

publiziert bei	 AWMF online Das Portal der wissenschaftlichen Medizin
----------------	---

AWMF-Register Nr.	002/017	Klasse:	S1
--------------------------	----------------	----------------	-----------

Händigkeit – Bedeutung und Untersuchung

Arbeitsmedizinische S1-Leitlinie der Deutschen Gesellschaft für Arbeitsmedizin und Umweltmedizin e.V. (DGAUM) und der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V. (GfA)

Leitlinienkoordination

Johanna Barbara Sattler (München), André Klußmann (Hamburg/Wuppertal)

Leitliniengruppe

Johanna Barbara Sattler (München), André Klußmann (Hamburg/Wuppertal),
Birgit Arnold-Schulz-Gahmen (Dortmund), Almuth Vasterling (Celle),
Bernd Hartmann (Hamburg)

Inhalt

1.	Vorbemerkung	3
2.	Ziele der Leitlinie, Definitionen und Grundlagen	4
2.1	Ziele dieser Leitlinie	4
2.2	Definition von Lateralität und Händigkeit	5
2.3	Häufigkeiten verschiedener Lateralitäten	5
2.4	Entstehung der Händigkeit	6
2.5	Händigkeitsausprägung und Plastizität des Gehirns	6
2.6	Bedeutung der Händigkeit für die Arbeitswelt	7
3.	Unterschiede in der motorischen Leistungsfähigkeit	9
3.1	Handgeschicklichkeit	9
3.2	Bewegungsgeschwindigkeit und -genauigkeit	9
3.3	Maximalkräfte	9
4.	Beeinträchtigte und unbeeinträchtigte Händigkeit	10
4.1	Handgebrauch nach Abschluss des Manifestationsprozesses	10
4.2	Mögliche Folgen für umgeschulte Linkshändige und umgeschulte Rechtshändige auf die subdominante Hand	11
4.3	Relevanz der Händigkeit im Wiedereingliederungsmanagement	11
5.	Händigkeit und Auswirkungen im Berufsalltag	12
5.1	Anlässe für die Beachtung des Themas Händigkeit	12
5.2	Spezielle Aspekte der Beachtung der Händigkeit am Arbeitsplatz	12
5.2.1	Arbeitsmedizinische Anamnese	12
5.2.2	Berufliche Relevanzanalyse	13
5.2.3	Präferenzermittlungen	13
5.2.4	Handleistungstests	14
6.	Händigkeitsgerechte Gestaltung von Arbeitsplätzen	15
6.1	Generelle Empfehlungen	15
6.2	Bereiche der Bürotätigkeiten	15
6.3	Bereiche der Produktion / Fertigung	16
6.4	Bereiche der Medizin	17
6.5	Bereiche der Bauwirtschaft	17
6.6	Fahr- und Steuertätigkeiten	17
7.	Schlussfolgerungen	17
	Literatur	19
	Anhang 1: Häufigkeiten sensorisch-motorischer Lateralitätsgruppen	22
	Anhang 2: Häufigkeit verschiedener Ausprägungen von Händigkeit	25

Leitlinie Händigkeit – Bedeutung und Untersuchung

1. Vorbemerkung

Wesentlicher Bestandteil einer menschengerechten Arbeitsgestaltung ist es, dass die Arbeitsbedingungen und der Arbeitsablauf ergonomisch – also an die Eigenschaften des Menschen angepasst – gestaltet sind. Hierunter fallen u.a. die räumlich und zeitlich optimale Anordnung der zu greifenden Gegenstände (Werkstück, Werkzeug, Halbzeug) sowie die Optimierung der Arbeitsgeräte für eine Aufgabe derart, dass das Arbeitsergebnis (qualitativ und wirtschaftlich) optimal wird und die arbeitenden Menschen möglichst wenig ermüden oder gesundheitlich beeinträchtigt bzw. geschädigt werden, auch wenn sie die Arbeit über Jahre hinweg ausüben. Ein besonderes Augenmerk liegt dabei auf der Gebrauchstauglichkeit und Benutzerfreundlichkeit.

Bei der Gestaltung der Arbeit sind die individuellen Fähigkeiten und Fertigkeiten der Beschäftigten zu berücksichtigen. Dazu gehören auch Aspekte der Lateralität (Seitigkeit) und hierbei insbesondere der Händigkeit (Definitionen: Abschnitt 2.2).

Die Händigkeit ist eine charakteristische Eigenschaft einer Person, die sich auf ihre Entwicklung zur Persönlichkeit auswirkt und die zu respektieren ist. Händigkeit ist eine biologisch determinierte phänomenologische Eigenart und deshalb auch ein inhärenter Wesensbestandteil eines Menschen. Die Respektierung der Händigkeit im Alltag und damit auch im Arbeitsleben ist ein Bestandteil der Persönlichkeitsrechte und darunter des Rechts auf körperliche Unversehrtheit. Erkenntnisse aus der Hirnforschung zeigen, dass eine Umschulung von linkshändigen Menschen zum „pseudodominanten“ Gebrauch der rechten Hand mit negativen Folgen für die Entwicklung von Fähigkeiten und Fertigkeiten einhergehen kann. Das gleiche würde auf Rechtshändige im Falle einer Umschulung auf die linke Hand zutreffen.

Seit Mitte der 80er Jahre des 20. Jahrhunderts hat sich in Mitteleuropa die soziale Bewertung und die generelle Haltung gegenüber Linkshändigkeit und nicht eindeutiger Händigkeit in wichtigen Bereichen unserer Gesellschaft deutlich verbessert. So werden linkshändige Kinder heute in der Regel nicht mehr zu Rechtshändigen umerzogen. Eine Vielzahl von Beobachtungsstudien zeigen einen Zusammenhang zwischen Umschulungen und verschiedenen negativen gesundheitlichen Ausprägungen (siehe Abschnitt 5.2). Es wurden eine Reihe von Änderungen von Vorschriften und Regelungen im Bereich von Schulen, Gesundheits- und Sozialwesen sowie von Verbesserungen bei der Gestaltung von Gebrauchsgegenständen, Spielwaren oder Arbeitsmitteln erreicht. Trotz vieler positiver Veränderungen für Linkshänder*innen sind die Kenntnisse zur Händigkeit beim Menschen noch nicht im gesellschaftlichen Bewusstsein verankert, was u.a. dazu führt, dass es z.B. beim Paradoxon der „unerkannten Rechtshändigkeit“ (siehe Seite 17) ungewollt auch heute noch zur Umschulung von rechtshändigen Personen kommen kann.

Die Häufigkeit von Linkshändigen ist nicht präzise zu bestimmen. Die Vermutung, dass etwa 10 bis 15% der Bevölkerung Linkshänder*innen sind, wäre schon eine hinreichend große Zahl, um nicht als Ausnahme oder Sonderfall zu gelten, mehrere Studien geben diesbezüglich sogar einen Anteil von 20 bis 30% oder noch höher an (siehe Abschnitt 2.3). Es ist zu bedenken, dass man nicht nur „von selbst“ durch Versuch und Erfahrung, sondern auch durch Beobachtung und Nachahmung von

Bezugspersonen lernt. Lernen durch Nachahmen verursacht in einer rechtshändig dominierten Gesellschaft eine erhebliche Dunkelziffer bei der praktischen Ausprägung von Linkshändigkeit im Vergleich zur „angeborenen“ Händigkeit, welche die Aussagekraft der vorhandenen Statistiken einschränkt. Wegen der Annahme, dass durch Umlernen zum Rechtshandgebrauch die Linkshändigkeit unwissentlich „kaschiert“ wird, ist ein deutlich höherer Anteil originär linkshändiger Menschen an der Bevölkerung zu vermuten. Eine Einteilung der Bevölkerung in Links- und Rechtshändigen beschreibt die Sachlage deshalb nicht ausreichend, zumal es unterschiedlich starke Erscheinungsformen der Händigkeit aufgrund von gesellschaftlichen Einflüssen auf die Ausprägung der Händigkeit gibt.

