die Komponenten der Bewegung, das Gefühl der Bewegung des betroffenen Armes und der betroffenen Hand erarbeiten. Wir können durch die Wahl der physikalischen



Abb. 13.3. Beispiel: Aktivität Bügeln

Rahmenbedingungen (z.B. Höhe des Bügelbrettes, leichtes oder schweres Bügeleisen etc.) die Maßnahme leichter oder schwieriger gestalten. Auch wenn hierbei mit der nichtdominanten Hand gearbeitet wird, dient die Maßnahme dem Anbahnen und Erlernen von Bewegungsfähigkeit.

Bezogen auf **funktionale Therapie**, d.h. auf der Handlungsebene, geht es um das Bewältigen des Bügeln (z.B. 4-Personen-Haushalt). Das therapeutische Ziel hierbei ist die Steigerung der Leistungskapazität. Es kann hier ein anderes Setting zur Durchführung sinnvoll sein. Das sog. Selbstständigkeitstraining basiert auf diesem Aspekt. Es muss überlegt werden, wie oder mit welchen Strategien und Hilfsmitteln die quantitative Leistung verbessert werden kann. Die betroffene Hand wird dabei, ihrer Fähigkeit entsprechend, eingesetzt.

### Carry over

#### Beachte

Von größter Bedeutung ist das »Carry over«, d.h. die nachfolgende Übertragung und der in der Therapie verbesserten Funktionen (oder Teifunktionen) in den Alltag und ihr Gebrauch im Zusammenhang der alltäglichen Aktivitäten.

»Entscheidend sind nicht die Leistungen des Patienten in der Therapieeinheit, sondern die Übernahme des neu gelernten in den alltäglichen Ablauf. Dieser

Prozess ist nicht zuerst ein motorisch-funktionelles Geschehen, sondern ein psychoanalytischer Prozess. Das neu Angebotene muss innerlich akzeptiert und integriert werden. Das ist genau die Stelle, an der funktionell übende Therapien scheitern. Man erzeugt Trainingsweltmeister, die in der Arena des Alltags unverändert bleiben.« (Dr. M. Runge)

### 13.1.8 Therapieaufbau

#### Problem analysieren

Bei der Befunderhebung muss der Therapeut erkennen, ob das Problem des Patienten auf der motorischen Ebene oder auf der kognitiven Hirnleistungsebene (Problemlösungsprozesse) liegt. Das Hauptproblem (Ursache), insgesamt auch als »**Schlüsselproblem**« bezeichnet, wird dabei klar herausgearbeitet (warum kann der Patient etwas nicht?). Daraus leitet sich die Hypothese für das weitere Vorgehen ab (Wie kann ich den Patienten »können« lassen/dem Patienten »Können« entlocken, und welche vorhandenen Stärken können dabei genutzt werden?).

#### ➤ Beachte

Je genauer wir beobachten und analysieren, umso besser und erfolgreicher können wir arbeiten!

#### Ziel setzen

Unser Ziel muss auch das Ziel des Patienten erfassen. Zu der Zielformulierung gehört auch der Zeitrahmen, in welchem das Ziel erreicht werden soll. Das Ziel des Patienten ist im Sinne eines **Fernziels** zu verstehen (► Übersicht 13.3).

#### Aufgabe selektieren

Die gewählte Aufgabe soll individuell ansprechend sein. Je motivierter der Patient ist, umso aktiver wird er während der Therapie sein und umso mehr wird er dabei erreichen können (Lernzuwachs). Deshalb ist es sinnvoll, **reale Aufgaben aus dem täglichen Leben** und Erleben des Patienten zu wählen und diese im Schwierigkeitsgrad anzupassen.

#### ► Übersicht 13.3: Zielsetzung

- **Nahziel:** selektive Komponenten (modalspezifisch), die in der Therapieeinheit erreicht werden sollen (funktionell).
- **Teilziel** (mittelfristiges Ziel): Teilaufgaben des Gesamtziels, ein bereits komplexeres Zwischenziel (funktional-funktional).
- **Fernziel:** Aktivität im Umfeld als Gesamtziel (funktional).

Der Vorteil realistischer Situationen liegt auch in der Variation. Der Input ist in künstlichen Situationen oft gleichförmig, wenig kontrastreich und letztlich wenig ansprechend.

#### ➤ Beachte

Reines Lernen über die Vorstellungsebene »so tun als ob« ist oft nicht möglich (z.B. wegen Apraxie, Neglect) – man muss etwas tatsächlich tun, um es zu »begreifen«.

Dabei spielen eine wichtige Rolle:

- Tonus und tonusbeeinflussende Faktoren,
- kognitiver Aspekt,
- Zugang zur Wahrnehmung.

»Motorisches Können ist ein Prozess der Interaktion zwischen Kognition und motorischer Kontrolle.« (C. Winstein)

#### ➤ Beachte

Der größte Lernerfolg wird erzielt, wenn der Patient knapp unterhalb der Leistungshöchstgrenze arbeitet.

Eine zu leichte Aufgabe kann langweilig sein, eine zu schwere kann Angst und Frustration bewirken, somit kein Selbstvertrauen aufzubauen und im Hinblick auf das Gesamtziel sogar kontraproduktiv wirken.

#### Behandlung beginnen

Zuerst wird der notwendige **Haltungshintergrund** erarbeitet. Bei der eigentlichen Aufgabe soll auch den Vorstellungen des Patienten Raum gegeben werden: Es gibt oft mehrere Möglichkeiten, ein Ziel zu erreichen. Der Therapeut fördert und lenkt den Patienten dabei mitunter im Sinne eines Marketing-Managers: Beste Therapie-Ergebnisse erfolgen bei gutem Eigenantrieb (»ich möchte dies oder jenes ... erreichen«) des Patienten, nicht bei Fremdantrieb (»machen Sie jetzt dies oder jenes ...«).

#### ➤ Beachte

»Motorisches Können entwickelt sich aus dem Verlangen, spezifische motorische Probleme in der Umgebung zu lösen.« (Gordon 1987).

#### Behandlung ist Interaktion

Der Therapeut gibt **gezielt Hilfestellung**, d.h. Fazilitation – was als Feedforward zu verstehen ist, und analysiert die Reaktion – das Feedback! (Regelkreis, s. 13.1.6., ► Kap. 4)

#### ➤ Beachte

Nur durch Wiederholungen der jeweiligen Komponenten bzw. Fähigkeiten in verschiedenen Variationen kann motorische Kontrolle und somit motorisches Können erreicht werden.

## Tonus

In der normalen Funktion ist der Tonus nicht immer gleich, sondern **angepasst**, höher oder niedriger, je nachdem was die Aktivität erfordert. Während z.B. in der Standbeinphase viel Tonus und Halteaktivität benötigt werden, benötigt man in der Spielbeinphase für das Durchschwingen wenig Tonus (im Bein). Wir haben eine Bandbreite des normalen Tonus. Erst wenn er nicht mehr angepasst ist, keine Anpassung mehr erfolgt, sprechen wir von **abnormaler Tonusqualität**.

- **Hypoton:** zu wenig Tonus, um eine Bewegung zu starten.
- **Hyperton (Spastizität):** zu viel Tonus, mit Widerstand gegen eine Bewegungsrichtung bei passiver Bewegung.

### Beachte

Der Tonus kann sich auch augenblicklich ändern, hier können verschiedene Faktoren, Ursachen ausschlaggebend sein.

## Tonusbeeinflussende Faktoren

Sowohl durch unser Handling als auch durch den bewussten Einsatz oder die Vermeidung bestimmter Faktoren können wir den Input in den verschiedenen Ebenen gestalten und dosieren, um die gewünschte Reaktion (Output) zu ermöglichen.

Dabei sind verschiedene Faktoren zu berücksichtigen, die die Tonusqualität zur Ausführung der neuromuskulären Aktivität zu beeinflussen und die gewünschten Bewegungen zu ermöglichen (zu locken und zu formen).

## Gewichtskraft und Unterstützungsfläche

Die bekannteste Wirkung der Massenanziehung ist die **Gewichtskraft**, die die Erde auf alle Körper ausübt. Gravitationskraft hängt ab von den Massen der sich anziehenden Körper, dem Abstand ihrer Schwerpunkte und der Gravitationskonstanten ( $f=6,673 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$ ). Die Gewichtskraft eines Körpers nimmt mit dem Quadrat des Abstands zum Erdmittelpunkt ab.

Da wir uns auf der Erdoberfläche stets in gleichem Abstand zum Erdmittelpunkt bewegen, ist die auf unseren Körper wirkende Gewichtskraft stets gleich, wir verändern nur die jeweilige **Kontaktfläche zur Erde**: Daher ist die Anforderung an den Tonus umgekehrt proportional zur jeweiligen Kontaktfläche oder Unterstützungsfläche (USTFL).

### Definition

»Unterstützungsfläche (USTFL) ist die Fläche, mit welcher man sich durch afferente Information der Umwelt in einer propriozeptiven wie auch perzeptiven Beziehung befindet.« (Lynch 1993)

## Ausgangsstellung

Die **Ausgangsstellung** (ASTE) ist die Stellung oder Haltung, von der die nachfolgende Bewegung ausgeht, startet oder weiterläuft. Das **Postural Set** bezieht sich auf die Position innerhalb der ASTE. In verschiedenen ASTEN stehen Gewichtskraft und Unterstützungsfläche in anderem Verhältnis zueinander. Liegen bietet eine große USTFL (sofern diese auch eingenommen werden kann), folglich ist die auf den Körper wirkende Kraft pro Flächeneinheit gering, und es wird wenig Tonus benötigt.

### Beachte

Je kleiner die USTFL, desto größer die pro Fläche einwirkende Kraft und umso höher sind die Anforderungen an den Tonus.

Bewegung aus der Position Liegen, z.B. Lagewechsel, bewirkt, dass die USTFL kleiner wird und die Anforderungen an den Tonus steigen (► Kap. 5).

Durch **Variation und Anpassung** der USTFL in der ASTE können wir den Einfluss der Gewichtskraft variieren und so die Anforderungen an den Tonus verändern. Jedoch ist im funktionellen Zusammenhang der sensomotorische und perzeptive Kontakt zwischen Körper und direkter Umgebung wichtiger für das Ausmaß des posturalen Tonus als nur die Größe der Unterstützungsfläche.

Die **Interaktion** mit der Gewichtskraft ermöglicht uns selektive Bewegungen.

## Das Postural Set

Das **Postural Set** kann definiert werden als die aktive und effiziente Benutzung der Tonusverhältnisse innerhalb einer Haltung, die bestimmt wird durch das normale Alignment aller Schlüsselpunkte zueinander (Tonusqualität) und in sich (Tonusquantität), um von dort aus eine selektive Bewegung mit oder gegen die Schwerkraft zu entwickeln (Urquiso 1996).

### Definition

Postural Set ist die symmetrische oder asymmetrische Position der Schlüsselpunkte zueinander und im Bezug zur Unterstützungsfläche, von welcher sich selektive Bewegung entwickelt.

Für jede Bewegung bei Lage- und/oder Richtungswechsel gilt es, beide **Parameter** zu beachten:

- Bewegung entgegen die Erdanziehung (agonistische Aktivität: **konzentrisch**),
- Bewegung mit der Erdanziehung (Loslassen agonistischer Aktivität: **exzentrisch**).

- Übersicht 13.4: Beispiele für tonusbeeinflussende Faktoren**
- **Neues und Schwieriges:** Neues ist dann schwierig, wenn man es noch nicht kann; oft wird zu viel Anstrengung eingesetzt, und der Tonus erhöht sich.
  - **Assoziationen, Aufforderungscharakter des Materials:** – Wie leicht, schwer, zerbrechlich, verformbar etc. ist der Gegenstand? **Beispiele:** Um einen hypotonen Arm oder eine Hand zum Greifen zu aktivieren bietet sich vielleicht das Umfassen eines Glases an, um daraus zu trinken. Diese klare Aufgabe kann Tonus aufbauend assoziieren: *Festhalten!* – Wenn das Glas hinfällt, zerbricht es!
  - Um bei vorhandener Greiffunktion das Zufassen besser zu dosieren (weniger fest), kann durch den Gebrauch eines Plastikbechers assoziiert werden: leicht, lässt sich zerdrücken etc.
  - **Motivation:** Ohne Wille oder Motivation ist keine Bereitschaft vorhanden, passive Behandlung hat wenig bis keinen Lernerfolg.  
Bei zu viel Wille und Anstrengung wird zu viel Tonus aufgebaut (wird in die Spastizität führen).
  - **Angst oder Stimmung:** Angst vor Schmerzen oder negativen Informationen kann den Tonus beeinflussen.
  - **Feedback:** Es muss immer ehrlich sein, ohne werten die Information. Negatives Feedback positiv formulieren, denn negative Informationen erhöhen Tonus und machen Angst, auch bei gesunden Menschen.
  - **Tonfall und Stimme:** Den Tonus senkend wirkt eher langsame, monotone Sprache; tonusaufbauend wirken eher kurze prägnante Kommandos, keine langen Sätze bilden. Nicht zu viel reden, der Patient kann sich oft nicht auf die Ausführung und die Sprache gleichzeitig konzentrieren.
  - **Geschwindigkeit und Zeit:** Angemessene Geschwindigkeit, der Muskulatur Zeit geben, sich an eine neue Länge anzupassen.
  - **Temperatur und Licht:** Kälte erhöht Tonus, z.B. beim Duschen kann man sehr schnell kalt werden, wenn der Körper nicht sofort genügend abgetrocknet wurde.

## Schlüsselpunkte

### Definition

Schlüsselpunkte sind Körperregionen, zumeist Gelenke.

Wir unterscheiden **proximale Schlüsselpunkte** wie Kopf, Schultergürtel, Becken; zentrale Schlüsselpunkte wie das

Sternum, in der Region Th6–Th8 und dem Processus xiphoides, und **distale Schlüsselpunkte**.

Sie werden als Kontrollpunkte innerhalb des Körpers gesehen, durch welche Tonusbereitschaft für Haltungs- und Bewegungstonus geändert oder angepasst werden kann. Sie finden Berücksichtigung in Befundaufnahme und Behandlung, in der Beurteilung und Fazilitation von selektiver Bewegung.

### Beispiel

Im lockeren Sitz angelehnt, stehen die Schlüsselpunkte des Rumpfes zueinander in Flexion, Sternum steht in Sagittalebene hinter dem Schultergelenk; daraus ergibt sich eine vorherrschende Tonusbereitschaft für flexorische Aktivität (d.h. körpernahes Hantieren), aber keine Bereitschaft, den Arm gegen die Schwerkraft endgradig zu heben. Diese Aktivität von Extension erfordert eine Aufrichtung des Rumpfes mit ausgewogener Position bis leichter Extension der Schultergürtel-Schlüsselpunkte (Sternum vor Schulter).

### Beachte

Änderung von Haltungstonus bedeutet, dass die Stellung der Schlüsselpunkte zueinander und im Bezug zur Unterstützungsfläche die Tonuseinstellung und Aktivitätsbereitschaft für den Beginn jeder geplanten oder folgenden Bewegung bestimmt (Bobath 1990; Massion 1992).

### Praxistipp

Ein adäquates Alignment mit angepasstem Haltungstonus ist die Voraussetzung für selektive Bewegungen. Insbesondere erfordert das Bewegen distaler Körperabschnitte (z.B. Armarktaktivität) eine mobile Stabilität (nicht Fixation) des Rumpfes mit Verankerung der Skapula auf dem Thorax, in einem angepassten Alignment.