Von der frühkindlichen Entwicklung über die schulische Ausbildung bis zum Berufs- und Arbeitsleben können sich durch die Erkennung und Respektierung der anlagebedingten Händigkeit vermeidbare Konflikte bei der Bewältigung von Anforderungen ergeben. Dabei sind Arbeitsmedizin und Arbeitswissenschaft auf ein hohes Maß interdisziplinärer Zusammenarbeit angewiesen.

2. Ziele der Leitlinie, Definitionen und Grundlagen

2.1 Ziele dieser Leitlinie

Diese Leitlinie soll insbesondere der Berücksichtigung der Händigkeit in der betrieblichen Praxis dienlich sein. Wesentliche Aspekte dieser Leitlinie sind:

- Es sollen die Bedeutung und die Komplexität des Themas Händigkeit dargelegt und betriebliche Akteure des Sicherheits- und Gesundheitsschutzes sowie andere interessierte und mit der Thematik konfrontierte Berufsgruppen wie Arbeitstherapeut*innen / Ergotherapeut*innen zu diesem Thema sensibilisiert werden.
- Betriebliche Akteure des Arbeits- und Gesundheitsschutzes, insbesondere Arbeitsmediziner*innen und Arbeitsgestalter*innen sollen über mögliche Probleme durch nicht adäquate Arbeitsplatzgestaltung bezüglich individueller Seitenbevorzugungen insbesondere der Händigkeit informiert werden.
- Es soll für die frühzeitige Berücksichtigung der Händigkeit in der beruflichen Ausbildung wie in Berufsfachschulen, Hochschulen und Universitäten und in den Ausbildungsbetrieben z. B. durch die richtige Auswahl und Verwendung von Arbeitsmitteln sensibilisiert werden.
- Handlungsempfehlungen sollen die betriebliche Beratung bei ergonomischen Fragestellungen zur individuellen Gestaltung des Arbeitsplatzes unterstützen.
- Bei Beschäftigten mit Beschwerden, die mit Lateralitätsphänomenen in Verbindung gebracht werden können, sollen Empfehlungen für weitere Beratungen z. B. durch spezialisierte Ergotherapeuten*innen gegeben werden.

2.2 Definition von Lateralität und Händigkeit

Der Begriff Lateralität bezeichnet, in welchem Maß entweder die Aufnahme sensorischer Reize oder der motorische Output auf einer Körperseite stärker ausgeprägt ist als auf der anderen Körperseite (nach Murray 1998).

Als Händigkeit – sie ist ein Teil der Lateralität - wird die Bevorzugung der linken oder rechten Hand bei motorischen Handlungen bezeichnet. Sie äußert sich in einem präferierten Handgebrauch insbesondere in Verbindung mit größerer Geschicklichkeit und Ausdauer (Vasterling et al. 2011). Es werden unterschieden:

- die dominante Hand, auch Führungshand oder Leithand genannt und
- die subdominante Hand, auch Hilfshand, Folgehand oder inferiore Hand genannt.

Händigkeit ist vor allem Ausdruck der motorischen Dominanz im menschlichen Gehirn und damit angeboren. Sie betrifft sowohl die Bevorzugung einer Hand als auch die stärkere Betonung der hemisphärischen Verarbeitung motorischer und sensorischer Informationen in der entsprechenden kontralateralen Gehirnhälfte.

Feinmotorische Tätigkeiten, wie z. B. das Zeichnen und Schreiben, Schneiden mit dem Messer oder Feinmontage, werden vornehmlich mit der dominanten Hand ausgeführt. Bewegungen bei Handlungen, die eher großmotorisch über das Schulter-Arm-System realisiert werden, sind weniger lateralisiert. Auch Tätigkeiten mit hohen Anforderungen an die Kraft sind nicht so stark auf die dominante Hand fokussiert, was z. B. bei der Messung der Handdruckkraft nachzuweisen ist (vgl. Abschnitt 3.3).

2.3 Häufigkeiten verschiedener Lateralitäten

In der Arbeitswelt spielt nicht allein die Ausprägung einer Seitenbevorzugung der Hand eine Rolle. Vielmehr ist ein komplexes Gefüge der motorischen Ausrichtung von Händigkeit (H) und Füßigkeit (F) sowie der sensorischen Prägung von Äugigkeit (A) und Ohrigkeit (O) im Zusammenhang zu betrachten. Arnold-Schulz-Gahmen et al. (1998a) ermittelten mittels eines standardisierten Fragebogens in einer repräsentativen Bevölkerungsstichprobe (Adaptation von Coren, 1993¹) die Häufigkeiten des Auftretens der Kombinationen individueller Seitenbevorzugungen für die Organpaare Hand, Auge, Ohr, Fuß (HAOF). Individuell betrachtet zeigt sich die Bevölkerung überwiegend rechts lateralisiert, d. h. die rechte Seite des jeweiligen Organpaares wird bevorzugt eingesetzt. In dieser Untersuchung wurde eine Dominanz von rechter Hand bei 91 %, rechtem Fuß bei 83 %, rechtem Auge (bez. Sehachsendominanz) bei 71 % und rechtem Ohr (bez. Richtungshören) bei 60 % der Stichprobe ermittelt. Diese Häufigkeiten implizieren, dass z. B. nicht jeder Rechtshändige zugleich auch Rechtsäugig ist und demnach auch gekreuzte Lateralitätsprofile vorkommen. Weitere Details zu den hier ermittelten Häufigkeiten sensorisch-motorischer Lateralitätsgruppen siehe Anhang 1.

¹ Ein Online-Test hierzu ist verfügbar unter
<https://www.ifado.de/2014/06/30/der-individuelle-arbeitsplatz/>
<https://www.ifado.de/seitenbevorzugung-selbsttest/>

Wie bereits in den Vorbemerkungen angesprochen wurde, gibt es in der weiteren Literatur zur Häufigkeit von Linkshändigen unterschiedliche Angaben. Verschiedene Studien ermittelten einen Linkshänderanteil in der europäischen Bevölkerung von etwa 10 - 15% (Annett 1975, Porac & Coren 1981, Chapman & Chapman 1987, Björk 2012). Es ist allerdings davon auszugehen, dass diese Arbeiten den tatsächlichen Anteil an Linkshändigen nicht ausreichend erfassen, da einerseits die Gruppe der umgeschulten linkshändigen Personen oft unvollständig erfasst wurde und andererseits unterschiedliche Tests zur Feststellung der Händigkeit eingesetzt werden. Schmauder und Solf (1992) kommen zu dem Schluss, dass die Angabe eines einzigen prozentualen Kennwertes angesichts der unterschiedlichen Klassifikationskriterien der Händigkeit und der Verschiedenheit der erhobenen Stichproben nicht möglich ist. Je nachdem, mit welchen Fragen oder Tests die Händigkeit in Studien erfasst wird, entstehen unterschiedliche Verteilungen.

Unterschiede ergeben sich beispielsweise, wenn als Indikator entweder die Bevorzugung einer bestimmten Hand (Handpräferenz) oder die Leistungsüberlegenheit (Handperformanz) einer Hand betrachtet wird (Schmauder & Solf 1992). Serafin et al. (2014) führten eine Sekundäranalyse zu dieser Fragestellung mit Datensätzen (Befragung und Kraftmessungen) einer repräsentativen Stichprobe von Personen im Alter zwischen 4 und 91 Jahren durch. Tendenziell ist in den jüngeren Altersgruppen der Linkshänderanteil höher, was vermutlich damit zusammenhängt, dass linkshändige Kinder heute nicht mehr umerzogen werden. Weitere Details zu Häufigkeiten von Händigkeiten (bez. Handpräferenz/Handperformanz) sind im Anhang 2 zu finden.

2.4 Entstehung der Händigkeit

Die Frage der biologischen Anthropologie nach der Erbe-Umwelt-Bedingtheit sensorischer und motorischer Seitenbevorzugung und Leistungsdominanz, insbesondere der Linkshändigkeit, hält bis heute historische, religiöse, soziologische, biologische und medizinische Hypothesen und Theorien zu ihrer Erklärung bereit. Aus den verschiedenen Erklärungsansätzen der Händigkeit bilden sich drei prinzipielle Schwerpunkte heraus, die sich in genetische Theorien, Umwelt-Theorien und sonstige Theorien gruppieren lassen. Eine Zusammenfassung hierzu beschreiben z. B. Schmauder und Solf (1992).

2.5 Händigkeitsausprägung und Plastizität des Gehirns

Rechtshändige aktivieren bei motorischen Handlungen der rechten Hand wie dem Schreiben Areale der linken Hirnhemisphäre, während sich dies bei Linkshändigen *vice versa* verhält. Bei den „umgeschulten“ linkshändigen Personen, die entgegen ihrer individuellen Veranlagung beim Schreiben zum Gebrauch der rechten Hand angewiesen wurden, konnte dagegen von Siebner et al. (2002) mittels eines bildgebenden medizinisch-diagnostischen Verfahrens (Positronen-Emissions-Tomographie = PET) folgendes nachgewiesen werden:

Auf Rechtshandgebrauch Umgeschulte aktivieren beim Schreiben nicht ausschließlich Areale der linken, sondern beider Hemisphären. Die assoziativen Steuerungszentren für die Bewegungsplanung bleiben auf der rechten Seite und werden zusätzlich auf der linken Gehirnseite aktiviert (Sun et al. 2012). Somit dürfte sich der physiologische

Aufwand für die Schreibtätigkeit erhöhen. Weitere Untersuchungen mit fMRT (funktionelle Magnetresonanz-Tomographie) zeigten, dass beim feinmotorischen Einsatz rechtshändiger Fingerbewegungen von umgeschulten Linkshändigen nicht nur „angewöhnte“ Hirnstrukturen der linken Hemisphäre aktiviert werden, sondern höhere Rechtshirnareale intrinsisch „passiv“ mitaktiviert werden (Klöppel et al. 2007).

Die neurophysiologisch-neuromorphologischen Besonderheiten zeigen, dass eine umgeschulte linkshändige Person keine „echte rechtshändige“ Person wird. Der auf Rechtshandgebrauch umgeschulte Linkshändige weist in Folge lebenslanger Gehirnplastizität bereits für Schreibtätigkeiten überadditiv aktivierte Hirnareale auf.

Die Rückschulung des Handgebrauchs auf links bei als Kind umgeschulten Linkshändigen zeigt einen erneuten physiologisch-funktionellen anspruchsvollen „Hirumbau“. Die Notwendigkeit eines behutsamen Vorgehens und einer qualifizierten Begleitung von Rückschulungen kann daraus abgeleitet werden. Rückschüler erreichen oftmals nach zwei Jahren regelmäßigen Trainings zum Schreiben mit der linken Hand noch nicht die Leistung, die sie zuvor mit ihrer rechten Hand hatten (Sattler & Marquardt, 2006).

2.6 Bedeutung der Händigkeit für die Arbeitswelt

Der Händigkeit kommt bei vielen beruflichen Tätigkeiten eine große Bedeutung zu. So gibt es kaum Tätigkeiten im handwerklichen oder industriellen Bereich ohne feinmotorische Anforderungen, bei denen nicht eine Hand die Führung bei der Ausführung derartiger Tätigkeiten übernimmt. Das betrifft z. B. komplexe Montageprozesse in der Elektro- und Elektronikindustrie, die handwerkliche Bearbeitung von Holz, Steinen oder Metall wie auch medizinisch operative Tätigkeiten.

Die menschengerechte Gestaltung der Arbeitsbedingungen, welche die individuellen Fähigkeiten und Fertigkeiten des Menschen im Arbeitssystem angemessen berücksichtigt, ist für Links- und Rechtshändige zu gewährleisten.

Daraus folgt insbesondere für Tätigkeiten mit hohen feinmotorischen Anforderungen (Schmauder 1998), dass die Händigkeit berücksichtigt wird

- bei der Arbeitsplatzwahl oder -zuweisung,
- bei arbeitsgestalterischen Maßnahmen,
- bei der Bereitstellung geeigneter Arbeitsmittel sowie z.B. bei der Anordnung und Gestaltung von digitalen Bedienfeldern
- bei der Unterweisung zur Arbeitsausführung (Arbeitstechniktraining).

Aufgrund der Komplexität und Vielfältigkeit von funktionalen Lateralitäten ist deren Bestimmung durch einfache Beobachtung oder das Stellen einiger Fragen zum bevorzugten Gebrauch der rechten oder linken Hand in der Regel nicht ausreichend. Auch können einzelne Leistungskomponenten der Seitendominanz unterschiedlich stark ausgeprägt und auch durch Übung automatisiert sein. So ist beispielsweise eine in Handleistungstests nachweisbare Seitendominanz nicht immer mit einer bevorzugten Nutzung der dominanten Hand korreliert. Für eine kompetente arbeitsmedizinische Beratung ist eine differenzierte Betrachtung erforderlich. Wesentliche Aspekte hierbei sind:

- eine Relevanzanalyse des Arbeitsplatzes (Schmauder 1998), insbesondere hinsichtlich der Beanspruchung bei Nutzung der rechten und/oder linken Hand während der Arbeit (vgl. Abschnitt 5.1) sowie
- die Ermittlung der allgemeinen und der berufsspezifischen Präferenz (vgl. Abschnitt 5.2).

Es wird häufig angenommen, dass Linkshändige eine erhöhte Unfallgefahr haben. Dazu sind bisher allerdings nur wenige und in den Ergebnissen nicht konsistente Untersuchungen publiziert worden. Problematisch hierbei ist die Probandenauswahl, wobei umgeschulte Linkshändige in der Regel keine Beachtung gefunden haben dürften und daher die Ergebnisse kritisch zu betrachten sind. Coren (1989) findet bei 1.896 kanadischen Studierenden ein leicht erhöhtes Unfallrisiko für Linkshändige, jedoch nur bei Sport oder Autofahren. Bei einer Befragung von 402 Personen fand Porac (1993) keinen Unterschied zum Nachteil der Linkshändigen, aber eine generelle Häufung von Unfällen an der dominanten Hand sowohl bei Links- als auch bei Rechtshändigen. Porac und Searleman (2006) untersuchten vergleichend auch das Unfallrisiko für alte Menschen zwischen 65 und 100 Jahren in Kanada und konnten auch hier keine Präferenz von Links- oder Rechtshändigen feststellen. Nach Beaton et al. (1994) sollen in einer chirurgischen Versorgung mehr Rechtshändige mit Verletzungen der linken als der rechten Hand eintreffen, für die Linkshändigen gibt es dagegen keine Angaben. Eine griechische Fall-Kontroll-Studie an 122 Fällen und 244 Kontrollen von Kindern zwischen 4 und 14 Jahren (Skalkidou et al. 1999) zeigt eine nur schwache Beziehung für die Benachteiligung von Linkshändigen bei Unfällen.