Des Weiteren sind noch allgemeine unspezifische tonusbeeinflussende Faktoren von Bedeutung. Die einzelnen Aspekte und die Graduierung ihres Ausdruckes beeinflussen auch bei gesunden Menschen den Tonus (**Übersicht 13.4**).

### 13.1.9 Überlegungen für die Anbahnung von Armarktaktivitäten

Die Anbahnung von Armarktaktivitäten, der Einsatz der betroffenen Hand sollte so **früh wie möglich** in der Therapie gefördert werden. Die Problematik ist immer im Zusammenhang mit dem Hauptproblem zu sehen. Es gibt Aspekte, sich vordergründig mit der Hand zu befassen, (z.B. Wahrnehmung/Neglect, Handödem), die Aufmerksamkeit auf die Hand zu lenken, Arm und Hand wieder in das Körperschema zu integrieren. Die konkrete Vorstellung wird durch das Einsetzen praktischer Tätigkeiten, mit der Hand etwas tun, positiv genutzt.

### ➤ Beachte

Je mehr wir dem Patienten die Kompensation mit der nicht-betroffenen Hand erlauben, umso mehr wird die betroffene Hand vernachlässigt.

Der Patient lernt so deren **Vernachlässigung** und den Nichtgebrauch. In der Folge wird dann häufig das taubische Training durchgeführt (Handschuh oder Schiene an der nichtbetroffenen Hand tragen, um den Gebrauch der betroffenen Hand wieder zu fördern). Stattdessen ist meiner Ansicht nach die Aufgabe eines jeden Therapeuten, Armaktivitäten und den Einsatz der betroffenen Hand so früh als möglich zu erarbeiten und zu aktivieren!

**Gefaltete Hände** sind keine geeignete Maßnahme, um Armaktivitäten zu erarbeiten. Der betroffene Arm wird oft nur passiv »mitgeschleppt«, es fehlt der Anreiz; insbesondere wird die Wirkung der Gewichtskraft verschleiert. Zur Innervation von Muskelaktivität ist die Wahrnehmung der Gravitation erforderlich (vgl. das Problem Muskelatrophie bei Astronauten).

### 13.1.10 Schlusswort

Das Bobath-Konzept ist keine Methode oder Technik, sondern vielmehr variierende Interaktion; es ist in erster Linie eine Art zu beobachten, zu analysieren, zu interpretieren und zu intervenieren.

In der Therapie ist es eine Herausforderung an unser Geschick, für die gewünschte Aktivität die entsprechenden Aufgaben zu finden und diese, durch Veränderung im Schwierigkeitsgrad an die Fähigkeit des Patienten angepasst, zu facilitieren.

In der Ergotherapie bieten sich vielfältige Möglichkeiten, interessante und für den Patienten relevante Aktivitäten bzw. Tätigkeiten als therapeutisches Medium zu wählen und somit die Therapie für den Patienten ansprechend zu gestalten. Dabei sind die Aufgaben im Schwierigkeitsgrad so zu gestalten, dass der Patient vorhandene Fähigkeiten nutzen kann und gleichzeitig neue Komponenten einfließen.

### ➤ Beachte

»Solange Sie Ihren Patienten nicht in der Art und Weise stimulieren oder aktivieren, in der neue Aktivitäten möglich sind, haben sie überhaupt nichts getan!« (Bobath 1965)

## 13.2 Das Affolter-Modell: Gespürte Interaktion zwischen Person und Umwelt

Reinhard Ott-Schindele

Das Affolter-Modell wurde von Frau Dr. Félicie Affolter begründet und sukzessiv weiterentwickelt.

Es hat sich aus einer mehr als dreißigjährigen klinischen Forschungsarbeit von Frau Dr. Affolter, Herrn Dr. Bischofberger und der Arbeit eines multidisziplinären Teams entwickelt.

Das Modell ist in der Arbeit mit Kindern entstanden und wurde auf die Arbeit mit Erwachsenen übertragen und weiterentwickelt. Wichtige Erkenntnisse konnten aus der Beobachtung der Entwicklung von gesunden Kindern gewonnen werden.

### 13.2.1 Entwicklung des gesunden Kindes

Neugeborene verfügen von Geburt an über motorische Fähigkeiten, die sich zunächst noch in reflexhaften Bewegungen zeigen. »Es fällt dabei auf, dass diese Tätigkeiten von den ersten Anfängen ihres primitiven Funktionierens sowohl für sich allein als auch in Beziehung zueinander zu einer Systematisierung neigen, die ihren Automatismus bei weitem überschreitet.« (Piaget 1996, S. 34)

In der Manifestation dieser Verhaltensweisen wird eine Organisation erworben. Die Bewegungen entwickeln sich in der Auseinandersetzung mit der Umwelt zu gewollten, zielgerichteten, und komplex koordinierten Bewegungssabläufen. Wie geschieht dies?

### Beispiel

**Körper – Umwelt.** »Durch Berührung der Umwelt erhält das Kind mannigfaltige Information über die Existenz seines Körpers und dessen Gliedmaßen – in Unterscheidung zur Existenz der Welt um es herum.« (Affolter 2001) Berührt das Kind die Umwelt (z.B. eine Flasche), verändert sich das Kind (z.B. es hat die Finger um die Flasche gelegt), aber auch die Umwelt (z.B. die Flasche wird warm) verändert sich. Es passiert etwas **zwischen** dem Kind (Person) und der Umwelt. Dies wird als **gespürte Interaktion** bezeichnet. Das Kind erfährt durch solche Interaktionen **Widerstandsveränderungen** zwischen seinem Körper, der Unterlage und der Seite. Es erlebt dabei Gesetzmäßigkeiten, die zum Erwerb gewisser Regeln führen. Das Kind lernt im Laufe der Zeit, seine Bewegungserfahrungen zu ordnen und in veränderten Situationen Erwartungen aufzustellen. In der ständigen Auseinandersetzung des Kindes mit seiner Umwelt (Interaktionen) erfährt das Kind langsam die Gestalt seines eigenen Körpers und die Gestalt der Umwelt (Affolter 2001).

Das Kind erfährt durch Bewegungen des eigenen Körpers auf der Unterlage bzw. wenn eine Wand vorhanden ist, auch die Berührungen der Seite, wo es sich in Bezug zur Umwelt befindet. Darüber hinaus erfährt es seinen Körper in Abgrenzung zur Umwelt und Gegenstände in Beziehung zueinander innerhalb von Geschehen.

#### Beachte

**Das Spüren wird als Wurzel der Entwicklung und des Lernens gesehen.**

Das Anschauen von gesunden Kindern in ihrer Entwicklung ist eine sehr nützliche Möglichkeit, Anhaltspunkte zu bekommen, welche Fähigkeiten und Leistungen zu welchem Zeitpunkt oder in welcher Reihenfolge »entdeckt« werden.

#### Beispiel

Das Kind berührt eine Rassel. Es geschieht zunächst eher zufällig. Das Kind zieht seine Hand zurück. Der neue Reiz ist unvertraut. ... Immer wieder berührt das Kind diese Rassel. ... Das Zurückweichen findet nicht mehr statt. Der »neue« Reiz ist vertrauter geworden. ... Das Kind verweilt nun bei der Berührung. Der Gegenstand wird auf der Unterlage (mal auf dem Fußboden, dem Bett, der Hand der Mutter ...) bewegt. ... Das Kind entdeckt, dass die Rassel von der Unterlage getrennt werden kann. Es kommt auch hier eher zufällig, in seinem unermüdlichen Suchen nach Neuem, zum Umfassen. ... Über vielfältiges Berühren und Umfassen, zunächst mit einer, dann aber auch mit beiden Händen wird das Loslassen entdeckt. Manchmal geschieht dies, weil das Kind mit dem Objekt an der Umwelt anstößt und dabei der Gegenstand aus der Hand gleitet. Manchmal braucht das Kind aber auch seine ganze Aufmerksamkeit für die eine Hand, die nach einem gesehenen Gegenstand greift und verliert dann den festgehaltenen Gegenstand der anderen Hand. ...

Aus diesem Beispiel ergibt sich eine aufsteigende Komplexität innerhalb einer zwingenden **Reihenfolge der Entwicklung**. Um Loslassen zu können, muss vorher die Fähigkeit des Berührens und des Umfassens vorhanden sein.

In den im Beispiel beschriebenen Interaktionen entdeckt das Kind, dass es mit seinem Tun Wirkungen erzielt. Diese Wirkungen resultieren daraus, dass das Kind sich bewegt – die Umwelt berührt – und Veränderungen schafft. Dies wird als Ursache bezeichnet.

#### Beachte

**»Wirken besteht aus Ursache und Wirkung.« (Affolter 2001, S. 52)**

Bei all den spannenden Veränderungen bezüglich des Geschehens muss das Kind jederzeit wissen, wo es sich mit seinem Körper in Bezug zur Unterlage oder zu einer Seite befindet. Dies erfordert ein sich Ausrichten können auf die je-

weilige **Quelle des Reizes**. Die Quelle ist ein Ort, der zwischen der Person und der Umwelt liegt.

#### Beispiel

Liegt ein Kind auf dem Rücken, so sind die Quellen der Information bezüglich der Position zwischen dem Gesäß, Rumpf, Hinterkopf, ggf. Extremitäten **und** der Unterlage. Die Informationsquellen können im Laufe der normalen Entwicklung immer mehr differenziert werden. Es entdeckt z.B., dass das Gesäß und der Rumpf nicht aus einem »Block« bestehen, sondern auch gegeneinander bewegt werden können. Bei den Informationsquellen gibt es Quellen, die zwingend bzw. unerlässlich sind, andere da gegen nicht unbedingt notwendig, also erlässlich wären.

In unserem Beispiel ist es für das Liegen zwingend notwendig, die Quelle zwischen Gesäß, Rumpf und Unterlage zu haben. Die Arme und Beine können durchaus von der Unterlage weggenommen werden, und trotzdem spürt das Kind noch, dass es liegt. Die Quelle zwischen Armen, Beinen und der Unterlage wären erlässliche Quellen.

Wie wichtig die Quellen bezüglich der Position sind, lässt sich sehr gut in Selbstbeobachtungen bzw. Selbsterfahrungen, in Labors erfahren.

**Labors** sind definierte Aufgaben in definierten Situationen. Die Situation und Aufgabenstellung erzeugen für den Teilnehmer Stress. In Stresssituation können unsere (von uns Gesunden) Leistungen zerfallen. Die Verhaltensauffälligkeiten in diesen Situationen ähneln oft auch den pathologischen Erscheinungsformen und Verhaltensauffälligkeiten beim Patienten.

#### Beispiel

Der Teilnehmer erhält die Aufgabe, kniend auf einem Gymnastikball eine Flasche zu öffnen und sich etwas einzugießen.

In den meisten Fällen verläuft diese Übung so, dass die Teilnehmer entweder vom Ball absteigen müssen, oder die Aufgabe: »Flasche öffnen« nicht erfüllen können oder sie die Aufgabe unvollständig ausführen (verschütten) etc. Manchmal äußern die Teilnehmer, dass sie sich nicht mehr auf das Geschehen »Flasche öffnen« ausrichten konnten, sondern sie so sehr mit ihrem Gleichgewicht (Position) zu kämpfen hatten. Alle hatten einen deutlichen unspezifischen Tonansatz.

Die Leistungen zerfallen in all diesen Beispielen. Es zerfallen zuerst die komplexen Leistungen und dann die einfacheren. Dies geschieht in der umgekehrten Reihenfolge ihrer Entwicklung (Affolter u. Bischofsberger 1993).

### 13.2.2 Organisation der Suche nach Spürinformation

Die **Suche nach Spürinformationen** muss vom Gehirn **organisiert** werden. Das Gehirn muss sich auf die Informationsquellen zur Position: Wo bin ich, wo ist die Umwelt, und auf die Informationsquellen zum Geschehen ausrichten. Wie schwierig und komplex sich das gestaltet, wurde im obigen Beispiel »Gymnastikball« beschrieben. Hier war es nicht möglich, sich auf die Informationsquellen bezüglich der Position **und** dem Geschehen auszurichten. Die Umwelt war nicht stabil und veränderte sich in jedem Moment. Die Körperspannung stieg. Für das Gehirn interpretieren wir hier ein absolutes Chaos.

#### Beachte

**Organisation und Chaos stehen im Widerspruch zueinander.**

#### Beispiel

Während wir diese Zeilen lesen, sitzen wir z.B. auf einem Stuhl. Der Stuhl steht auf einem stabilen Untergrund. Vor uns auf einem Tisch liegt das Buch. Mit kleinen Bewegungen unseres Gesäßes auf der Stuhlfäche schaffen wir kleine Widerstandsveränderungen. Wir richten unseren Oberkörper etwas auf, unsere Körperspannung verändert sich etwas. Wir sitzen. Es ist stabil. Die Hand des Lesers berührt die Seite, umfasst sie und blättert um. Die Seite wird nun losgelassen. Wir lesen weiter. Immer wieder führen wir kleine Bewegungen mit unserem Gesäß auf der Stuhlfäche durch. Wir berühren mit dem Rücken die Stuhllehne (Seite). Unser Muskeltonus verändert sich wieder etwas.

In diesem Beispiel ist der Ablauf harmonisch. Es findet ein Ausrichten auf die Quelle zur Position statt und führt zu kleinen Veränderungen in unserem Tonus.

Die gespürten Informationen der stabilen Unterlage geben uns das Gefühl der **Sicherheit**. Das Spüren der Rückenlehne schafft zusätzlich **Geborgenheit**. In dieser Situation oder Umgebung gelingt es uns, uns nun auf das Geschehen auszurichten und die Seite umzublättern. Immer wieder richten wir uns wieder auf die gespürte Informationsquelle zur Position, zum Sitzen aus. Wenn es notwendig ist, erspüren wir das Papier, die Seite des Buches, trennen sie von den anderen Seiten und blättern um. Teilweise müssen wir immer wieder Widerstandsveränderungen herbeiführen, bis wir die einzelne Seite spüren (Exploration).

Wir sprechen hier von einem **Wechsel der Informationsquellen** bezüglich Position und Geschehnis. »Ein solcher Wechsel von Informationsquellen und gleichzeitiger Tonusveränderung in der Interaktion mit der Umwelt zeigt eine Art von Organisation der Suche nach Spürinformation.« (Affolter u. Bischofsberger 1993, S. 26)

Tonusveränderungen beim Einbeziehen von beiden Körperhälften, beiden Seiten in das Geschehen, geben uns

einen Anhaltspunkt, dass auch beide Gehirnhälften untereinander in Verbindung stehen. Kommt der Blick zum beührten Gegenstand hinzu werden bereits **Sinnesmodalitäten miteinander verknüpft**. Solche Verhaltensbeobachtungen lassen die Interpretation zu, dass das vorher beschriebene Chaos weniger geworden ist. Es scheint organisierter, geordneter zu sein. Da es nicht möglich ist, diese Vorgänge direkt im Gehirn beobachten zu können, sind wir in der Arbeit mit Patienten auf klinische Verhaltensbeobachtungen angewiesen.

### 13.2.3 Verhaltensweisen und -auffälligkeiten bei Patienten

Patienten zeigen unterschiedlichste Verhaltensweisen bzw. Auffälligkeiten in ihrem Alltag.