Insbesondere bei repetitiven Tätigkeiten (z. B. industrielle Montage von Produkten, Handarbeiten wie an Näharbeitsplätzen oder Polstern) kann das Hand-Arm-System stark belastet sein und zu Beanspruchungsfolgen wie Sehnenscheidenentzündungen oder Kompressionssyndromen, wie z. B. dem Karpaltunnelsyndrom (CTS) führen. Als tätigkeitsbedingte Risikofaktoren werden hierbei insbesondere repetitive Tätigkeiten mit Beugung und Streckung der Hände, erhöhter Kraftaufwand der Hände (kraftvolles Greifen) und/oder die Einwirkungen von Hand-Arm-Vibrationen beschrieben (Giersiepen und Spallek 2011). Es besteht keine wissenschaftliche Evidenz darüber, ob Linkshändige bei der Ausübung von Tätigkeiten mit manuellen Arbeitsprozessen häufiger tätigkeitsbedingt von Beschwerden und Erkrankungen der linken Hand betroffen sind als Rechtshändige mit der rechten Hand. Dies wäre dann zu vermuten, wenn Linkshändige an für Rechtshändigen gestalteten Arbeitsplätzen arbeiten, da hierbei eine ungünstige Hand-Arm-Stellung erwartet werden könnte. Diese Vermutung wird gestützt durch eine Studie von Zambelis et al. (2010), denn sie zeigte, dass Linkshändige ein 13-fach erhöhtes Risiko haben, ein CTS an ihrer dominanten linken Hand zu bekommen, Rechtshändige jedoch nur ein 5-fach erhöhtes Risiko für die rechte Hand. Aufgrund der geringen Evidenz zu Zusammenhängen zwischen der Händigkeit und den Häufigkeiten von lateralitätsspezifischen Erkrankungen können allerdings hier nur die generellen Empfehlungen ausgesprochen werden, bei der Gestaltung derartiger Tätigkeiten auf eine ausgeglichene Belastung der Hände zu achten. Weiterhin sollte darauf geachtet werden, dass die Handhabungen, die ein hohes Maß an Geschicklichkeit erfordern, mit der dominanten Hand ausgeführt werden (siehe hierzu auch Kapitel 6). Es empfiehlt sich zudem die Bewertung und Beurteilung der Tätigkeiten mit anerkannten Verfahren, wie z. B. mit der Leitmerkmalmethode „manuelle Arbeitsprozesse“ (BAuA, 2019).

3. Unterschiede in der motorischen Leistungsfähigkeit

3.1 Handgeschicklichkeit

Die Geschicklichkeit setzt sich aus vielen, weitgehend nicht miteinander korrelierenden Komponenten zusammen, wie zum Beispiel anatomische und physiologische Voraussetzungen, Genauigkeit, Schnelligkeit, Lernfähigkeit, Feinmotorik, taktile Empfindung, Reaktionsgeschwindigkeit, Hand-Hand- und Hand-Auge-Koordination, Komplexität und Art der Aufgabenstellung (Fleishman 1967, 1972). So ist es auch verständlich, dass nur stark lateralisierte Personen eine höhere Geschicklichkeit der bevorzugten Hand aufweisen (Annett et al. 1975, Flowers 1975).

3.2 Bewegungsgeschwindigkeit und -genauigkeit

Der komplexe Zusammenhang zwischen Bewegungsgeschwindigkeit und Bewegungsgenauigkeit des Hand-Arm-Systems hat zur Folge, dass der Mensch bei nicht durch Übung hoch automatisierten Bewegungsabläufen entweder sehr schnelle und relativ ungenaue oder aber langsame und sehr genaue Bewegungen ausführen kann (Schmidt 1988). Die subdominante Hand hat grundsätzlich eine längere sensomotorische Reaktionszeit als die dominante Hand (Flowers 1975). Der Vorteil der dominanten Hand ist somit, dass sie genauere Bewegungen mit geringeren physiologischen Kosten ausführen kann. Die nicht-dominante Hand kann häufig über ein längeres Training eine vergleichbare Performanz erreichen. Daraus resultiert jedoch ein höherer physiologischer und neurologischer Aufwand für Linkshändige bei der Ausführung von Tätigkeiten, die eher für Rechtshändige ausgelegt sind.

3.3 Maximalkräfte

Serafin et al. (2014) betrachteten erreichbare Maximalkräfte bei den Krafftällen Ziehen, Greifen und Drehen unter 1.214 Probanden. Im Mittel sind rechtsdominante Frauen und Männer in allen Krafftällen stärker mit ihrer rechten Hand. Linksdominante Frauen und Männer sind dagegen zwar tendenziell links stärker, jedoch mit deutlich schwächeren Ausprägungen der Seitenunterschiede. Bei der maximalen Zugkraft wird eine generelle Überlegenheit der dominanten Hand beschrieben (Serafin et al. 2014, Schmauder & Solf 1992). Eine Abhängigkeit der Kraftunterschiede von der Raumposition und/oder der Kraftrichtung wurde nicht festgestellt (Schmauder 1998).

Beim Drehen der Hand beispielsweise bei der Benutzung von Schraubendrehern sind allerdings signifikante Unterschiede zwischen Pronation (Innen-) und Supination (Außenrotation) zu beobachten. Bei der Pronation können grundsätzlich höhere Drehmomente auf den Griff eines Schraubendrehers aufgebracht werden als bei der Supination. Das liegt u. a. daran, dass die Kopplungsbedingungen bei der Pronation durch die aktive Beteiligung des Daumenballens verbessert sind. Selbst die subdominante linke Hand einer rechtshändigen Person ist deshalb beim Eindrehen einer Schraube der rechten Hand überlegen. Auch Rechtshändige sollten also für kraftbetontes Drehen im Uhrzeigersinn durchaus die linke Hand benutzen, wogegen Linkshändige z. B. beim Festdrehen einer Schraube grundsätzlich im Vorteil sind. Für rotatorische kraftbetonte Arbeiten entgegen dem Uhrzeigersinn wie beim Lösen von Schraubverbindungen ist jedoch die rechte Hand der linken Hand überlegen.

Aus elektromyographischen Untersuchungen an vier in die Arbeit involvierten Muskeln des Hand-Arm-Systems geht ferner hervor, dass höhere Drehmomente bei der Pronation, d. h. bei der Innenrotation des Armes den Organismus nicht mehr, sondern eher weniger an muskulärem Aufwand kosten. Bei gleichen abverlangten Drehmomenten muss schließlich für die Pronation stets weniger an physiologischem Aufwand als für die Supination investiert werden (Strasser & Wang 1998).

4. Beeinträchtigte und unbeeinträchtigte Händigkeit

4.1 Handgebrauch nach Abschluss des Manifestationsprozesses

Nach Abschluss der Händigkeitsentwicklung werden unterschiedliche Erscheinungsformen der Händigkeit sichtbar. Es können Rechts- und Linkshändige, umgeschulte linkshändige Personen und Menschen mit ständig wechselndem, instabilem Handgebrauch unterschieden werden (vgl. Tabelle 1).

Tab 1: Übersicht über den Handgebrauch nach Abschluss des Händigkeitsmanifestationsprozesses (Vasterling et al. 2011)

	Rechts-händige	Links-händige	Umgeschulte Linkshändige	Menschen mit ständig wechselndem oder instabilem Handgebrauch
Handgebrauch im Alltag sichtbar	rechts	links	links, wechselt bei umgeschulten Tätigkeiten (Schreiben, Malen, Schneiden, Essen, Begrüßen und andere Tätigkeiten)	<ul style="list-style-type: none"> - wechselt innerhalb einer Tätigkeit hin und her, besonders bei Tätigkeiten, die viel feinmotorisches Geschick erfordern (ständig wechselnder Handgebrauch), - wechselt Aktivitätshand bei unterschiedlichen Tätigkeiten (instabiler Handgebrauch)
			links und rechts, wechselt tätigkeitsgebunden (wenn keine zus. Probleme vorliegen)	links oder rechts, instabil, wechselnd, Qualität oft rechts und links nicht gut, muss viel kompensieren
Ursache	zentrale, zerebrale motorische Dominanz links	zentrale, zerebrale motorische Dominanz rechts	Umschulung, Nachahmungsverhalten	
			zentrale motorische Dominanz bleibt trotz Umschulung rechts!	mit feinmotorischen Problemen, die angeboren oder erworben sind
Konsequenzen	kein Handlungsbedarf	Linkshand-gerechte Gegenstände frühzeitig anbieten - Schreibhaltung rechtzeitig vorbereiten - adäquate Hilfestellungen bei Handlungsabläufen geben	Bei Störungen: - Abklärung der Händigkeit - Beratung durch zertifiz. Linkshänder-Berater - Rückschulung andenken - Gebrauchsgegenstände für Linkshändige sind sinnvoll und wichtig - Aufklärung des sozialen Umfelds - Psychotherapie	<ul style="list-style-type: none"> - Grundursache klären (z. B. Mediziner, Psychologe) - Abklärung der Händigkeit - (bewegungs-) therapeutische Interventionen bei Bedarf - Rückschulung / bzw. Stabilisierung des Handgebrauchs andenken - Umweltberatung / Aufklärung des sozialen Umfelds