#### Beispiele:

- Der Muskeltonus kann an die Anforderungen der jeweiligen Situation nicht angepasst werden.
- Eine Körperseite wird vernachlässigt.
- Dyssexekutives Syndrom (Patient kommt nicht zur Ausführung).
- Handlungen können nicht begonnen, fortgeführt oder beendet werden.
- Planungsschwierigkeiten treten auf.
- Unwesentliche Impulse können nicht von wesentlichen unterschieden werden.
- Agitiertheit (Getriebensein, sensomotorische Unruhe etc.).
- Verbale bzw. nonverbale Perseverationen.
- Affektschwankungen/-labilität.
- Verlangsamtes Agieren.
- Leistungs- und Ausführungsschwankungen.
- Sprachprobleme, -schwierigkeiten.
- Vigilanzschwankungen (Aufmerksamkeit).
- Kommunikationsprobleme (Habermann u. Kolster 2002).

Diese Verhaltensweisen und Auffälligkeiten im Verhalten innerhalb der Problemstellungen des Alltages, gelten als **Ausdruck von Wahrnehmungsstörungen**. Die meisten Patienten können diese Zustände bzw. Verhaltensweisen nicht ohne Unterstützung verändern oder anpassen. Es ist notwendig, therapeutische Unterstützung zu geben. Die Patienten werden in ihrem individuellen Alltag geführt.

### 13.2.4 Was bedeutet »Führen«?

#### Definition

Führen heißt, dem Patienten zu helfen gespürte Informationen aufzunehmen, die er alleine nicht erhalten könnte.

In Interaktionen zwischen der Person und der Umwelt, ist es wichtig zu erspüren, »**WAS**« verändert sich in welcher Art und Weise durch mein Tun (Ursache/Wirkung). Dabei muss ich in jedem Moment wissen, »**WO**« ich mich in Bezug zur Unterlage und ggf. zu einer stabilen Seite (z.B. Wand, Rückenlehne, Tischkante) befinde (Affolter u. Bischofsberger 2000).

Eingebettet in zielgerichtete **sinnvolle Geschehnisse des Alltages** berühren die Patienten Gegenstände. Sie umfassen sie und lassen sie wieder los. Manchmal müssen Gegenstände an einen anderen Ort gebracht, oder von einem Ort geholt werden. Wir sprechen hier von Interaktionen zwischen der Person und der Umwelt, im Gegensatz zu Aktionen (wie z.B. Armstrecken – Armbeugen).

#### Beachte

Die Suche nach Information wird zu einem wichtigen Ziel der Behandlung. Um hier mit dem Patienten Verbesserungen zu erzielen, führen wir die Patienten im Alltag.

Je nach Schweregrad der Betroffenheit des Patienten gibt es unterschiedliche Möglichkeiten und Notwendigkeiten, therapeutisch zu intervenieren.

Der Patient in seiner momentanen Verfassung steht im Mittelpunkt. Er soll dort abgeholt werden, wo er sich gerade befindet. Was bedeutet dies?

#### Beispiel

Herr K.N. mit Zustand nach SHT liegt in seinem Bett. Alle Extremitäten sind in Bewegung. Der ganze Körper bewegt sich ständig. Es gibt überhaupt keine Ruhephase. Die Atmung ist flach und schnell. Der Puls ist bei 180/min. Der Patient ist schweißgebadet. Das Gesicht des Patient ist verzerrt.

Es drängt sich die Interpretation einer panischen Atmosphäre auf. Es sind keine Verhaltensanpassungen (z.B. Tonusreduzierung – Ablegen der Extremitäten auf der Unterlage) zu beobachten, die als Veränderung in Richtung Normalität interpretiert werden könnten. Obwohl dieser Patient mit seinem Gesäß, dem Rücken, dem Kopf und immer wieder mit den Extremitäten mit der Unterlage in Berührung kommt bzw. ist, hat es den Anschein, dass es für den Patienten nicht möglich ist, sich auf diese Quellen auszurichten und andere unwichtige Quellen auszublenden. Seine Suche nach den für ihn wichtigen Informationen ist defizitär. Dies hat zur Folge, dass für ihn ein großes Chaos in seinem »Gehirn« vorherrscht.

Der Ergotherapeut versucht, innerhalb des Alltages des Patienten, dem Patienten zu mehr deutlich gespürter Interaktion zu verhelfen.

## Gestaltung der Umwelt

Die Umwelt ist so zu gestalten, dass der Patient die Möglichkeit bekommt, die Umwelt überhaupt berühren zu können. Die Umwelt muss **stabil** sein, sodass der Patient beim Berühren **deutlichen (maximalen) Widerstand** spüren kann. Dabei soll die Umwelt **möglichst natürlich** sein, d.h., sie soll dem Geschehen entsprechen, und vorhandene Einrichtungsgegenstände sollen bestmöglich einbezogen werden.

#### Beispiel

In diesem Beispiel wurde neben der Unterlage (Matratze) auch die Seite eingesetzt (z.B. die Wand).

## Auswahl des Geschehens

Zur Auswahl des Geschehens ist es notwendig zu wissen, wie der **Tagesablauf** des Patienten ist. Innerhalb dieses Tagesablaufes wird z.B. das Waschen als sinnvolles Geschehen ausgewählt. Ob es für den Patienten sinnvoll ist, hängt unter anderem davon ab, ob damit sein Bedürfnis befriedigt werden kann bzw. ob das Geschehen **notwendig** ist. Das Geschehen innerhalb der therapeutischen Intervention, sollte die Problemsituationen beinhalten, die vom Patienten nicht eigenständig zu lösen sind.

Natürlich ist auch der **Zeitpunkt** von Bedeutung, zu der die Maßnahme stattfinden soll. Für den Therapeuten ist es darüber hinaus wichtig, sich über die **Struktur des Geschehens** im Klaren zu sein. Der Ablauf muss verinnerlicht sein. Es sind verschiedene **Vorüberlegungen** anzustellen (☞ Übersicht 13.5).

#### Beispiel

Es sind keine weiteren Personen im Raum. Der Oberkörper des Patienten soll gewaschen und abgetrocknet werden. Der Therapeut beginnt das Geschehen, indem er dem Patienten z.B. eine Duschgelflasche in die Hand gibt und zusammen mit dem Patienten den Deckel der Flasche öffnet.

Hier geschieht die erste **topologische Veränderung** zwischen der Duschgelflasche und dem Deckel bezüglich des Geschehens. Topologische Beziehungen sind räumliche Beziehungen. Wenn es um topologische Veränderungen bezüglich des Geschehens geht, so ist die Beziehung der Gegenstände zueinander gemeint. Im Beispiel wird der Deckel **getrennt** von der Duschgelflasche – vorher war der Deckel **zusammen** mit der Duschgelflasche. Die topologische Veränderung getrennt/zusammen ist die einfachste Stufe der Veränderungen von topologischen Beziehungen.

#### Beispiel

Der Therapeut versucht, zusammen mit dem Patienten diese Veränderung zu explorieren und wahrzunehmen, indem er nach taktilen Informationen sucht. Im auffälligen Verhalten des Patient tritt ein kleine Veränderung ein – er wird etwas ruhiger.

### ■ Übersicht 13.5: Vorüberlegungen für das Führen in Alltagsgeschehnissen

- Welches Geschehen wähle ich aus?
  - Wo ist der Patient gerade (räumlich)?
  - Was kann der Patient?
  - An welcher Stelle im Tagesablauf befindet sich der Patient (inhaltlich)?
- Wie komplex wähle ich das Geschehen?
  - Besteht das Geschehen nur aus einem Handlungsziel mit wenigen Schritten, oder ist dieses Ziel ein kleiner Teil eines größeren Geschehens?
  - Beinhaltet das Geschehen Reihenfolgen?
  - Sind die Reihenfolgen zwingend (z.B. zuerst waschen dann abtrocknen)?
  - Sind andere Personen anwesend und sind die wichtig innerhalb des Geschehens?
- Wie beginne ich das Geschehen (Einstieg)?
  - Reichen dem Patienten visuelle oder auditive Informationen, um eine Hypothese bezüglich des Geschehens aufzustellen?
  - Braucht der Patient einen Gegenstand in Berührung, um eine Hypothese bezüglich des Geschehens aufstellen zu können?
  - Braucht der Patient zwei Gegenstände in Berührung, um eine Hypothese bezüglich des Geschehens aufstellen zu können?
  - Oder braucht der Patient gar die erste topologische Veränderung zwischen den Gegenständen, die zum Geschehen gehören, um mit Verständnis dabei zu sein und eine Hypothese bezüglich des Geschehens aufstellen zu können?

Ich interpretiere diese **Verhaltensänderung** als ein erstes Zeichen von Verständnis bei dem Patienten.

Nachdem es zur Exploration der Veränderung bezüglich des Geschehens (Was ist die Ursache und was bewirkt es) gekommen ist, ist es nun wichtig, mit dem Patienten Information bezüglich der eigenen Position in Beziehung zur Umwelt zur suchen.

Mit kleinen Bewegungen versucht der Therapeut das Gesäß des Patienten in **Bezug zur Unterlage** zu erspüren. Währenddessen versucht der Therapeut den Patienten auch mit der Wand (der stabilen Seite) in Berührung zu bringen, sodass der Patient nun die Möglichkeit hat, auch die Wand zu spüren.

Gelingt es, dies mit dem Patient zu erspüren, können kleine Veränderungen im Verhalten des Patienten beobachtet werden (z.B. der Tonus wird etwas weniger, der Patient hält für einen Moment inne, die Atmung wird etwas tiefer, etc.).

Wiederholen sich diese kurzfristigen Verbesserungen im Verlauf der therapeutischen Interventionen, kann die Interpretation getroffen werden, dass es hier zu einer Ausrichtung auf die Informationsquelle zwischen Gesäß, Rumpf und Unterlage, Wand gekommen ist. Eine Ausrichtung auf diese Quelle zur Position kann als ein Schritt zur Reduzierung des Chaos und zu mehr Organisation bewertet werden (Nielsen 2001).

Die oben beschriebene Form der therapeutischen Intervention wird als **pflegerisches Führen** bezeichnet. Führen im Geschehen schließt nicht nur die Hände ein, sondern den ganzen Körper.

Die Hand des Therapeuten führt den Körper des Patienten. Einer Aktion auf der einen Seite, dem Explorieren und Erspüren der Veränderungen bezüglich des Geschehens, folgt die Suche der Information in Bezug zur Position. Dazu wird das Gesäß in kleinen Schritten auf der Unterlage bewegt und an der Seite verändert. Anschließend wird auf der anderen Seite eine topologische Veränderung bezüglich des Geschehens geführt und exploriert. **Gemeinsam** mit dem Patienten werden taktile Informationen gesucht. Es bedeutet für den Patienten, dass er **aktiv** sein muss. Er muss die Widerstandsveränderungen eines Geschehens verfolgen. Er muss dem Geschehen zugewandt sein und daran teilhaben.

Zunächst ist er noch nicht imstande, etwas auszuführen (z.B. die Duschgelsflasche zu nehmen und zu öffnen).

#### ➤ Beachte

**Verständnis ist eine Voraussetzung für das Lernen.** Etwas, das nicht verstanden wird, wird auch nicht gespeichert werden können und somit nicht daraus gelernt werden können.

Führe ich einen Patienten in einem **problemlösenden Geschehnis**, spüre ich, ob er mit »dabei« ist, Anteil nimmt. Wir interpretieren, dass der Patient mit Verständnis folgt, wenn es gelingt, dass er genau wie der Therapeut im selben Ablauf Spannung aufbauen kann bzw. reduzieren kann, je nach Erfordernis des jeweiligen Augenblicks. Verständnis kommt vor der Ausführung.

#### ➤ Beachte

**Die therapeutische Intervention im Affolter-Modell richtet sich auf den Verständnisstand des Patienten aus (Affolter 2001).**

Die Informationen bezüglich der Position: »Wo bin ich – Wo ist meine Umwelt«, sind von grundlegender Bedeutung. Im oben beschriebenen Beispiel des Patienten K.N. gelang es über viele gespürte Interaktionen in liegender Position, Veränderungen im Bewegungsverhalten (er wurde ruhiger) zu erzielen.

### Beispiel

Dem Patienten wurde, pflegerisch geführt, das T-Shirt angezogen. Dabei wurde er entlang der Unterlage bewegt und entlang der Seite und Wand gedreht. Die Informationssuchen brachten im Laufe der Zeit Tonusanpassungen in Richtung Normotonus und ein Ruhigerwerden.

Dem Patient wurde, pflegerisch geführt, die Windel gewechselt. Dabei wurde entlang der Unterlage gerutscht. Im Laufe der Zeit konnten selektive Bewegungen von Rumpf und Gesäß auf der Unterlage erreicht werden. Auch hier kam es zu Tonusanpassungen in Richtung Normotonus.

Zeigen Patienten deutliche und reproduzierbare Anpassungen des Tonus in der aktuellen **Ausgangsposition**, kann versucht werden die nächsthöhere zu erarbeiten. Die nächste Stufe nach dem Liegen ist, vom **Liegen zum Sitzen** zu kommen und den Rumpf über dem Gesäß gegen die Schwerkraft aufzurichten. Danach folgt das **Stehen**. Hier gilt es, durch die Beine und Füße wie mit einem Stab (Gibson 1962) die Verbindung zwischen dem Becken und dem Fußboden wahrzunehmen und auch hier den Rumpf gegen die Schwerkraft über dem Gesäß und Becken aufzurichten.

Dann erst folgt das **Gehen**. Auch beim Gehen muss sich der Rumpf über dem Gesäß und Becken aufrichten. Dabei werden die Beine wechselseitig als Standbein bzw. Spielbein eingesetzt. Soll ein Schritt mit dem rechten Bein erfolgen, muss **vorher** der Körperschwerpunkt über dem Gesäß und Becken mittels des Stabes des linken Beines in Bezug zur Unterlage ausgerichtet werden. Nur wenn es gelingt, die Quelle zwischen dem Becken und der Unterlage über den Stab des Beines zu vermitteln, kommt es auch tatsächlich zur sog. »Standbeinphase«.

Ist es nicht möglich diese Anpassungen in der entsprechenden Stufe zu erhalten, muss auf den niedrigeren Stufen gearbeitet werden.

### 13.2.5 Ich wirke im Alltag

Das Leben in der Wirklichkeit stellt mannigfaltige Anforderungen an uns.

### Beispiel

Nach dem Aufstehen in der Früh gehen wir ins Bad und verrichten dort unsere Morgentoilette. Wir waschen uns, ziehen uns an – anschließend bereiten wir das Frühstück vor, frühstücken, gehen erneut ins Bad zum Zähneputzen. ... Während des Zähneputzens stellen wir fest, dass die Mundwasserflasche leer ist. Wir öffnen den Spiegelschrank – kein neues Mundwasser da. Wir schauen im Badschrank nach und finden dort eine neue Flasche. Beim Herausnehmen stoßen wir an die Puderdose. Sie fällt zu Boden und überall im Bad ist der Puder verstreut. Wir gehen in die Kammer und holen Besen und Schaufel und kehren den verstreuten

Puder auf. ... Anschließend öffnen wir die Mundwasserflasche, geben ein paar Tropfen in ein Glas und spülen den Mund aus.

Die Aufgaben im Beispiel sind sehr komplex. Das Geschehen beinhaltet unterschiedliche Schritte, eine Vielzahl von Handlungszielen, verschiedene Orte, Reihenfolgen, Umwege, kleine separate Geschehnisse und vieles mehr. Im Beispiel ist es gelungen, das Geschehnis Zähneputzen erfolgreich zu bestreiten. Dieses Beispiel soll stellvertretend für die Mannigfaltigkeit und Komplexität des Alltages stehen. Dieser Alltag kann in der Arbeit mit dem Patienten genutzt werden, um seine Organisation im Gehirn zu verbessern.

### 13.2.6 Wie kommt der Patient zur Ausführung

»Es wird versucht mit dem Patienten auf der Stufe des Verständnisses zu arbeiten. Gelingt uns dies, dann rufen wir ein Muster der Aufmerksamkeit hervor. Dies ist eine Voraussetzung für Lernen.« (Affolter 1987 in Nielsen 2001, S. 39)

In der therapeutischen Intervention geht es zunächst darum, das Verständnis des Patienten zu erweitern. Natürlich soll das Verständnis auch zu Verbesserungen der Ausführung führen. Dies ist jedoch ein mittel- oder sogar langfristiger Prozess.

### Beispiel

Der Therapeut kommt in der Früh zum Patienten ans Bett. Er begrüßt ihn und sagt ihm, er wolle nun mit ihm zum Waschbecken zum Waschen. Zum Einstieg gibt der Therapeut dem Patienten z.B. eine Flasche Duschgel in die Hand. Er exploriert mit der Hand des Patienten das Duschgel und versucht es zusammen mit dem Patienten zu öffnen. Der Patient kann etwas seinen Tonus in der geführten Hand reduzieren, ohne bereits die Aktion maßgeblich selbst zu gestalten. Er ist mit dabei und verfolgt, was mit ihm geschieht.

### ➤ Beachte

»Eine Verhaltensänderung, welche uns erlaubt, auf Lernen zu schließen, ist die Erwartung (Anticipation).« (Affolter 1987 in Nielsen 2001, S. 39)

### Beispiel

Der Patient sitzt auf der Bettkante. Der Therapeut führt den rechten Fuß des Patienten in den rechten Schuh. Er exploriert zusammen mit dem Patienten diese Veränderung. Der Patient blickt zum rechten Fuß. Der Therapeut nimmt nun den linken Schuh in seine Hand. Daraufhin blickt der Patient zu seinem linken Fuß – und lächelt.

»Erwartung ist mehr als Verständnis. Verständnis ist eine Voraussetzung für die Erwartung. Dies verlangt jedoch eine

Verarbeitung des Aufgenommenen und eine gewisse Speicherung.« (Affolter u. Bischofsberger 2000)

Der Alltag kann nun etwas komplexer gestaltet werden. Auch jetzt werden die Patienten in Alltagsgeschehnissen geführt. Die Hand des Therapeuten führt nun die Hand des Patienten. Dabei sind die **Fingerspitzen des Therapeuten auf den Fingerspitzen des Patienten**. Einer Aktion auf der rechten Seite und der Exploration der Veränderungen folgt das Erspüren der Quelle zur Position (Wo bin ich – Wo ist die Umwelt). Dann findet eine nächste Aktion mit der linken Hand statt. Auch hier sind die Fingerspitzen des Therapeuten auf den Fingerspitzen des Patienten. Anschließend folgt erneut das Erspüren der Quelle zur Position. Dieser Ablauf wiederholt sich. Diese Form des Führens nennt man **einfaches Führen**.

**Übernimmt der Patient** einen Schritt des Geschehens und führt ihn weiter, hört der Therapeut auf zu führen. Er versucht dann den Patienten bei der Informationssuche bezüglich der Position zu unterstützen. Entsteht ein Problem innerhalb des Ablaufes des Geschehens, hilft der Therapeut wieder führend weiter.

Es können auch Situationen gewählt werden, die den Patienten **unvertraut** sind. Hier können sie Probleme lösen, die sie in vertrauten Situationen wahrscheinlich hätten bewältigen können.

Das Ziel der therapeutischen Intervention liegt darin, zusammen mit dem Patienten, **direkt in seinem Alltag**, ein Problem-Löse-Verhalten aufzubauen. Dies ist nur im Alltag möglich!

#### Beachte

Der Alltag dient dabei als Medium und stellt die Wirklichkeit dar, um diese Ziele zu erreichen.

Das direkte Arbeiten im Alltag, kümmert sich darüber hinaus natürlich auch um die Befriedigung von primären Bedürfnissen der Patienten (wie z.B. Schmerzfreiheit, Sauberkeit, Ernährung, Toilettenmanagement etc.).

Der Alltag mit all seinen vielschichtigen Anforderungen bietet den idealen Rahmen zur therapeutischen Intervention – aber natürlich auch um Erfahrungen in immer wieder veränderten Situationen zu festigen und Sicherheit in der Ausführung zu erlangen.

**Veränderte Situationen** können den Patienten Problemsituationen – und damit auch Lernsituationen – ermöglichen. Während sich in der normalen Entwicklung das Kind mit Begeisterung diesen Herausforderungen stellt und nach Lösungen sucht, geraten wahrnehmungsgestörte Menschen hier sehr leicht an ihre Grenzen bzw. überschreiten sie.

Beobachtet man Patienten in ihrer spontanen Ausführung, die an ihre **Grenzen** stoßen oder sie überschreiten, treten oftmals folgende Faktoren auf:

- Sie agieren übertrieben hektisch.

- Sie führen gar nicht aus.
- Sie sprechen viel.
- Sie bauen Spannung auf.
- Sie schreien, beißen, kratzen, schlagen, lachen.
- Sie werden wütend.
- Sie ziehen sich zurück.
- Sie weichen aus.
- Sie verlassen die Situation.

Es kann durchaus sein, dass der Patient durch den Zerfall seiner Leistung, dem Versagen in der Situation, Frustration entwickelt.

Dieses **Versagen** ist in unserer Deutung durch den **Man-gel an Spürinformation** bedingt. Deshalb sollte der Therapeut beim Eintreten einer solchen Situation führend eingreifen.

»Es ist wichtig, die Schwierigkeiten, die innerhalb geführter ‚Problemlösender Alltagsgeschehnisse‘ auftreten, zu begrüßen. Uneschicktheiten beim Führen sind nicht zu vermeiden. Man soll nicht erschrecken, wenn ein Missgeschick passiert ... All dies sind prächtige Gelegenheiten, mit dem Geführten das Unerwartete anzugehen, die Schwierigkeiten mit ihm zu meistern. Wie viele Berührungen und Bewegungen, wie viele Widerstandsveränderungen ergeben sich, bis die jeweilige Schwierigkeit beseitigt ist. Und welch ein Erlebnis, dies zu erreichen.« (Affolter 2001, S. 260)

Es kommt dabei auf den Weg: »das Lösen des Problems«, an und nicht auf das Produkt.

#### Beispiel

Herr M. soll seine Zwischenmahlzeit – eine Banane – zu sich nehmen. Er sitzt auf einem Stuhl am Tisch. Der Therapeut führt den Patienten, eine Banane vom Bund abzubrechen, und will sie anschließend schälen. Beim Wegreißen vom Bund fällt die Banane auf den Boden. Der Therapeut nutzt die Gelegenheit, einen Positionswechsel mit einzubauen. Er versucht den Patienten vom Sitzen auf dem Stuhl, auf den Boden zu bringen. Der Therapeut erspürt mit dem Patienten die Veränderungen, die sich in den einzelnen Schritten des Ablaufes ergeben. ... Immer wieder gibt er dem Patient die Information über seine Position in Bezug zur Unterlage und zur Seite (z. B. Stuhl, Tisch). ... Auf dem Boden angekommen, wird der Patient mit seiner linken Hand zur Banane geführt und die Banane vom Boden weggenommen. Nach der Informationssuche zum Geschehen und der Informationssuche zur Position, wird nun die rechte Hand des Patienten auf den Stuhl geführt und versucht die Stuhlfäche zu erspüren. ... In kleinen Schritten wird der Patient zurück zum Sitzen auf den Stuhl geführt. ... Sitzt der Patient dann wieder auf dem Stuhl am Tisch, wird mit ihm die Banane geschält ... und anschließend gegessen.

Der Patient ist jederzeit in diesem Geschehen mit einbezogen. Es finden sehr viele Wechsel von der einen zur anderen Seite und vom Geschehen zur Position statt. Mehr als auf dem »direkten« Weg entstanden wären. Vielleicht gelang es dem Patienten hier sogar, die **Hypothese** bezüglich des Geschehens (Ich soll eine Banane schälen) aufzustellen. Als die Banane runterfiel, kam es möglicherweise zur **Bewertung der Hypothese** (... diese Banane ist nicht wichtig).

Der Therapeut versucht gemeinsam mit dem Patienten das Problem zu lösen. Hätte er einfach die Banane aufgehoben, hätte er dem Patienten wertvolle Spürerfahrung vorhalten. Mit dem Erspüren der Banane auf dem Boden und dem Wegnehmen der Banane vom Boden, kam es möglicherweise zu einer neuen Hypothese – diese Banane werde ich essen.

Das Erstellen von Hypothesen, die Bewertung der Hypothesen, das Verwerfen von Hypothesen und Erstellen von neuen Hypothesen, findet ständig in unserem Alltag statt. Diese Fähigkeit ist uns nicht einfach in die Wiege gelegt, sondern entwickelt sich im Laufe der Zeit in vielen Interaktion im Alltag.

#### ➤ Beachte

**Ein verbales Vorgeben des Problems und dessen Lösung nimmt dem Patient die Möglichkeit zu lernen.**

Patienten mit Wahrnehmungsstörungen erfahren oftmals eine Vielzahl von einwirkenden Reizen (Input). Es entsteht Chaos im Gehirn.

Es gilt, durch geführte Interaktionen im Alltag den Patienten zu helfen, dieses Chaos zu reduzieren. Der Patient soll lernen Informationsquellen zu organisieren, wie etwas Unvertrautes vertraut wird – er soll lernen zu unterscheiden, was nun wichtig ist und was unwichtig ist, um irgendwann eine größere Selbstständigkeit in seinem Alltag zu erleben und eine gesteigerte Lebensqualität zu erfahren.

### 13.3 Kognitiv therapeutische Übungen nach Perfetti

*Hans Harry*

#### 13.3.1 Probleme ergotherapeutischer Befundaufnahme

Um Pathologische Veränderungen behandeln zu können, muss zuerst gemessen werden, welche Beeinträchtigung vorliegen und in welchem Ausmaß.

Die Funktionen der Hand bzw. der oberen Extremität sind jedoch sehr komplex und lassen sich kaum einheitlich fassen.

In der ergotherapeutischen Praxis wenden Therapeuten eine große Palette von »Tests« bzw. **Assessments** an, um veränderte Funktionen feststellen und messen zu können. In der Regel überprüfen diese Tests die motorischen Funktionen.

Viele der feinmotorischen Tests sind der funktionellen (orthopädischen) Praxis entliehen und für neurologische Patienten nicht so geeignet, wie man sich dies wünschen würde. Ein Großteil der Tests misst z.B. die Zeitspanne, die für die Lösung einer Aufgabe benötigt wird.

Wenn diese Tests standardisiert sind, haben sie den Vorteil, weitgehend als objektiv betrachtet werden zu können (Beispiele: Moberg Pick-up, Semmes-Weinstein-Test).

Die **Kritik** an dieser Form der Quantifizierung liegt bei der völligen **Vernachlässigung der Qualität** der durchgeföhrten Bewegungen. Leistungen von Patienten, deren Handfunktion noch nicht in der Lage ist, solche Testaufgaben durchzuführen, werden daher nicht erfasst.

Eine andere Möglichkeit der Feststellung der Funktionsstörung sind **ADL-Skalen**, welche die Beeinträchtigung in den Dingen des täglichen Lebens messen (Beispiele: Rivermead-Skala, Barthel-Index, Funktional Independence Measure – FIM).

Zur Behandlungsplanung ist es aber notwendig, »einen Schritt zurückzugehen« und die Ebene der Funktionsstörung genauer zu erfassen.

Eine von Prof. Perfetti entwickelte Befunderhebung könnte hier Abhilfe leisten.

Sie kann sehr feinstufig Funktionen erfassen und auch als weitgehend objektiv betrachtet werden.

#### 13.3.2 Das Perfetti-Konzept

##### Historie, Entstehung und bisherige Weiterentwicklung

#### ➤ Beachte

**Ziel der Behandlung nach Perfetti ist die Wiederherstellung der Handfunktion.**

Dr. Carlo Perfetti ist Klinikchef in einer neurologischen Klinik in Italien. Aufgrund intensiver Forschung und Arbeit in der neurologischen Rehabilitation mit hemiplegischer Patienten entwickelte er in Zusammenarbeit mit seinem Klinikteam (Neurologen, Bioingenieuren, Linguisten, Ergotherapeuten und Physiotherapeuten) ein Rehabilitationskonzept, das besonders den speziellen Bedürfnisse in der Therapie hemiplegischer Patienten Rechnung tragen soll. Inspiriert und beeinflusst durch den russischen Neurophysiologen A.R. Luria sind Fragen nach der Organisation von Bewegung, nach der Rolle der kortikalen Areale bei der Bewegungsplanung, der Ausführung der Bewegung

und den dazugehörigen Modalitäten für ihn von größtem Interesse.

Die wissenschaftliche Basis wird von Perfetti und seinem Team groß geschrieben, die Konsequenz daraus ist eine immer neue Anpassung der Konzeptgrundlage an den neuesten medizinischen Erkenntnisse. So werden Übungen, die noch vor einigen Jahren durchgeführt wurden, inzwischen anders gestaltet oder nicht mehr praktiziert.

Die kognitiv-therapeutischen Übungen nach Perfetti sind nicht als Methode zu verstehen. Sie werden auf die individuellen Probleme, d.h. auf die spezielle Pathologie eines jeden hemiplegischen Patienten abgestimmt oder auch neu entwickelt.

### Theoretischer Hintergrund des Perfetti-Konzepts

In der Rehabilitation wurden verschiedene Theorien aufgestellt. Perfetti nimmt in seinem Konzept zu einigen der Theorien kritisch Stellung.

#### Die »analytisch-kulturistische« Theorie

Der Mensch wird in dieser Theorie nur als eine Summe von verschiedenen Elementen, Nerven, Muskeln, Knochen etc. gesehen (La Pierre 1975; Popper 1959).

**Perfettis Kritik.** Diese Art der Behandlung berücksichtigt wenig die Wiederherstellung der mehr qualitativen Aspekte der Bewegung. Der Therapeut dieser Sichtweise kümmert sich nicht um die Eingliederung der wiedererlangten Muskelkontraktion, die innerhalb komplexer kinematischer Prozesse erfolgt und auf denen wiederum die höher entwickelte Motorik basiert.

Vom funktionellen Standpunkt aus gibt es im ZNS keine Repräsentation des Muskels als individuelle Einheit. Stattdessen gibt es im ZNS Repräsentationen kleinerer Einheiten (motorischer Einheiten oder Gruppen motorischer Einheiten) und größerer Einheiten, die komplexen Bewegungen entsprechen (English 1984).

#### Neuromotorische Sichtweise

Ein weiterer Ansatz ist durch die **neuromotorische Sichtweise** verkörpert, die einen beachtlichen Erfolg in der Ausarbeitung verschiedener synchroner Methoden erzielt hat.