4.2 Mögliche Folgen für umgeschulte Linkshändige und umgeschulte Rechtshändige auf die subdominante Hand

Bei einer Umschulung des Handgebrauchs – insbesondere für komplexe Vorgänge wie das Schreiben – wird von einer erheblich erhöhten Beanspruchung der motorischen nicht-dominanten Gehirnhälfte und zu einer Fehlbeanspruchung der dominanten Gehirnhälfte ausgegangen. Dabei werden u.a. folgende Primär- und Sekundärfolgen mit Umschulungen in Verbindung gebracht (Vasterling et al. 2011):

- Primärfolgen wie Gedächtnisstörungen und Konzentrationsschwierigkeiten, Lese-Rechtschreib-Störungen, Links-Rechts-Unsicherheit, feinmotorische Störungen und Sprachauffälligkeiten,
- Sekundärfolgen wie Unsicherheit, Zurückgezogenheit, Minderwertigkeits-Komplexe und Verhaltensstörungen, aber auch Kompensationsstreben durch erhöhten Leistungseinsatz.

Diese Auflistung beruht im Wesentlichen auf Beobachtungsstudien, wissenschaftlich quantitative Studien zu dieser Thematik und Untersuchungen über Umschulungen anderer Fertigkeiten liegen nicht vor. Es ist jedoch plausibel, dass insbesondere bei feinmotorischen Tätigkeiten vergleichbare erhöhte Beanspruchungen auftreten können.

4.3 Relevanz der Händigkeit im Wiedereingliederungsmanagement

Neben den zumeist frühkindlich umgeschulten Linkshändigen können auch Ereignisse im späteren Verlauf des Lebens dazu führen, dass die subdominante Hand Aufgaben der dominanten Hand übernehmen muss. Das ist beispielsweise bei verletzungsbedingter Amputation oder Subamputation der dominanten Hand, bei krankheitsbedingten Einschränkungen der dominanten Hand durch Lähmungen (z. B. nach Schlaganfall) oder Mononeuropathien der Fall. Diese können ein Umschulen von der dominanten auf die subdominante Hand übergangsweise oder dauerhaft erfordern. Hierbei ist zu beachten, dass der zusätzliche physiologische Aufwand bei umgeschulten Personen (physiologische Arbeitskosten) erhöht sein kann. Weil die ursprünglich zuständige Hirnhemisphäre trotz Umschulung aktiv bleibt, kommt es zu einer zeitgleichen Aktivierung von graphomotorischen Arealen beider Hemisphären. Bei „forced hand use“ (= erzwungener motorischer Handgebrauch) ändert sich die entsprechende sensomotorische Arealform nicht, aber es wird an der Hirnoberfläche eine Änderung der Faltungslänge und Faltungstiefe sichtbar. Trotz des Rehabilitationserfolges bei Ausfall einer linksseitigen Funktion können umgeschulte Linkshändige keine vollständigen Rechtshändigen werden, sondern sie bleiben trotz „Umlerntrainings“ (Umschulung) in den kortikalen sensomotorischen Arealen des Gehirns Linkshändige, wie auch Sun et al. (2012) mit umgeschulten Linkshändigen zeigen konnten (vgl. Abschnitt 2.4).

5. Händigkeit und Auswirkungen im Berufsalltag

5.1 Anlässe für die Beachtung des Themas Händigkeit

Für die praktische Arbeitsmedizin kann es insbesondere folgende Anlässe zur Beschäftigung mit dem Thema Händigkeit geben:

- **Fallmanagement:** Eine beschäftigte Person wendet sich selbst oder durch Empfehlung eines medizinischen oder psychologischen Therapeuten an den Betriebsarzt wegen einer Beratung und Stellungnahme zu den möglichen Folgen ihrer Linkshändigkeit. Zu erwarten ist dieses bei Beschwerden, soweit diese in einen Zusammenhang zwischen Händigkeit und Arbeit gebracht werden.
- **Rehabilitation und berufliche Wiedereingliederung:** Eine beschäftigte Person kann infolge eines Unfalls oder einer Erkrankung (z. B. Schlaganfall) ihre dominante Hand nicht mehr gebrauchen. Es ist zu klären, ob eine vorwiegend einseitige Ausübung der Tätigkeit möglich ist bzw. ob durch Training der bisher nicht dominanten Hand die Übernahme von anspruchsvollen motorischen Tätigkeiten erlernt werden kann (vgl. Abschnitt 4.3).

Soweit Unfall oder Erkrankung eine Schwerbehinderung zur Folge haben, sind die Möglichkeiten der entsprechenden Unterstützung durch die Integrationsämter dafür mit zu nutzen.

Anforderungen an die Händigkeit dürfen dagegen nicht zum Eignungskriterium für einen Arbeitsplatz mit der Folge des Ausschlusses von Personen aufgrund ihrer Händigkeit führen und z. B. vor der Einstellung als Ablehnungskriterium genutzt werden, soweit sich daraus keine schwerwiegenden Folgen für die Sicherheit Dritter mit hoher Wahrscheinlichkeit ergeben. Eine Eignungsuntersuchung ist nur dann zulässig, wenn ihre Durchführung in einer speziellen Rechtsvorschrift auf gesetzlicher Grundlage ausdrücklich vorgeschrieben ist. Rechtliche Grundlagen finden sich dafür im Grundgesetz oder im Arbeitsschutzgesetz, welche auch in Bezug auf die Diskriminierung auf Grund von Linkshändigkeit zu berücksichtigen sind.

In allen Fällen sollte in die Gefährdungsbeurteilung eine Prüfung der Voraussetzungen der Arbeitsplätze für Linkshändige einbezogen werden und eine entsprechende ergonomische Arbeitsplatzgestaltung gefordert werden (siehe hierzu auch Kapitel 6).

5.2 Spezielle Aspekte der Beachtung der Händigkeit am Arbeitsplatz

Ob und in welchem Umfang die Lateralität tatsächlich Auswirkungen im Berufsalltag haben kann, welche Methoden angewendet und welche Konsequenzen sich daraus ergeben können, wird in diesem Abschnitt behandelt.

5.2.1 Arbeitsmedizinische Anamnese

Die Kernfrage ist, ob gesundheitliche Probleme, reduzierte Leistungsfähigkeit oder sonstige Einschränkungen existieren, die im Zusammenhang mit der Händigkeit stehen können. Es ist als Prinzip der Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge zu unterscheiden zwischen Konstellationen, bei denen

- a) der Konflikt zwischen Händigkeit und Arbeitsanforderungen offensichtlich ist, weil wesentliche vorwiegend motorische, seltener sensible Anforderungen mit der nicht dominanten Hand auszuführen sind oder
- b) ein Konflikt bei der Bewältigung motorischer Anforderungen auf Grund unspezifischer Beschwerden angenommen wird, eine Diskrepanz jedoch nicht augenscheinlich ist.

Die große Zahl unerkannter anlagebedingter linkshändiger Personen könnte zu der Vermutung führen, dass nicht alle von ihnen erkennbare berufliche Konflikte bei der Bewältigung der Arbeit mit rechtsseitig betonten Anforderungen haben. Andererseits gibt es keine für die fehlende Berücksichtigung von Lateralität spezifischen gesundheitlichen oder psychischen Symptome, die eine Erkennung von beruflichen Lateralitätskonflikten leicht machen würden. Bei erkannten Konflikten kann die Beratung durch spezielle Fachstellen² hilfreich sein, soweit diese regional verfügbar sind.