Mit **synchroner Methode** werden jene Vorschläge in der Rehabilitation bezeichnet, die die sofortige Aktivierung von Muskelkontraktionen erforscht, ohne dabei auf den Lernprozess, die Aufmerksamkeit, das Gedächtnis und die Wahrnehmung einzugehen.

Als **diachrone Methoden** werden hingegen jene bezeichnet, die die Wiederherstellung mittels der Aktion erforschen, basierend auf den eigentlichen Parametern der Aktion und nicht auf den Parametern der Bewegung. Daher kümmert man sich bei dieser Methode weniger darum, sofort eine Muskelkontraktion als Resultat zu erlangen. Diese wird als

letztes Glied einer Kette angesehen, die sich aus einer Reihe von neurophysiologischen Prozessen zusammensetzt.

Therapeuten, die nach synchronen Methoden arbeiten, bedienen sich der Reflexe, um Bewegung hervorzurufen.

Wesentliche **Kritik** gegen diese Anschauung besteht darin, dass sich die Organisation des Verhaltens gerade auf die Fähigkeit stützt, elementare Reflexe durch höhere Zentren kontrollieren zu können. Das Gegenteil ist sicherlich nicht vorstellbar: dass es Reflexe seien, die das höher entwickelte Verhalten bewirken (Perfetti 1980).

#### Vitalistische oder systematische Sichtweise

Perfetti teilt die **vitalistische** oder **systematische** Anschauungsweise: Die Bewegung des Menschen wird nicht nur als Summation vieler Kontraktionen gesehen, die willentlich oder über den Reflexweg aktiviert werden. Vielmehr ist sie ein kognitiver Prozess, der vom System aktiviert wurde, um ein Ziel zu erreichen, d.h., um mit der Umwelt in Funktion der eigenen Notwendigkeit zu interagieren. Begründet wurde diese Weltanschauung u.a. von A. Luria, C. Popper, J. Piaget und O. Sachs, sie ist zur gleichen Zeit in der ganzen Welt entstanden.

### 13.3.3 Grundlagen des Perfetti-Konzepts

#### Sensibilität und Zielgerichtetheit

Interaktion mit der Umwelt, ein kognitiver Prozess!

##### Beachte

Wichtig für die Bewegung ist das Ziel, d.h. die Aufgabe, die Intention welche mit der Bewegung erreicht werden soll. Voraussetzung dazu ist eine gute Sensibilität.

Bekommt eine Bewegung in der therapeutischen Situation kein Ziel, d.h., sie folgt keiner Absicht oder einem Handlungsbezug, dann werden auch die notwendigen Sinnesmodalitäten, die zur Planung und Ausführung einer Bewegung notwendig sind, nicht angesprochen. Beim Ergreifen und dem darauf folgenden Trinken aus einer Tasse spüren wir nicht nur die Temperatur, sondern auch, dass sich das Gewicht derselben verändert hat, dies macht beim Zurückführen der Tasse eine Anpassung an die neuen Gewichtsverhältnisse notwendig (der Kraftsinn als tiefensensible Qualität) oder das Erhöhen der Bewegungsgeschwindigkeit beim Zurückführen, wenn Tasse und Inhalt zu heiß waren. Dem zugrunde liegt die Tatsache, dass es auf zerebraler Ebene eine somatosensorische und eine motorische Repräsentation gibt. Diese Felder werden (nach Brodmann in Fibras et al. 1988) als Area 5 und Area 4 bezeichnet.

Perfetti und seine Mitarbeiter beziehen sich in dieser Hinsicht u.a. auf J.F. Kalaska (in Fibras et al. 1988). Er geht davon aus, dass die Area 5 wahrnehmende, also afferente

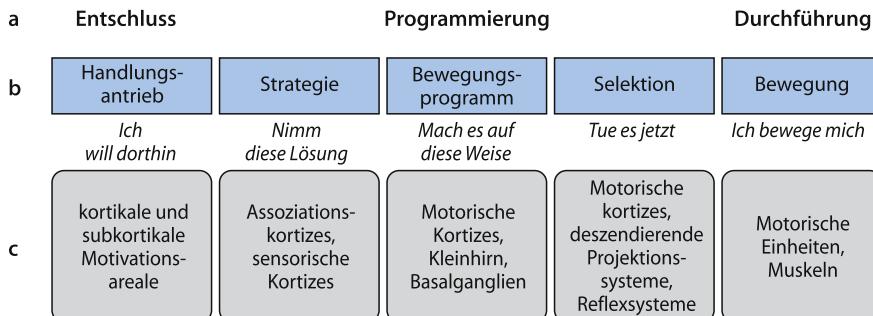


Abb. 13.4. Bewegung entsteht aus einer Folge von Verarbeitungsschritten, die in verschiedenen neuronalen Systemen sequenziell und parallel ablaufen.

Aufgaben hat. Bei einer Bewegung werden die kinästhetischen Reize primär von diesem Gebiet aufgenommen und verarbeitet. Zudem soll die Area 5 nach Kalaska auch efferente Aufgaben haben, indem die kinematischen Elemente einer Bewegung, wie z.B. Richtung und Distanz, von dieser programmiert werden. Erst im Anschluss daran werden die dynamischen Elemente einer Bewegung wie Intensität, Kraft und Art der Kontraktion von der Area 4 erarbeitet. Die Programmierung der kinematischen Elemente erfolgt also vor der Programmierung der Muskelarbeit (Abb. 13.4).

Strick und Preston stellten 1982 die Hypothese auf, dass für die Extensionsbewegung des Zeigefingers unter kinästhetischer Kontrolle, wie es z.B. beim Zeigen der Fall ist, wahrscheinlich das erste Areal innerhalb des motorischen Kortex aktiviert wird. Werden aber die Kontraktionen hervorgerufen, um die Oberfläche eines Gegenstandes zu erkennen, wird jene Repräsentation aktiviert, die der taktilen Kontrolle unterstellt ist. Dies bedeutet, dass die Bewegungen der Hand nicht nur einmal, sondern zweimal repräsentiert sind.

## Aufmerksamkeit

### Beachte

Der Patient muss den Lernprozess selbst aktivieren, d.h., er muss aufmerksam sein.

Durch die **Aufmerksamkeit** versteht der Patient erst, was um ihn geschieht, er kann Reize aufnehmen und verarbeiten. Mit diesem Merkmal der Übung wird auch bewiesen, dass die Meinung, einem Hemiplegiker dürfe man keinesfalls in die Handinnenfläche greifen, da dies einen Greifreflex auslösen könnte, nicht richtig ist. Konzentriert sich der Patient auf eine ihm gestellte Aufgabe (z.B. das Erkennen von geometrischen Figuren oder Formen, indem der Therapeut solche mit seinem Finger in die Hand des Patienten zeichnet), so geschieht nicht, wie etwa von vielen erwartet, ein Reflex oder eine Tonuserhöhung, sondern die Hand bleibt entspannt.

### Beachte

Der Hemiplegiker lernt nicht, sich zu bewegen, indem er sich bewegt, sondern indem er denkt und wahrnimmt.

## Die Komponenten der spezifischen Pathologie

Komponenten der spezifischen Pathologie der Hemiplegie sind:

- abnorme Reaktion auf Dehnung,
- abnorme Irradiation (Ausstrahlung, Aussendung),
- Auftreten elementarer Bewegungsschemata,
- Auftreten von quantitativer und qualitativer Veränderung der Rekrutierung motorischer Einheiten.

## Abnorme Reaktion auf Dehnung

Beim gesunden Menschen wird durch die Dehnung eines Muskels oder der Sehnen eine Antwort auf dem Reflexweg in Gang gesetzt, ein sog. **Reflexbogen**. Die Dehnung muss dabei rasch erfolgen, sonst kommt kein Reflex zustande, z.B. Patellarsehnenreflex (PSR) oder Bizepssehnenreflex (BSR).

### Beachte

Durch die Vorgänge, die zur Hemiplegie führen, kann die Reizschwelle derart herabgesetzt sein, dass die Reaktion auf Dehnung völlig inadäquat und überschießend wird.

Die Größe, gemeint ist hier die stark herabgesetzte Reizschwelle, variiert nach der Schwere des Zustandbildes, das durch die Schädigung im ZNS verursacht worden ist; sie variiert von Muskel zu Muskel, und bei mehrgelenkigen Muskeln steht sie im Verhältnis zur Position der anderen Gelenke, die vom selben Muskel bewegt werden. Die **Intensität** der Reaktion auf Dehnung steht vor allem im Verhältnis zu dynamischeren Faktoren, wie die motorische und perzeptive Aufgabe, die dem Patienten gestellt wurde, sowie die Aufmerksamkeit des Patienten. Sie zeigen die Fähigkeit der höheren Ebenen des ZNS, die segmentalen Ebenen zu kontrollieren, indem sie sie facilitieren, inhibieren oder qualitativ ändern.

### Beispiel

Bei wiederholtem Vorgang einer passiven Extension des Zeigefingers eines Patienten wird dieser aufgefordert, motorisch nicht mitzuhelpen. Er soll sich mit geschlossenen Augen auf die Bewegung des Fingers konzentrieren und vor allem auf das Metakarpophalangealgelenk achten, das die Hauptinformationsquelle darstellt. Man stellt ihm die perzeptive Aufgabe, den Winkel, den der Finger passiv erreicht, wieder zu erkennen. Nach wenigen Versuchen zeigt sich, dass die Reizschwelle für die Dehnreaktion beträchtlich erhöht ist. Die Bewegungen des Fingers können nun mit einer höheren Geschwindigkeit und einem beachtlich größerem Gelenkausschlag passiv durchgeführt werden, ohne dass irgendeine Reaktion in die Flexion verursacht wird.(Perfetti 1997).

■ **Tabelle 13.2** gibt einen Überblick über die Neigung zu Spastizität in den Gelenken der oberen Extremität.

Auch hier gilt für die oben aufgeführten Flexionsmuster: Mit Hilfe der Aufmerksamkeitsfokussierung gelingt es dem Patienten, die abnormale Reaktion auf Dehnung zu kontrollieren.

### Abnorme Irradiation

Das Phänomen der Irradiation ist ein physiologischer Mechanismus.

#### Beachte

Eine Irradiation (Ausstrahlung) findet statt, wenn der synaptische Input einer willkürlich aktivierten Muskelgruppe auf andere Muskelgruppen ausstrahlt.

Unter physiologischen Bedingungen sind jedoch diese Irradiationen immer funktionell.

**Mögliche Ursachen für abnorme Irradiationsphänomene:**

- Negative Geschwindigkeitsanpassung.
- Automatische oder reflexbedingte Reaktionen wie Husten, Gähnen, laut und plötzlich auftretendes Geräusch (Knall).
- Die verlangte Aufgabe überfordert die momentanen Fähigkeiten des Patienten.
- Zu frühes Gehen und Stehen, auch das Zurücklegen von zu weiten Strecken.
- Ein Übermaß an Aktivität der weniger betroffenen Seite.
- Emotionelle Faktoren.

#### Beachte

Wird dem Patienten die Kontrolle der Irradiation durch therapeutische Intervention ermöglicht, erhöht sich die Bewegungsvielfalt.

■ **Tabelle 13.2.** Durch das Überwiegen der Flexoren im Bereich der oberen Extremitäten kommt es zur stärkeren Neigung zu Spastizität in folgenden Gelenken

Schulter	Retraktion Depression Innenrotation Abduktion
Ellenbogen	Flexion
Handgelenk	Pronation Palmarflexion
Daumen	Adduktion
Finger	Flexion

Vermeidung von Irradiation gerade während des »sproutings« ist von großer Bedeutung (Perfetti 1997).

(sprouting: Ausbildung von Kollateralfasern im Regenerationsmechanismus des geschädigten Nervengewebes d.h., Axone und Dendriten wachsen aus. Dieser Vorgang ist hauptsächlich in der Peripherie zu beobachten. Die Myelinscheiden des durchtrennten Nerven werden als Führungskanäle genutzt. Diese Hüllen sind im Kortex viel komplexer; und die Wahrscheinlichkeit einer Fehlverschaltung ist dadurch wesentlich höher. Es gibt aber Hinweise, dass durch Trainingsverfahren die direkt oder bald nach der Läsion beginnen, dies im positiven Sinn gelenkt und beeinflusst werden kann.)

### Elementare Bewegungsschemata (synergistische Bewegungsschemata)

Dieser Aspekt der Spastizität zeigt sich häufig in Verbindung mit der zuvor geschilderten Irradiation. Die negativen Folgen sind Bewegungen, die arm sind an Dynamik und Variabilität, und die Unfähigkeit zu fragmentierter Bewegung. Unter **Fragmentierung** versteht man die Fähigkeit des Körpers, Bewegungen aufzugliedern und verschiedene benachbarte Gelenke gleichzeitig in unterschiedliche Richtungen zu bewegen.

#### Beachte

Elementare Bewegungsschemata (Synergien) erlauben nur eine sehr stark eingeschränkte Interaktion mit der Umwelt, da der Bewegungsablauf immer den gleichen Richtlinien folgt.

Es sind alte, primitive Bewegungsmuster, die immer den gleichen Richtlinien folgen. Die Variabilität der Bewe-

gungsabläufe ist im höchsten Maß eingeschränkt. Durch dieses Defizit wird nur eine sehr geringe wahrnehmende Funktionen ermöglicht.

### 13.3.4 Praktische Übungen

Grundsätzlich werden **drei Übungsgrade** unterschieden. Die unterschiedlichen Übungsgrade haben das Erlernen bestimmter Parameter zum Ziel. Die spezifische Pathologie der Hemiplegie soll überwunden werden.

Der unterschiedliche Einsatz der Therapiemedien ist hinsichtlich dieser Graduierung festgelegt:

- für Übungen 1., 2. und 3. Grades werden **statische Therapiemittel** oder Hilfen eingesetzt;
- für Übungen 2. und 3. Grades werden **dynamische, bewegliche Hilfen** benutzt.

#### Übungen 1. Grades

Übungen 1. Grades werden genutzt, um dem Patienten die Kontrolle der abnormen Reaktion auf Dehnung wieder zu ermöglichen, d.h. sie wieder zu erlernen.

##### Ziele der Übungen 1. Grades:

- Kontrolle und Überwindung der abnormen Reaktion auf Dehnung,
- Verbesserung der sensiblen Leistungen,
- Aktivierung der Area 5 und dadurch erste Schritte zur Programmierung physiologischer Bewegung,
- erstes Überwinden des Defizites in der Rekrutierung motorischer Einheiten.

##### Vom Patienten wird Folgendes erwartet:

- Hilfen bei geschlossenen Augen erkennen,
- entspannt bleiben, da die Extremität des Patienten komplett geführt wird,
- keine willkürlichen Bewegungen hervorrufen,
- sich ganz auf seine kinästhetischen und taktilen Wahrnehmungen einlassen und
- aus diesen eine perzeptive Hypothese bilden.

##### Elemente der Übungen sind z.B.:

- Richtung,
- Distanz,
- Richtungswechsel,
- Oberfläche.

Diese Aufgaben sollen die Area 5 aktivieren, die eine Vorstellung der Bewegung entstehen lassen soll.

#### Übungen 2. Grades

Hat der durchschnittlich betroffene Hemiplegiker mittels Übungen 1. Grades eine ausreichende Automatisierung der Kontrolle über die abnorme Reaktion auf Dehnung erworben und die Übungen über eine angemessene Zeit korrekt durchgeführt, können nun die Aufgaben in Übungen 2. Grades übergehen.

**Ziel** dieser Übungen ist es, die Kontrolle über die abnormale Irradiation zu erreichen. Mit der Übung 2. Grades beginnt man in der Therapie, nun auch willkürlich durchgeführte Bewegungen zu verlangen, weil die Kontrolle über die Irradiation nur bei willkürlichen Bewegungen erreicht werden kann. Die vom Patienten durchgeführte Bewegung darf nie mehr motorische Einheiten aktivieren als erforderlich sind, um an die Grenze des Auftretens von Irradiationsphänomenen zu gelangen. Die Schwierigkeit dieser Übung liegt in der sehr feinen Interaktion der Fazilitation durch den Therapeuten und der optimalen Aktivität der Rekrutierung motorischer Einheiten durch den Patienten.

##### Ziele der Übungen 2. Grades:

- Kontrolle der abnormen Irradiation,
- Verbesserung der propriozeptiven als auch der taktilen Leistungen,
- Aktivierung der Area 4: Programmierung der Bewegungen hinsichtlich Intensität, Temporalität und Dreidimensionalität,
- Verminderung des Rekrutierungsdefizits motorischer Einheiten.

#### Übungen 3. Grades

Übungen 3. Grades enthalten jene Gruppen von Übungen, in denen die vorangegangen Übungen sich etabliert haben. Das zu kontrollierendes Element der Pathologie sind die elementaren Bewegungsschemata (synergistische Massenbewegungen).

Die neue Aufgabe des Patienten besteht darin, die perzeptive Hypothese mit der Bewegungsaufgabe übereinstimmen zu lassen oder umgekehrt, dass die Bewegungsaufgabe zu einem korrekten Ergebnis führt. Dies kann aber nur funktionieren, wenn der Patient in die Lage versetzt worden ist, die **Intensität**, die **Räumlichkeit** und die **Zeitlichkeit** der Bewegung zu regulieren.

### 13.4 Durch ein Eigenprogramm Beweglichkeit erhalten: Sekundärprophylaxe bei Hemiplegie

Christa Berting-Hüneke

#### 13.4.1 Warum ein Eigenprogramm?

Eine Verbesserung sensomotorisch-perzeptiver Fähigkeiten nach einem Schlaganfall ist die Regel. Die Rückgewinnung aktiver Bewegungsmöglichkeiten vollzieht sich jedoch nicht für alle betroffenen Körperabschnitte gleichermaßen, und der prämorbid Zustand wird nicht wieder erreicht. Die sensomotorischen Defizite erfordern eine stetige Aufmerksamkeit, um Sekundärschäden (Muskelverkürzung, Zunahme der Spastik) vorzubeugen. Zeiten intensiver

### 13.4 • Durch ein Eigenprogramm Beweglichkeit erhalten: Sekundärprophylaxe bei Hemiplegie

Therapie und Zeiten ausschließlicher Selbstfürsorge (Therapiepause) wechseln sich dabei idealerweise ab.

#### Vorrangige Inhalte des Eigenprogramms sind:

- ausgewählte Dehnungsübungen,
- die Beibehaltung bzw. das Erlernen therapeutisch empfohlener Lagerungen.

Beides dient dem Erhalt der passiven Beweglichkeit.

### Eigenverantwortung der Betroffenen wecken und stärken

Mit einem angemessenen und unter therapeutischer Anleitung erarbeiteten individuellen Eigenprogramm können viele Betroffene die laufende Therapie wesentlich unterstützen und in therapiefreien Zeiten **Sekundärschäden vermeiden**. Gleichzeitig sollten sie und ihre Angehörigen **Kriterien** an die Hand bekommen, die ihnen helfen zu entscheiden, wann sie erneut professionelle Hilfe in Anspruch nehmen müssen: Sie sollten sich aktiv um eine Wiederaufnahme der Therapie bemühen, wenn sie feststellen, dass die Übungen nicht mehr wie gewohnt durchgeführt werden können. Neue oder andersartige Schmerzen können ein Grund hierfür sein, aber auch die Feststellung, dass das bisherige passive Bewegungsausmaß nicht mehr erreicht wird.

### Wer ist zuständig?

Welche Berufsgruppe sich dieser gesundheitspädagogischen Aufgabe annimmt, ist nicht bereits durch die Ausbildung festgelegt. Vielmehr kommt es darauf an, dass ein Therapeut dies als seine Aufgabe erkennt und annimmt. Durch entsprechende Fachkenntnis und Erfahrung muss er die gesamtkörperlichen Erfordernisse abdecken und durch seine innere Haltung sowie pädagogisch-didaktische Kenntnisse den Patienten angemessen anleiten und unterstützen können. Ergotherapeuten bringen für diese Aufgaben aufgrund ihres hohen Stundenanteils sozialwissenschaftlicher Fächer in der Ausbildung ein gutes Rüstzeug mit.

Sofern der Betroffene parallel von mehreren Therapeuten (Professionen) behandelt wird, sollten sich die Behandler absprechen und dahingehend abstimmen, dass **nur ein Therapeut** ein Gesamtprogramm verantwortlich übernimmt: Ein Eigenprogramm (Abb. 13.5) sollte aus einem Guss sein. Es ist mit Sicherheit überfordernd und verwirrend, wenn zwei oder mehr Therapeuten verschiedene und evtl. sogar sich widersprechende Empfehlungen aussprechen. Es besteht zusätzlich die Gefahr, dass das Eigenprogramm zu umfangreich und dadurch demotivierend wird.

### Auswirkungen körperlicher Inaktivität

Wer sich zu wenig bewegt, geht grundsätzlich ein – vermeidbares – gesundheitliches Risiko ein. Berufliche, familiäre und sonstige soziale Aufgaben verhindern bei jüngeren gesunden Menschen normalerweise eine ganz ausge-



Abb. 13.5. Eigenprogramm als selbst angefertigtes Ringbuch, einzelne Bestandteile

prägte Inaktivität, sodass ein Mindestmaß an körperlicher Leistungsfähigkeit durch die täglichen Anforderungen erhalten bleibt.

#### Beachte

Ist die Inaktivität stark ausgeprägt bzw. sind körperliche Belastungen einseitig, können Kontraktionen sowie neurale Gegenspannung entstehen, die oft nur unter großem Aufwand rückgängig zu machen sind.

In Abb. 13.6 sind die Auswirkungen von Inaktivität auf den Menschen zusammengestellt.

#### Übersicht 13.6: Mit folgenden Auswirkungen von Inaktivität und Fehlbelastung muss in jedem Alter gerechnet werden:

- Muskelschwäche,
- Muskelverkürzungen,
- Verkürzungen/Verklebungen des Kapsel-Band-Apparats und der Sehnen,
- Abnahme der neuralen Mobilität,
- Abnahme der Gelenkflüssigkeit; Mangelernährung von Gelenkknorpel und Bandscheiben,
- beeinträchtigte Vitalfunktionen (Atmung, Kreislauf, Verdauung),
- funktionelle Schmerzen durch in Fehlhaltung überlastete Strukturen,
- depressive Stimmungslage.

## Beweglich bleiben trotz Behinderung

Für körperbehinderte Menschen besteht die Gefahr gesundheitsschädigender körperlicher Inaktivität, weil sie für alle Aktivitäten mehr Mühe aufwenden müssen als Nichtbehinderte und der Erfolg oft lediglich darin besteht, einen bestimmten Zustand zu erhalten, Verschlechterung vorzubeugen. Manchmal fehlt es auch am richtigen Rahmen oder an einer Assistenz, damit sie gezielt körperlichen Aktivitäten nachgehen können.

Wer jedoch die Disziplin aufbringt, regelmäßig ein kleines, individuell zusammengestelltes Trainingsprogramm zu absolvieren, wird mit besserer Beweglichkeit, gesteigerter körperlicher Leistungsfähigkeit und gehobener Stimmung belohnt. Dabei ist es nie zu spät, damit zu beginnen.

### 13.4.2 Passive Beweglichkeit erhalten

Der Erhaltung der **passiven Beweglichkeit** kommt bei Hemiplegie besondere Bedeutung zu. Zwar kann jeder Muskel des Körpers seine volle passive Dehnbarkeit verlieren, wenn diese nicht immer wieder abgefordert wird. Aus den typischen pathologischen Synergien, vor allem dem **klassischen spastischen Muster**, lassen sich jedoch die von einer Verkürzung **vorrangig bedrohten Muskeln bzw. Muskelgruppen** unmittelbar ableiten. Indem der Betroffene lernt, die volle Dehnfähigkeit dieser Muskelgruppen und somit seine passive Beweglichkeit zu erhalten, beugt er Zustandsverschlechterungen vor und hält »die Türen offen« für evtl. wiederkehrende aktive Funktionen.

#### Es ist (fast) nie zu spät

Wenn Betroffene während ihrer ersten Rehabilitationsbehandlung nach dem Schlaganfall keine Chance hatten, ein Eigenprogramm zu erlernen oder es zum damaligen Zeitpunkt ablehnten, kann auch zu einem späteren Zeitpunkt damit begonnen werden. Bis dahin eingetretene Verkürzungen des Kapsel-Band-Apparats und der Muskulatur sowie schmerzhafte Bewegungseinschränkungen müssen dann natürlich parallel dazu behandelt werden.

#### Worauf es ankommt: Probleme durch Hemiplegie

Menschen mit einer Hemiplegie haben so typische Haltungs- und Bewegungsreaktionen, dass es in gewisser Weise gerechtfertigt ist, von »dem« Hemiplegiker zu sprechen. Nachlassende Dehnfähigkeit passiver Strukturen bis hin zu Kontrakturen ergeben sich bei Hemiplegie **vorrangig** durch die typischen spastischen Muster, wie sie im Wesen der Erkrankung begründet sind.

#### Beachte

Treten häufig assoziierte Reaktionen auf, ist die Gefahr muskulärer Verkürzung und neuraler Immobilität umso größer.

Durch die gestörte zentrale Innervation befinden sich die Muskelschlingen und ihre Synergisten in einem Zustand der Dysbalance und können so nicht optimal arbeiten. Wenn mit der betroffenen Körperhälfte aktive Bewegungen möglich sind, so doch selten über ganze Muskelketten hinweg.

**Exkurs.** Muskelschlingen: Agonist und Antagonist in gemeinsamer Betrachtung. Gemeinsame Kontraktion ermöglicht Haltefunktion, Kontraktion nacheinander führt zu Bewegungen.

Muskelkette: Über mehrere Gelenke ziehende (»Etagenfunktion«), in ihrer Wirkungsweise ineinander greifende, eng miteinander verbundene Muskeln, auch Zusammenschluss von eingelenkigen Muskeln zu zweigelenkigen Bewegungen.

Grundsätzlich sollten all jene Muskeln in ihrer vollen Dehnfähigkeit erhalten bleiben, die vorrangig spastisch werden und sich daher häufig in einem verkürzten Zustand befinden.

#### Beachte

Sind Muskeln häufig spastisch verkürzt, definieren die Muskelrezeptoren dies als ihre normale, ihre Ruhelänge – und streben diese immer wieder an.

Die Betroffenen können das aktive Bewegungsausmaß ihrer Gelenke somit kaum selbst ausschöpfen, mit Hilfe ihrer Therapeuten gelingt dies zwar, jedoch oft nicht in befriedigender Intensität, Behandlungshäufigkeit und -dauer be treffend.

Bei einigen Menschen entwickeln sich Kontraktionen rascher als bei anderen (so wie auch die Anfälligkeit für Dekubiti interindividuell verschieden ist); warum dies so ist, lässt sich nicht sagen. Grundsätzlich müssen wir jedoch davon ausgehen, dass eine Hemiplegie stets das zusätzliche **Risiko von Kontraktionen** mit sich bringt. Ein relativ mobiler Patient hat vielleicht »nur« eine verklebte oder geschrumpfte Schultergelenkkapsel oder eine Kontraktur im oberen Sprunggelenk. Der stark betroffene Patient verliert ohne entsprechende Prophylaxe darüber hinaus die volle Beweglichkeit seiner Hüftgelenke und der Wirbelsäule.

Zusätzlich leidet er unter den Folgen von **Fehlbelastungen**. Sie ergeben sich im Wesentlichen auf der weniger betroffenen Seite durch erzwungene kompensatorische, asymmetrische Bewegungen und eine damit verbundene erhöhte Bewegungsanstrengung.

So klagen viele Betroffene über:

- schmerzhafte Verspannungen im Schulter-Nacken-Bereich,
- Schmerzen im Handgelenk durch Benutzung einer Gehhilfe,
- Rückenschmerzen bei längerem Stehen und Gehen,
- Kniestechen (besonders ältere Patienten).

### 13.4 • Durch ein Eigenprogramm Beweglichkeit erhalten: Sekundärprophylaxe bei Hemiplegie

Die gesamte Körperhälfte befindet sich oft in starker Anspannung; die Muskulatur kann schlecht entspannt werden und hat an Dehnfähigkeit verloren.

#### Beachte

Die weniger betroffene Körperhälfte ist ebenfalls behandlungsbedürftig.

### Sind Dehnung und Lagerung irgendwann überflüssig?

Diese Frage muss leider mit »nein« beantwortet werden. Bei relevanten Einschränkungen der aktiven Beweglichkeit bleibt auch die passive Beweglichkeit stets gefährdet. Der Körper kennt diesbezüglich keinen Status quo. Außerdem ist es leider nicht selbstverständlich, dass sich der Zustand eines Menschen mit Hemiplegie nach Abschluss einer intensiven Therapie weiter verbessert. Ein schon beschriebenes Nachlassen der eigenen Bemühungen, verbunden mit unausweichlich kompensatorischen Bewegungen – nun aber ohne die dichte therapeutische Anleitung und Hilfe – bringen es mit sich, dass sich viele Betroffene in ihren Bewegungsmöglichkeiten zu Hause wieder verschlechtern.

Ein weiterer möglicher Grund für Verschlechterungen liegt in zusätzlichen bzw. erneuten Erkrankungen oder Verschlechterungen vorbestehender Erkrankungen. Dabei ist keineswegs nur ein Re-Insult zu nennen. Auch banale Erkrankungen und Befindlichkeitsstörungen können eine Leistungseinbuße und zunehmende Immobilität begünstigen. Wenn die Betroffenen (wie im Alter fast die Regel) mehrere behandlungsbedürftige Krankheiten haben, ist die Gefahr, dass sich ihr Zustand verschlechtert, ständig gegeben.

### Angehörige als Co-Therapeuten?

Für die Dehnungsübungen sollte grundsätzlich davon ausgegangen werden, dass es sinnvoll ist, nur solche Übungen zu wählen, die vom Betroffenen **ohne Fremdhilfe** ausgeführt werden können. Therapeuten sollten die Angehörigen erwachsener Patienten nicht unkritisch als Co-Therapeuten einplanen. Durch die eingetretene Behinderung gab es bereits einschneidende Veränderung im Privatleben aller Beteiligten. Berufliche und private Rollen mussten aufgegeben oder verändert, neue Rollen müssen oder müssen gefunden werden. Die Angehörigen übernehmen bereits viele zusätzliche Aufgaben und sind vielleicht überlastet. Außerdem haben sie nicht selten auch Angst, in ihrer Rolle als Co-Therapeut dem Betroffenen wehzutun, ihn bei einem drohenden Sturz nicht sichern zu können o. Ä. Die Betroffenen wiederum können manchmal von Angehörigen nicht das Gleiche annehmen, was sie von Seiten der Therapeuten akzeptieren: Übungsvorschläge machen, zum Üben ermuntern bzw. an das Üben erinnern, Korrekturen vornehmen. Hier treten dann bestehende **Rollenkonflikte** deutlich zutage.