5.2.2 Berufliche Relevanzanalyse

Zur orientierenden Erkennung der Anforderungen an die Händigkeit können Beispiele aus dem „Dokumentationsbogen zur Händigkeitsabklärung S-MH®“ (Sattler 2002 und 2019) dienen. Konkrete Beispiele für die Händigkeit kennzeichnende Tätigkeiten anhand der Rubriken der Sattler-Methodik zu Händigkeitsfragen (= S-MH®) sind für die Tätigkeitsbereiche u.a.

- Spontane Tätigkeiten, die mit einer Hand ausgeführt werden können und die von Erziehung und Umwelt nicht oder kaum geprägt sind - Beispiel: Mit welcher Hand werden Perlen auf einen senkrecht fixierten Draht aufgesteckt oder Blumen gegossen?
- Sehr spontane Tätigkeiten, die mit zwei Händen ausgeführt werden können. Auch diese Tätigkeiten sind nicht oder kaum von der Erziehung oder Umwelt geprägt - Beispiel: Handbesen und Schaufel benutzen – welche Hand führt den Handbesen?
- Tätigkeiten, die durch Erziehung und Nachahmung geprägt und beeinflusst sind - Beispiel: Hammer beim Nageln benutzen, Messer bzw. Löffel beim Essen benutzen oder Stift halten beim Malen und Schreiben?
- Durch technische Vorrichtungen geprägte Tätigkeiten und fehlende Produkte für die dominante Hand / Arbeitsmittel: Konstruktion legt fest oder legt nicht fest, mit welcher Hand Geräte wie z. B. die Schere genutzt werden?

5.2.3 Präferenzermittlungen

Bei der Linkshändigkeit handelt es sich nicht um eine Krankheit, sondern um eine angeborene Eigenschaft des Menschen. Die Ermittlung der Händigkeit, die in der Regel mit dem Verdacht auf unerkannte Linkshändigkeit verbunden ist, sollte eigentlich bereits im Kindesalter erfolgen, um die Umschulung der Händigkeit zu vermeiden. Wenn im Rahmen der beruflichen Tätigkeit der Betriebsarzt mit dieser Fragestellung konfrontiert wird, so wird es in der Regel darum gehen, die

² www.lefthander-consulting.org/deutsch/netzwerk/berater-finden/

Notwendigkeit einer spezifischen Betreuung zu erkennen und diese anzustoßen, indem betroffene und beratende Person in Kontakt treten können.

Hierzu stehen verschiedene Verfahren zur Verfügung. Als grobes Screening Instrument ist beispielsweise das Verfahren nach Oldfield (Oldfield 1971) anerkannt und wird häufig verwendet. Deutlich differenzierter wird die Thematik im bereits im vorherigen Abschnitt 5.2.2 beschriebenen S-MH® Ansatz von Sattler (Sattler 2002 und Sattler 2019) aufgegriffen. Darüber hinaus sei nochmal auf die Beratung durch spezielle Fachstellen (vgl. Abschnitt 5.2.1) verwiesen.

5.2.4 Handleistungstests

Leistungstests zur Händigkeit erfassen insbesondere die Feinkoordination und Handlungsgeschwindigkeit, können aber unter experimentellen Bedingungen auch variable Bewegungsbereiche, Gewichtsbelastungen, Frequenzvorgaben, zusätzliche sensorische Belastungen u.a. einbeziehen.

Handleistungstests können nach verschiedenen Gesichtspunkten gruppiert werden (Steingrüber 1992):

- Einhandprüfungen (z. B. Tapping, Dynamometer)
- Zweihandprüfungen (z. B. Einfädeln eines Fadens in die Nadel)
- Simultanprüfungen (Prüfverfahren mit gleichzeitig gleichen Leistungsanforderungen an beide Hände)

Eine weitere Differenzierungsmöglichkeit ergibt sich aus der Berücksichtigung der hauptsächlich zugrunde liegenden physiologischen Leistungskomponenten (visuell gesteuerte Feinmotorik, Geschicklichkeit, Zeitempfinden, Reaktionsschnelligkeit u.a.). Bei positiv definierten Leistungen (Trefferzahl) ist ein standardisierter Dominanz-Index (DI) üblich, der von -1 (extreme Linkshändigkeit) bis +1 (extreme Rechtshändigkeit) variieren kann:

$$DI = \frac{\text{Rechtsleistung} - \text{Linksleistung}}{\text{Linksleistung} + \text{Rechtsleistung}}$$

Mögliche Handleistungstests sind z. B.:

- H-D-T Hand-Dominanz-Test nach Steingrüber (1976),
- O'CONNOR-Test zur Finger-Hand-Geschicklichkeit und
- Tapping.

Eine Beschreibung dieser Verfahren einschl. Referenzwerte findet sich in Schmauder & Solf (1992). Anamnestiche Hintergründe, also die Händigkeit beeinflussende Ereignisse im Leben des Probanden / der Probandin werden bei diesen rein auf die Messung der Leistung reduzierten Tests allerdings nicht berücksichtigt.

6. Händigkeitsgerechte Gestaltung von Arbeitsplätzen

6.1 Generelle Empfehlungen

Auf Grund der Vielfalt möglicher Arbeitsanforderungen und Ausführungsbedingungen können für die händigkeitsgerechte Gestaltung von Arbeitsplätzen nur beispielhafte Anregungen gegeben werden. Um generell die Belastung des Hand-Arm-Systems bei manuellen Tätigkeiten zu ermitteln wird die Anwendung der Leitmerkmalermethode „Manuelle Arbeitsprozesse“ empfohlen (Steinberg et al. 2014). Neben den allgemeinen Empfehlungen zur ergonomischen Arbeitsplatzgestaltung (vgl. z. B. Laurig 1990, Becker et al. 1993, Schlick et al. 2010, Lange & Windel 2013, Schmidtke 2013, Schmauder & Spanner-Ulmer 2014) sollten spezifische Aspekte in Bezug auf die Händigkeit berücksichtigt werden. So kann man Arbeitssysteme in Bezug auf die Händigkeit klassifizieren:

- Arbeitssysteme, Maschinen und Arbeitsgeräte mit asymmetrischen Handhabungsanforderungen sollten auf rechts- und linkshändigen Gebrauch adaptierbar sein. Anzustreben ist ein erweitertes Angebot an für Linkshändige adaptierte Arbeitsmittel und -geräte,
- Arbeitsplätze mit einseitiger Festlegung zur Ausführung einer Tätigkeit mit der Hand sollten generell vermieden werden, da sich Leistungseinschränkungen, erhöhte Unfallgefahren sowie mittelfristige Gesundheitsbeeinträchtigungen ergeben können.
- In Gebrauchsanweisungen für Maschinen und Geräte mit asymmetrischer Handhabung sollten Empfehlungen zur Händigkeit aufgenommen werden. Dies wird zunehmend in Regelwerken des Arbeitsschutzes wie technischen Regeln, internationalen Normen oder Informationen der gesetzlichen Unfallversicherungsträger gefordert bzw. empfohlen (siehe dazu u.a. BGHM 2013).

6.2 Bereiche der Bürotätigkeiten

Über die in Abschnitt 6.1 genannten generellen Empfehlungen hinaus, sollten im Bürobereich u.a. folgende Gestaltungsempfehlungen Berücksichtigung finden:

- Eingabehilfsmittel (z. B. Computermäuse, Tastaturen), die prinzipiell für die linke und rechte Hand gleichermaßen anwendbar sind, sollten entsprechend für linkshändige Personen eingestellt werden und Betroffenen Hilfe bei der Einstellung gegeben werden.
- Scheren u. a. Hilfsmittel sollten speziell für linkshändige und rechtshändige Personen bereitgestellt werden.
- Die Stellflächen für Telefone und BüROUTENSILIEN sollten so variabel sein, dass sie im Arbeitsbereich links oder rechts aufgestellt werden können.