Anders verhält es sich natürlich, wenn sich Betroffener und Angehöriger einig sind und die Dehnungsübungen miteinander durchführen möchten. Auswahl und Effektivität der Übungen verbessern sich dadurch sehr.

### Auswahl und Durchführung von Dehnungsübungen

Als therapiebegleitende, selbstständig durchzuführende Maßnahme hat sich bei Hemiplegie lediglich die passiv-statische Dehnform als wichtigste Unterform des Stretching bewährt.

#### Vorsicht

Aktiv-statisches Dehnen oder Dehnung durch Anspannung und Entspannung können nicht korrekt ausgeführt werden und werden bei Hemiplegie bzw. Hemiparese zudem eine erhöhte, nicht beherrschbare Eigenreflexattivitàt der Muskulatur auslösen.

Die auch heute immer noch angewendeten Formen dynamischen Dehnens bewirken durch Wippen, Federn und Schwingen zudem ein sofortiges Auslösen des Dehnungsreflexes, dies wirkt grundsätzlich der beabsichtigten Dehnung entgegen und ist auch für neurologisch Gesunde kritisch zu sehen.

(Der Dehnungsreflex ist eine reflektorische Verkürzung des Muskels als Reaktion auf rasche Dehnung; der Muskel schützt sich damit gegen Verletzung.)

Um die Dehnfähigkeit von Muskeln, Sehnen, Bänder sowie der Gelenkkapseln zu erhalten, müssen die Übungen **regelmäßig** durchgeführt werden. Ideal ist das tägliche Dehnen, ein Minimum sind 3 Durchgänge pro Woche.

»Ein leichtes Ziehen im Muskel ist erlaubt, Schmerzen dürfen aber nicht auftreten. Sie wären Zeichen einer zu starken und schädlichen Dehnung. Das richtige Spannungsgefühl kann nur nach eigener Erfahrung richtig beurteilt werden. Dehnen muss deshalb erlernt werden. Die Intensität ist individuell zu wählen. Stretching ist *keine* Wettkampfdisziplin.« (Spring H et al. 1988)

#### Praxistipp

##### Durchführung der Dehnungsübungen

- In den ausgewählten Dehnstellungen soll der Patient 15–30 Sekunden verharren, damit eine effektive Dehnung stattfinden kann.
- Während des Dehnens muss der Atem normal weiterfließen können. Durch Betonung der **Ausatmung** kann die Entspannung unterstützt werden.
- Die **langsame Durchführung** und sukzessive Steigerung der Dehnung unter Vermeidung ruckartiger Bewegungen verhindert, dass der Dehnungsreflex ausgelöst wird.
- Wünschenswert ist die **2- bis 3-malige Wiederholung** einer Übung, sofern dadurch ein zeitlicher Umfang von insgesamt

■ **Übersicht 13.7: Gründe, die gegen eine selbstständige Durchführung von Dehnungsübungen sprechen**

- erheblich vorgeschädigte Sehnen (Schulter) bzw. langjährige Cortison-Einnahme,
- erhebliche Einschränkungen von Merkfähigkeit und Handlungsplanung,
- anhaltende Unfähigkeit, Bewegungen langsam und schonend durchzuführen,
- ausgeprägte Tiefensensibilitätsstörungen.

20 bis höchstens 30 Minuten späterer Gesamt-Durchführungszeit nicht überschritten wird.

- Während der Übung stellt sich **Dehnungsgefühl** in Form von Ziehen ein; das Ziehen kann bzw. darf im Einzelfall auch recht intensiv sein. Die Betroffenen können lernen, dieses Ziehen von Schmerzen, die eine Gewebeschädigung anzeigen würden, zu unterscheiden.

Es können einige Gründe gegen die selbstständige Durchführung der Dehnungsübungen sprechen (■ **Übersicht 13.7**).

**Exkurs. Cortison-Wirkung:** herabgesetzte Zug- und Reißfestigkeit der Sehnen

Vermutlich wurde und wird sehr vielen Patienten Schaden zugefügt, indem sie zu ungeeigneten Eigenübungen angehalten werden: An erster Stelle sind hier Übungsempfehlungen zu nennen, bei denen die Arme mit Hilfe des Faltgriffs im Sitzen gegen die Schwerkraft in die Anteversion und Elevation geführt werden, ohne dass ein hierfür ausreichender humeroskapularer Rhythmus gegeben wäre.

### 13.4.3 Erarbeiten und Zusammenstellen des Eigenprogramms

Bereits mit Aufnahme der Behandlung nimmt der Therapeut wahr, welches **Potenzial** der Patient für das Erlernen von Eigenübungen derzeit hat, bzw. wann es an der Zeit ist, ihm dosiert Eigenverantwortung zu übergeben. Über wenige Behandlungseinheiten hinweg entsteht ein sicherer Eindruck seiner Fähigkeit, sich zu konzentrieren, die Konzentration eine Weile aufrechtzuerhalten, sich etwas zu merken, die betroffene Körperhälfte zu spüren und angemessen (nicht grob schädigend) mit seinem Körper umzugehen.

### Dosiert Eigenverantwortung übergeben

Um dem Patienten die ersten ein oder zwei Dehnungsübungen zur selbstständigen Durchführung zu empfehlen, ist es sinnvoll, eine **therapiefreie Zwischenzeit** hierfür einzuplanen (Wochenende, Tage zwischen zwei ambulanten Terminen). Dadurch wird für den Patienten die Notwendigkeit der Durchführung besser einsehbar.

### Gestufte Entwicklung des Eigenprogramms

Nachdem eine oder zwei Übungen beherrscht werden, sollten nach und nach die weiteren Übungen folgen. Bei der einen oder anderen ausgewählten Übung wird sich herausstellen, dass der Patient sie nicht sicher auszuführen lernt; sie muss dann, sofern niemand helfen kann, wieder aus dem Programm genommen werden.

#### ➤ Beachte

Es ist dringend zu empfehlen, die Arbeit an den Eigenübungen stets in den Anfang der Therapiezeit zu legen. Was der Patient hier ohne direkte therapeutische Vorbereitung kann, wird er am ehesten auch zu Hause können.

### Auswahl und Anzahl der Übungen

Ausprägung und Verteilungsmuster der sensomotorischen Symptome, Schmerzen, zusätzliche (vorbestehende) Erkrankungen oder Behinderungen, kognitive und neuropsychologische Faktoren und habituelle Gegebenheiten (z.B. Adipositas) machen es erforderlich, unter verschiedenen **Varianten von Grundübungen** diejenigen auszuwählen, die den Umständen und Fähigkeiten entsprechen.

Die **Anzahl der Grundübungen** sollte auf 6 bis 10 beschränkt sein; für manche Patienten ist es wichtig, im unteren Bereich zu bleiben. Eine zu große Zahl von Übungen wirkt eher abschreckend und somit demotivierend. Besser ist es dann, wenn weniger Übungen wirklich regelmäßig durchgeführt werden. Therapeuten müssen sich dementsprechend in der Auswahl der Dehnübungen auf das Wichtigste beschränken. Auch hieraus ergibt sich eine zusätzliche Notwendigkeit, in **Muskelketten** statt in Einzelmuskeln und -gelenken zu denken.

Die Durchführung einer kleinen Zahl stets gleicher Übungen, möglichst sogar zur immer gleichen Tageszeit, soll für den Betroffenen letztlich zu einer **Routinehandlung** und zu einem täglichen Bedürfnis werden, vergleichbar etwa dem Zähneputzen.

### Fixierung des Eigenprogramms in Bild und Wort

Was für die Behandlung allgemein gilt, hat auch für die Fertigstellung eines individuellen Eigenprogramms Gültigkeit: »Die Information für den Patienten sollte seinem Alter, seiner Lese- und Schreibkundigkeit, dem Bildungsgrad und seinen sprachlichen Fertigkeiten angepasst sein. Das Material für Patienten sollte hinsichtlich des Leseverständnisses

### 13.4 • Durch ein Eigenprogramm Beweglichkeit erhalten: Sekundärprophylaxe bei Hemiplegie

zwischen den Ansprüchen des 6. und 8. Schuljahrs liegen.« (Canobbio 1998).

Die **Vermeidung medizinischer und therapeutischer Fachtermini** sollte selbstverständlich sein, gleichwohl bemerken langjährig tätige Therapeuten oft nicht mehr, wenn sie Fachtermini benutzen bzw. können diese aufgrund ihres jahrelangen gewohnten Gebrauchs vielleicht nicht mehr als solche identifizieren. Dabei geht es keineswegs nur um eindeutig zu erkennende Fremdwörter. Auch Definition und Gebrauch deutscher oder eingedeutschter Begriffe in einem bestimmten, fachtypischen Zusammenhang kennzeichnen »Fachsprache«. So ist für einen Laien keinesfalls immer klar, was mit Mobilisation, Betonung der Ausatmung, Sinkenlassen oder Platzieren des Arms gemeint ist.

### Abfolge der Übungen

Die Reihenfolge der Übungen muss in sich **praktisch** und bezüglich der beabsichtigten Wirkung **logisch** sein. Praktikabilität bezieht sich auf die jeweilige Ausgangsstellungen und ggf. Materialbedarf. Schon Gesunde würde es stören, wenn sie sich für die eine Übung hinlegen, für die nächste auf einen Stuhl setzen und dann erneut hinlegen sollten.

#### Beachte

Für viele Menschen mit Hemiplegie sind die Wechsel der Ausgangsstellung mit einiger Mühe verbunden. Daher ist es zwingend, in der Anordnung der Übungen zu beachten, dass ihnen unnötige Anstrengungen erspart bleiben.

Die Sachlogik bezieht sich auf die Erfahrung, dass Mobilisation und Dehnung am besten **von proximal nach distal** erfolgen. Rumpfübungen sollen daher der Dehnung der Extremitäten vorausgehen.

### Individuelle Durchführungshinweise

Wünschenswert ist, dass die Betroffenen ihr Eigenprogramm einmal täglich »am Stück« in der empfohlenen Reihenfolge durchführen. Ideal ist zudem, die **Durchführung an das Ende einer Ruhe- bzw. Liegezeit** anzuschließen. Dafür bietet sich das morgendliche Aufstehen an, besser jedoch noch das Ende einer – ohnehin empfehlenswerten – Mittagsruhe. Das Liegen wird dem Betroffenen dann bereits eine gewisse Entspannung gebracht haben. Dieses Entspannsein nutzend, können Dehnungsübungen im Liegen durchgeführt werden, danach im Sitzen und ggf. abschließend im Stand.

Wem es keine Mühe bereitet, sich extra für die Übungen hinzulegen, kann selbstverständlich auch jede andere Tageszeit wählen. Zusätzlich zur täglichen kompletten Durchführung kann jede Dehnung auch einzeln durchgeführt werden, wenn sie zwischendurch Erleichterung bringt.

### Praktische Vorgehensweise

Ein Fundus an **Kopervorlagen** für Lagerungsvarianten und Dehnungsübungen mit diversen Varianten für den individuellen Gebrauch erleichtert dem Therapeuten die Zusammenstellung eines Eigenprogramms, indem sie ihm therapeutische Möglichkeiten nennen und ihn vom eigenen Zeichnen oder Fotografieren entlasten (Berting-Hüneke 2000). Zusätzliche schriftliche Hinweise müssen konsequent in laiengerechter Sprache verfasst sein. Farbige Markierungen unterstützen den Patienten in der Ausführung.

Es folgen drei Beispiele zu den Kopervorlagen mit Auszug aus den Hinweisen für Therapeuten (schwerer betroffene Seite links).

#### Beispiel

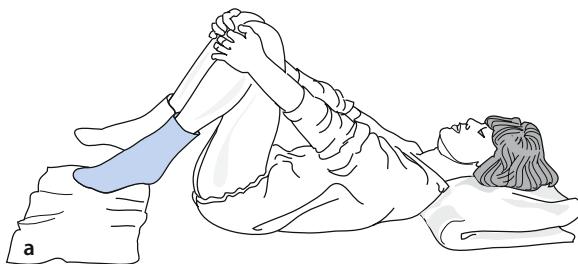
**Grundlagerungsart »Liegen auf der schwerer betroffenen Seite« und Varianten (Abb. 13.6a–c)**



Abb. 13.6. a Grundposition, 5–10° Ellbogenflexion b Kompromiss: mehr Ellbogenflexion: Wegnahme des Zugs vom M. biceps kann Schulterschmerz verhindern (aus Berting-Hüneke 2000). c Kompromiss: stark angewinkelte Arm, trotzdem ausgiebige Protraktion der Skapula (aus Berting-Hüneke 2000)

**Ganzkörpermobilisation in Rückenlage** (Entspannung der Rückenstrecker, mobilisierendes Bewegen der Skapula, Beugen der Hüft- und Kniegelenke) mit Varianten (Abb. 13.7a, b)

**Dehnungsübung am Tisch für ein funktionelles Armmuster und Variante** (Abb. 13.8)



■ Abb. 13.7. a Zuerst das weniger betroffene Bein anwinkeln und umfassen lassen, dann folgt das andere Bein. Ganz leichte Schaukelbewegungen nach links und rechts, beide Ellbogen bleiben gestreckt. Geschlossene Knie sind ein Kompromiss, kein Vorteil. **Achtung:** Schaukeln in Längsrichtung vermeiden, es provoziert Beugesynergie (»Hangeleffekt«) in der oberen Extremität (aus Berting-Hüneke 2000). b Kompromiss: Umfassen eines Knees ist nur im Faltgriff möglich. Zuerst mit dem weniger betroffenen Bein beginnen (ausgiebige Schulterprotraktion). **Achtung:** Beide Beine zusammen in den Faltgriff zu hängen ist wahrscheinlich schädlich für das stark palmarflektierte Handgelenk und die Handwurzelknochen (aus Berting-Hüneke 2000).