6.3 Bereiche der Produktion / Fertigung

Über die in Abschnitt 6.1 genannten generellen Empfehlungen hinaus, sollten im Produktionsbereich an Montagearbeitsplätzen folgende Gestaltungsempfehlungen berücksichtigt werden:

- Handgehaltene elektrische, hydraulische oder mit Druckluft angetriebene Werkzeuge wie z. B. Schrauber, Drehmomentschlüssel, Tacker oder Niethämmer sollten eine händigkeitsneutrale Griffgestaltung haben. Sofern diese nicht mittig über dem Arbeitsplatz angebracht sind, sollten bei Wechselarbeitsplätzen Ablagen (z. B. Köcher) auf der rechten und linken Seite vorhanden sein.
- Häufig benutzte Materialien sollten in der Nähe der dominanten Hand sein. Bei Wechselarbeitsplätzen sollten sich diese aufwandsarm je nach personeller Besetzung von der einen auf die andere Seite wechseln lassen.
- Zur prospektiven ergonomischen Gestaltung von Montageplätzen haben sich das so genannte Card-Board-Engineering (vgl. Abb. 1) oder Arbeitssimulationssoftwaretools bewährt. Hier lässt sich bereits vor der Konstruktion eines neuen Arbeitssystems prüfen, ob die Arbeitsabläufe wie geplant funktionieren können. Bei der Einbeziehung von Links- und Rechtshändigen bereits in dieser Phase lassen sich spätere Schwachstellen frühzeitig erkennen und vermeiden.



Abb. 1: Beispiel für Card-Board-Engineering in einer U-Shape Zelle
(Quelle: Continental AG, Bebra)

6.4 Bereiche der Medizin

Über die in Abschnitt 6.1 genannten generellen Empfehlungen hinaus, sollten in Bereichen der Medizin u.a. folgende Gestaltungsempfehlungen Berücksichtigung finden:

- Bei Pflegearbeiten sollten Möglichkeiten des Einsatzes der linken Führungshand genutzt werden, soweit es die räumlichen Verhältnisse am Pflegebett zulassen
- Händigkeitsneutrale oder händigkeitsanpassbare Griffe an chirurgischen Instrumenten und Geräten wie z. B. an Laparoskopien sind zu bevorzugen.
- Beim Aufstellen von Monitoren o.ä. im OP Berücksichtigung, dass linkshändige und rechtshändige in einer anderen Achse zum Patienten stehen und somit auch eine andere Blickrichtung haben.

6.5 Bereiche der Bauwirtschaft

Über die in Abschnitt 6.1 genannten generellen Empfehlungen hinaus, sollten im Baubereich u.a. folgende Gestaltungsempfehlungen Berücksichtigung finden:

- Werkzeuge und handgeführte Arbeitsmaschinen (z. B. Bohrmaschinen, Sägen, Schleifhexen) sollten eine an die Linkshändigkeit anpassbare Griffgestaltung aufweisen.
- Führen von Baugeräten vgl. Abschnitt 6.6.

6.6 Fahr- und Steuertätigkeiten

Über die in Abschnitt 6.1 genannten generellen Empfehlungen hinaus, stehen bei Fahr- und Steuertätigkeiten u.a. folgende Gestaltungsempfehlungen im Vordergrund:

- Die seitenneutrale Cockpitgestaltung bei Fahrzeugführerständen sollte Linkshändige einen uneingeschränkten Einsatz erlauben.
- Displays und Steuerungselemente von Kränen, Flurförderungsgeräten und selbstfahrenden Maschinen sollten auf Grund der Anordnung und der Bedeutung von Stellteilen durch Linkshändige ebenso wie durch Rechtshändige mit etwa gleichem Aufwand bedienbar sein.

7. Schlussfolgerungen

- Linkshändige stellen eine Normvariante der biologischen Entwicklung der Lateralität im Gehirn dar, die im Alltags- und Arbeitsleben zu berücksichtigen ist.
- Beim Auftreten des Verdachts auf Konflikte der Bewältigung motorischer Arbeitsanforderungen durch Linkshändige ist nach adäquaten Lösungen zu suchen. Linkshändigkeit ist weder als eine Krankheit noch als eine Abnormalität oder Behinderung zu betrachten. Sie bietet auch keinen Grund für eine eingeschränkte Leistungsfähigkeit im Arbeitsumfeld. Das eigentliche Problem liegt zumeist in der Gestaltung von Arbeitsabläufen, der Arbeitsplatzgestaltung, der Gestaltung technischer Vorrichtungen oder/und geringen Kenntnissen zur Händigkeit bzw. Lateralität sowohl bei Rechtshändigen als auch Linkshändigen.

- Der Anteil Linkshändiger in der Bevölkerung ist nicht exakt geklärt. Beobachtungen bei Kindern und die mit zunehmender Akzeptanz steigende Rate deuten darauf hin, dass es zwischen 10 und 15%, aber auch >20% sein könnten.
- Hohe Anforderungen an die Komplexität der Ausführung motorischer Handlungen – insbesondere an die Feinkoordination – erhöhen auch den physiologischen Aufwand für die Bewältigung von rechtshändig geprägten Arbeitsaufgaben durch Linkshändige.
- Die Arbeitsanforderungen sind bezüglich der Händigkeit in vielen Bereichen nicht so hoch, dass es ein generelles Problem für alle Linkshändigen in der Arbeitswelt gibt. Arbeitsanforderungen in gewerblichen Tätigkeiten sind mehr betroffen als bei vorwiegend geistiger Arbeit. Für gewerbliche Tätigkeiten mit rechtsorientierten Handarbeiten kann die Suche nach gezielten Lösungen erforderlich sein.
- Die überwiegende Zahl der Büroarbeitsplätze kann durch Umorganisation des Arbeitsplatzes und Nutzung von Anpassungen in der Software mit geringem Aufwand optimiert werden. Probleme bestehen hier eher bei Arbeitsplätzen mit Nutzung durch wechselnde Personen.
- Arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse über die Grenzen des Einsatzes von Linkshändigen an rechtsdominanten Arbeitsplätzen sind begrenzt, da diese Thematik bisher kaum Gegenstand der Forschung ist. Erhöhte Unfallgefahren bei bestimmten Konstellationen der Arbeitsanforderungen gehören zum gesicherten arbeitswissenschaftlichen Erkenntnisstand.
- Betriebsärzte können im Rahmen der ergonomischen Beratung der Unternehmen und des Fallmanagements eine wichtige Rolle für die Berücksichtigung der Linkshändigkeit bei der Bewältigung der Arbeit spielen. Orientierende Fragen zur Verifizierung eines Konflikts bei (Unfall- oder Krankheitsfolgen) sowie bei unerkannter Linkshändigkeit (umtrainierte/umgeschulte Linkshändige) oder unerkannter Rechtshändigkeit helfen, den Bedarf zu erkennen und Maßnahmen einzuleiten.
- Linkshänder*innen-Berater*innen / Ergotherapeut*innen haben eine wichtige Unterstützungsfunktion bei der Erkennung und Lösung von Konflikten³. Ihre Erkenntnisse und Erfahrungen beziehen sich häufig vorwiegend auf das Kindesalter, in dem sich die Lateralität und darunter die Linkshändigkeit verstetigt und in dem sie als angeborene Eigenschaft erkannt und akzeptiert werden sollte. Die Übertragung auf das Erwachsenenalter wird mitbestimmt durch die entsprechenden wissenschaftlichen Erkenntnisse.