■ Abb. 13.8. a Kopf in beide Hände stützen: Patient bringt zuerst die betroffene Hand in die richtige Position, sorgt für Stabilität (aus Berting-Hüneke 2000). b Wange in die schwerer betroffene Hand schmiegen: Patient bringt die schwerer betroffene Hand in die richtige Position, sichert mit der anderen Hand (aus Berting-Hüneke 2000)

## Anhang

- 14 Arbeitsbögen: Befunderhebung und Therapiedurchführung – 347
- 15 Literatur – 355
- 16 Sachverzeichnis – 359

## Sachverzeichnis

## Symbole

$\alpha$ -Motoneuron 55  
 $\gamma$ -Motoneuron 57

## A

Abduktion 158  
abnorme Irradiation 337  
abnorme Reaktion auf Dehnung 336  
Abrollen des Fußes 112  
Abruf 133  
absteigendes Retikularissystem 13  
Affolter-Modell  
Adaption 63  
Agnosie 224  
Agonist 85  
Akinese 181  
Aktionstremor 75  
Aktiviertheit/Alertness 128  
akustische Hilfen 192  
akustische Vernachlässigung 223  
Alertness 125  
algodystrophisches Syndrom 166  
alignment 95, 318  
Alkoholabusus 17  
Amnesie-Syndrome 139  
Amnestische Aphasia 198  
Anästhesien 20  
Anbahnung selektiver Fingerbewegung 288, 297  
Anosognosie 225  
Antagonist 85  
anterograde Amnesie 139  
Anteversion 158  
Antriebsmangel 17  
apallisches Syndrom 17  
Aphasia 198  
Apraxie 212  
ARAS 15, 125  
Arbeitsgedächtnis 134  
Arousal-System 125  
Aspiration 201  
Assoziationsareale 18  
Assoziationsfasern 21  
assoziierte Bewegungen 50  
assoziierte Reaktion 15, 51  
Ataxie, Befunderhebung, Ziele und Therapie 169  
Atmung 208  
Aufmerksamkeit 125, 131  
Aufmerksamkeitshypothese 218  
Aufmerksamkeitsressourcen 128  
Aufmerksamkeit und berufliche Wieder-eingliederung 131

Aufmerksamkeit und Rehabilitation 130  
aufrechter Sitz 103  
aufsteigendes Retikularissystem 13  
Augenringmuskulatur 210  
Auslöschanomene 219  
Ausrichtung der Schultergürtel 108  
Ausstreichtechniken 288  
automatisierte Armbewegungen 283  
automatisierte Bewegungen 29

## B

Bahnung 7  
Bahnung von Tonusaktivität 60  
Balance 97  
Barthel-Index 231  
Basalganglien 36  
Basissinne 13  
Bauchmuskulatur 153  
Beckenbewegungen beim Gehen 110  
Befunderhebung 229  
Beißreflex 203  
Betätigung 304, 307  
Bewegungen der Skapula XVI, 157  
Bewegungen der Wirbelsäule 154  
Bewegungsanalysen 100  
Bewegungsanalyse von proximal zu distal 116  
Bewegungsapparat 85  
Bewegungsausführung 106  
Bewegungsebenen 89  
Bewegungsentstehung 336  
Bewegungsinitalierung 106  
bewusst-automatisierte Bewegungen 29  
Bewusstsein 123  
Bobath-Konzept XVIII, 315, 317  
Bottom-up-Prozesse 126

## C

Carry over 323  
Chunking 134  
CMOP 304

## D

Daueraufmerksamkeit 129  
deklaratives Gedächtnis 138  
Diadochokinese 177  
Divergenz 6  
dritter sensomotorischer Regelkreis 69  
Dysarthrophonie 199  
dysexekutiven Syndrom 34

Dysphagie 200  
dystrophisches Stadium 167

## E

Efferenzen 45  
Efferenzkopien 74  
Eigenapparat 54  
Emotionen 17  
Enkodierung 133  
epikritische Sensibilität 22  
Equilibriumreaktionen 98, 291  
Ergebnisfeedback 31  
Ergotherapeutische Modelle 304  
erster sensomotorischer Regelkreis 55  
Erzeugungsfeedback 31  
Essen, Parkinson 195  
exeektive Funktionen 122  
Extinktionsphänomen 219  
extrapyramidal System 47  
Extremitätenataxie 177  
exzentrisch 86

## F

F.O.T.T. 203  
Fazialisparese 209  
Fazilitation 96  
Feedforward 31  
Feinmotorik bei Ataxie 179  
Feinmotorik bei Parkinson 193  
Finger-Nase-Versuch 177  
Formatio reticularis 13  
Frontalebene 89  
Frontalhirnsyndrom 34  
Führen 329  
fünfter sensomotorischer Regelkreis 76  
funktionelle Fußlängsachse 112

## G

Gangataxie 176  
Gate – Thalamus, Tor zum Bewusstsein 127  
Gedächtnisfunktionen 132  
Gedächtnisstörung 139  
Gedächtnissysteme 132  
Gefälle 113  
Gehen in Alltagssituationen 113  
Gehtempo 111  
gekreuzter Streckreflex 44  
Gelenkbewegungen 115  
geschlossene kinematische Kette 88  
geschwollene Hand 166

## Sachverzeichnis

geteilte Aufmerksamkeit 129  
Gleichgewichtsreaktionen 41, 97  
Gliazellen 8  
globale Amnesie 139  
globale Aphasie 198  
Graphomotorik 286  
Graphomotorik, Parkinson 195  
graphomotorisches Training 299  
graue Substanz 10, 42  
Greifbewegung 163  
Greifmotorik 28  
Großhirnrinde 18, 32  
Grundstellungen 91  
Grundwachheit 126

## H

halbseitige Vernachlässigung 217  
Haltreaktionen 38  
Haltungsmotorik 28  
Hand-Syndrom 166  
Handmobilisation 293  
Handmotorik 163  
Handödem 166  
Handsensörök 164  
Hemisphärendominanz 21  
Hemmung 7  
Hirnreifung 140  
Hirnstamm 38  
Hirntumore 10  
höhere Gehirnfunktionen 122  
Hüftabduktoren der Standbeinseite 108  
Hüftbeugekontraktur 110  
Hustenreflex 203  
Hygiene, Parkinson 195  
Hyperabduktionssyndrom 162  
Hypothalamus 15

## I

ICF 146  
ideatorische Apraxie 20, 214  
ideomotorische Apraxie 212  
Inaktivitätsödem 166  
integratives Verarbeitungssystemen 12  
Intentionstremor 75  
Irradiation 337

## K

Kälteverfahren 65  
Karpaltunnel 296  
Keypoint 95

Kleinhirn 37, 73  
Klonus 57  
Klonusprüfung 58  
kognitive Funktionen 122  
Kommissurenfasern 21  
Kompensation 173  
Kompensation bei Ataxie 174  
Komponenten normaler Bewegung 100  
konstruktive Apraxie 216  
konstruktive Leistungen 216  
Kontrollpunkte 95  
Konvergenz 6  
konzentrisch 86  
Koordination 178  
Kopffreiheit 106  
Kopfstellreaktionen 99  
Körperfunktionen 147  
Körperhaltung 173  
Körperstrukturen 147  
körperliche Vernachlässigung 221  
Korsakow-Syndrom 17  
kortikothalamisches Gating 127  
Kostoklavikularissyndrom 162  
Kurzzeitgedächtnis (KZG) 134

## L

Labyrinth 70  
Lagerung 59 (s. Sekundärprophylaxe  
Hemiplegie)  
Langzeitgedächtnis (LZG) 135  
Lernprozesse 140  
Liegen 92  
Limbisches System 16  
Lippenmuskulatur 210  
Lobus occipitalis 19  
Lobus parietalis 19  
Lobus temporalis 19  
Lokomotionsgenerator 45  
Lust-, Unlustzentrum 17

## M

M. iliopsoas 168  
Maskengesicht 181  
Massensynergie 47  
mimische Muskulatur 204  
Mobilisation der Hand 295  
Mobilisation des Daumens 296  
Mobilisation des Handgelenks 293, 294  
Mobilisation des Unterarms 293  
modalspezifisches Verarbeitungssystem 12  
Module 77  
Morbus Sudeck 166

Motorik 28  
motorische Aphasie 198  
motorische Endplatte 5  
motorische Entwicklung 84  
motorische Vernachlässigung 222  
multimodales Verarbeitungssystem 12  
multiple Sklerose 10  
Muskelkette 340  
Muselschlingen 340  
Muselschlingen der Skapula 157  
Muskelspindel 56  
Muskelspindeln 56  
muskuläre Dyskoordination 168

## N

Neglect 217, 221  
Neglectpatienten 123  
Neocerebellum 75  
Neokortex 32  
Nervenzelle 4  
neuronales Netzwerk 77  
neuronale Plastizität 78, 140  
normale Bewegung 83  
Nucleus ruber 79

## O

Oberflächensensibilität 22  
offene kinematische Kette. 88  
orale Phase 200  
Orientierungsstörung 216  
örtliche Orientierung 217  
Ösophagusphase 201

## P

Parkinson, Befunderhebung, Therapieziele  
und Therapie 180  
passiver Einrastmechanismus 160  
passive Mobilisation 59  
Perfetti 334  
peripherie Schädigung 63  
pharyngeale Phase 200  
Phasen des Schluckakts 200  
phasisches Arousal 125  
phasische Alertness 131  
Plastizität 317  
positive Stützreaktion 44, 112  
posturaler Hemineglect 219  
präfrontaler Kortex 33  
primäre Projektionsareale 20  
Primär motorischer Kortex 35

Projektionsfasern 21  
 Propriozeption 23, 59  
 Prosopagnosie 224  
 protopathische Sensibilität 22  
 prozedurales Gedächtnis 138  
 Pseudosudeck 166  
 Psychomotorik 16, 141  
 Pulsionssymptomatik 192  
 Pusher-Behandlung 220  
 Pusher-Symptomatik 219

## Q

qualitativen Aussage 231  
 quantitative Aussage 231  
 quantitative Gedächtnisfunktion 132

## R

räumliche Vernachlässigung 221  
 Raumverarbeitung 216  
 Rebound-Extremitäten 177  
 Rebound-Phänomen -- Rumpf 171  
 Reflex 39  
 Reflexdystrophie 166  
 Reizaufnahme 12  
 Reizverarbeitung 12  
 Reizweiterleitung 12  
 Reorganisationsprozesse 78  
 Repräsentationshypothese 217  
 retrograde Amnesie 139  
 Rezeptoren des 1. SMRK 56  
 Rezeptoren des 2. SMRK 61  
 Rezeptoren des 3. SMRK 70  
 reziproke Hemmung 43  
 reziproke Innervation 85, 320  
 Rhythmen 45  
 Rigor 181  
 Rückenlage 92  
 Rückenmark 42  
 Rückenmuskulatur 153  
 Ruhetremor 180  
 Rumpfaktivitäten beim Gehen 107  
 Rumpfataxie 171  
 Rumpfstellreaktionen 99

## S

Sagittalebene 89  
 Saugreflex 203  
 Scapula alata 161  
 Schluckreflex 202  
 Schluckstörung 200

schlurfender Gang 192  
 Schlüsselpunkte 95  
 Schmerzrezeptoren 67  
 schräge Bauchmuskulatur 155  
 Schrittzzyklus 111  
 Schulter 157  
 Schulter-Hand-Syndrom 166  
 Schultergürtel und Armbewegungen beim Gehen 113  
 Schulterschmerz 161  
 Schwerkraft 84  
 Schwungbeinphase 111  
 Sehbahn 222  
 Sehnenspindel 58  
 Seitenvergleich 159  
 sekundäre Assoziationsareale 20  
 sekundär motorischer Kortex 34  
 Sekundärprophylaxe Hemiplegie 338  
 selektive Aufmerksamkeit 128  
 sensible Vernachlässigung 222  
 Sensomotorik 54  
 sensomotorische Regelkreise 54  
 sensorisches Gedächtnis 133  
 sensorische Aphasie 198  
 sensorische Integration 13  
 Sicherung des Schultergelenkes 160  
 Sinneseindruck 12  
 Sinnesempfindung 12  
 Sinnesmodalität 12  
 Sinnesorgan Hand 163  
 Sitzen 93  
 Sitzposition 203  
 Skalenussyndrom 162  
 skapulohumeraler Rhythmus 158  
 Somatosensibilität 22  
 somatotope Gliederung 19  
 Spastizität 52, 152  
 spezifische Thalamuskerne 15  
 Spinocerebellum 74  
 Sprechstörung 199  
 Spurbreite 111  
 Stand 94  
 Standaxie 173  
 Steigungen 113  
 Stellreaktionen 38, 99  
 Stereoagnosie 225  
 Stereognosie 64, 298  
 Stirnmuskulatur 210  
 Stretch 60  
 Stützreaktionen 99  
 Subluxation 161  
 Synapsen 5  
 Synergisten 85

## T

taktile Agnosie 20, 225  
 Tapping 60  
 Taschenmesserphänomen 59  
 Tastsinn 62  
 Taubheitsgefühl 20  
 Temporallappenepilepsie 17  
 tertäre Assoziationsareale 20  
 Thalamus 15  
 Therapiespiegel 220  
 Thermorezeptoren 65  
 Tiefensensibilität 22, 59  
 tonisches Arousal 125  
 tonische Alertness 130  
 tonische Labyrinthreflexe 39  
 tonische Nackenreflexe 39  
 Tonus 49, 318  
 Tonusdifferenz 50  
 Top-down-Prozesse 126  
 Tractus corticospinalis 46  
 Trägheit der Masse 106  
 Transfer über die betroffene Seite 102  
 Transfer über die weniger betroffene Seite 103  
 Transformationshypothese 217  
 Transversalebene 89  
 Treppe 114  
 Tunnelphänomen 191

## U

Übergang Standbein -- Schwungbein 112  
 Übungen 1. Grades 338  
 Übungen 2. Grades 338  
 Übungen 3. Grades 338  
 Ultrakurzzeitgedächtnis 133  
 unspezifische Thalamuskerne 15  
 Unterberger Tretversuch 71  
 Unterstützungsfläche 91

## V

ventrale Muskelkette 154  
 Verbindungsapparat 54  
 Vestibularapparat 70  
 Vestibulariskerne 24  
 Vestibulocerebellum 73  
 vierter sensomotorischer Regelkreis 75  
 Vigilanz 126  
 visuelle Agnosie 224  
 visuelle Hilfen 192  
 visuelle Vernachlässigung 222

**Sachverzeichnis**

Vom Liegen zum Sitz 101  
Vom Sitz zum Stand XV, 83, 103  
Vom Stehen zum Gehen 105

**W**

Wahrnehmung 12  
Wahrnehmungsschwelle 129  
Wärmeverfahren 65  
Weckzentrum 125  
weiße Substanz 10  
Wernicke-Aphasie 198  
Wirbelsäule 153  
Würgereflex 202

**Z**

Zahnradphänomen 181  
Zeigerversuch nach Barany 71  
zeitliche Orientierung 217  
zentraler Schwindel 72  
Ziel- und greifmotorische Bewegungen im  
Stand 292  
Zielmotorik 28  
Zirkumduktion 109  
ZNS 4  
Zungenmotorik 205  
Zungensensibilität 206  
zweiter sensomotorischer Regelkreis 60

<b>1</b>	<b>Neurophysiologische Grundlagen – Zentrales Nervensystem</b>
<b>2</b>	<b>Sensorische Systeme</b>
<b>3</b>	<b>Motorische System</b>
<b>4</b>	<b>Sensomotorik</b>
<b>5</b>	<b>Neuromuskuläre Grundlagen normaler Bewegung</b>
<b>6</b>	<b>Neuropsychologie</b>
<b>7</b>	<b>Internationale Klassifikation der Funktionsfähigkeit, Behinderung und Gesundheit (ICF)</b>
<b>8</b>	<b>Neurologische Krankheitsbilder</b>
<b>9</b>	<b>Störungen der Sprache, des Sprechens, der Gesichtsmuskulatur und des Schluckakts</b>
<b>10</b>	<b>Neuropsychologische Syndrome</b>
<b>11</b>	<b>Befunderhebung und Therapiedurchführung</b>
<b>12</b>	<b>Das Kanadische Modell der Betätigungs-Performanz (CMOP)</b>
<b>13</b>	<b>Therapiekonzepte</b>
<b>14</b>	<b>Arbeitsbögen: Befunderhebung und Therapiedurchführung</b>
<b>15</b>	<b>Literatur</b>
<b>16</b>	<b>Sachverzeichnis</b>