³ Kontakt: Deutscher Verband der Ergotherapeuten e.V. - DVE www.dve.info und
Erste deutsche Beratungs- und Informationsstelle für Linkshänder und umgeschulte Linkshänder e.V.
www.lefthander-consulting.org/deutsch/netzwerk/berater-finden/

Literatur

- Annett, M. (1975): Hand preference and the laterality of cerebral speech. *Cortex*. Dec;11(4):305-28.
- Arbeitsschutzgesetz vom 7. August 1996 (BGBl. I S. 1246), das zuletzt durch Artikel 113 des Gesetzes vom 20. November 2019 (BGBl. I S. 1626) geändert worden ist
- Arnold-Schulz-Gahmen, B.E., Ehrenstein W.H., Schweingruber T., Selinski S., Zschiesche E., Urfer W. (1998a): Laterality of eye, ear, hand and foot: Distribution and implications for sensory-motor performance. *Pfügers Archiv -European Journal of Physiology* 435, suppl., R 228.
- Arnold-Schulz-Gahmen, B.E, Selinski, S., Ehrenstein, W.H. (1998b): Eye, ear, hand and foot: clusteranalysis of individual laterality profiles. In: Elsner, N. Wehner, R. (Hrsg.) *Proceedings of the 26th Göttingen Neurobiology Conference II*, S. 748. Georg Thieme Verlag, Stuttgart.
- Arnold-Schulz-Gahmen, B.E, Selinski, S., Ehrenstein, W.H. (1999): An analysis of laterality interrelations. *Pflügers Archiv - European Journal of Physiology* 437 (Suppl.) R 192.
- Beaton, A.A., Williams, L., Moseley, L.G. (1994): Handedness and hand injuries. *J Hand Surg* 19:158 - 161.
- BAuA (Hrsg.) 2019: Gefährdungsbeurteilung mit Leitmerkmalmethode. www.baua.de/leitmerkmalmethoden (Abruf: 25.05.2020)
- Becker, M., Eissing, G., Euler, H.P., Hettinger, T., Knauth, P., Ohl, B., Strasser, H., Wobbe, G. (1993): *Kompodium der Arbeitswissenschaft*. (Hrsg.: T. Hettinger & G. Wobbe), Kiehl Verlag, Ludwigshafen.
- BGHM – Berufsgenossenschaft Holz und Metall (2013): Fach-Information FI Nr. 0034: Händigkeitsgerechtes Arbeiten. https://www.bghm.de/fileadmin/user_upload/Arbeitsschuetzer/Fachinformationen/Fachinformationen/FI-0034_Haendigkeitgerechtes-Arbeiten.pdf (Abruf: 25.05.2020)
- Björk T, Brus O, Osika W, Montgomery S. (2012): Laterality, hand control and scholastic performance: a British birth cohort study. *BMJ Open*. 2012 ;2(2):e000314.
- Chapman, L.J., Chapman, J.P. (1987): The measurement of handedness. *Brain Cogn*. Apr;6(2):175-83.
- Coren, S. (1989): Left-handedness and accident-related injury risk. *Am J Public Health* 79:1040 - 1041.
- Coren, S. (1993): The lateral preference inventory for measurement of handedness, footedness, eyedness and earedness: Norms for young adults. *Bull. Psychonomic. Soc.* 31:1-3.
- *Eignungsuntersuchungen in der betrieblichen Praxis*. DGUV Information 250-010. Berlin 2015
- Flowers, K. (1975): Handedness and controlled movement. *Br J Psychol*. Feb;66(1):39-52.
- Giersiepen, K., Spallek, M. (2011): Karpaltunnelsyndrom als Berufskrankheit. *Dtsch Arztebl Int* 108(14):238-42;
- Klöppel, S., Vongerichten, A., van Eimeren, T., Frackowiak, R.S.J., Siebner, H. (2007): Can left-handedness be switched? Insights from an early switch of handwriting. *The Journal of Neuroscience*, 27(29):7847-7853.

- Lange, W., Windel, A. (2013): Kleine ergonomische Datensammlung. 15. Auflage, TÜV Media, Köln.
- Laurig, W. (1990): Grundzüge der Ergonomie. Erkenntnisse und Prinzipien. 3. Auflage. Beuth Verlag, Berlin.
- Murray, E.A. (1998): Hemisphärenspezialisierung. In: Fisher, A.G., E.A. Murray, A.C. Bundy: Sensorische Integrationstherapie. Springer-Verlag, Berlin.
- Oldfield, R.C. (1971): The assessment and analysis of handedness: The Edinburgh inventory. *Neuropsychologia* 9:97-113.
- Porac, C. (1993): Hand preference and the incidence of accidental unilateral hand injury. *Neuropsychologia* 31:355 - 362.
- Porac, C., Coren S. (1981): *Lateral Preferences and Human Behavior*, Springer, New York.
- Porac, C., Searleman, A. (2006): The effects of hand preference side and hand preference switch history on measures of psychological and physical well-being and cognitive performance in a sample of older adult right-and left-handers. *Neuropsychologia* 40:2074 - 2083.
- Sattler, J.B. (1995): *Der umgeschulte Linkshänder oder Der Knoten im Gehirn*. Auer-Verlag, Augsburg, 13. überarbeitete und ergänzte Auflage 2019.
- Sattler, J.B. (2002): Linkshändige und umgeschulte linkshändige Kinder sowie Kinder mit wechselndem Handgebrauch in der Ergotherapie. In: *Ergotherapie & Rehabilitation*, Herausgeber: Deutscher Verband der Ergotherapeuten e.V., Schulz-Kirchner Verlag GmbH, 41. Jg., Mai 2002, S. 21-29.
- Sattler, J.B. (2019): *Händigkeitsabklärung S-MH® nach der Sattler-Methodik*. Testverfahren mit Itemkarten, Kopiervorlagen und umfassendem Dokumentationsbogen. Auer Verlag, 2019
- Sattler, J.B., Marquardt, C. (2006): Rückschulung bei erwachsenen umgeschulten Linkshändern. In: *Motorik, Zeitschrift für Motopädagogik und Mototherapie*, September 2006, S. 121-127.
- Schlick, C., Bruder, R., Luczak, H. (2010): *Arbeitswissenschaft*. Springer, Berlin.
- Schmauder, J., Solf, J. (1992): Einfluss der Händigkeit bei der Handhabung von Arbeitsmitteln, Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz, Dortmund.
- Schmauder, M. (1998): Händigkeitsgerechte Gestaltung von Arbeitsmitteln. *Arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse* Nr. 112, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Dortmund.
- Schmauder, M., Spanner-Ulmer, B. (2014): *Ergonomie - Grundlagen zur Interaktion von Mensch, Technik und Organisation*. Hanser Verlag, München.
- Schmidt, R.A. (1988): *Motor Control and Learning – A Behavioral Emphasis*. Champaign. Human kinetik books, USA
- Schmidtke, H. (2013): *Ergonomie: Daten zur Systemgestaltung und Begriffsbestimmungen*. Carl-Hanser-Verlag. München.
- Serafin, P., Mühlemeyer, C., Levchuk, I., Gebhardt, H., Klußmann, A. (2014): Auswirkungen der Handpräferenz auf die isometrische Maximalkraft bei ausgewählten Kraftfällen. *Zbl. Arbeitsmed.* DOI 10.1007/s40664-014-0044-2.

- Siebner, H.R., Limmer, C., Peinemann, A., Drzezga, A., Bloem, B.R., Schwaiger, M., Conrad, B. (2002): Long-term consequences of switching handedness: A positron emission tomography study on handwriting in “converted” left-handers. *The Journal of Neuroscience*, 22(7):2816-2825.
- Siefert, A., Ehrenstein, W. H., Arnold-Schulz-Gahmen, B. E., Sökeland, J., Luttmann, A. (2003): Populationsstatistik und Assoziationsanalyse sensumotorischer Seitenbevorzugung und deren Relevanz für verschiedene berufliche Tätigkeitsfelder. *Zbl. Arbeitsmed.* 53:346-353.
- Skalkidou, A., Petridou, E., Dessypris, N., Karanikas, E., Pistevos, G., Trichopoulos, D. (1999): Risk of upper limb injury in left handed children: a study in Greece. *Inj Prev* 5:68 - 71.
- Steingrüber, H.J. (1976): Hand-Dominanz-Test H-D-T, Handanweisung. Dr.C.J. Hogrefe, Göttingen. Toronto. Zürich.
- Steingrüber, H.J. (1992): Erfassung der Seitendominanz. In: R. Knußmann (Hrsg.): *Anthropologie*, Bd. I, 2. Teil, Fischer, Stuttgart. Jena. New York.
- Steinhausen, D., Langer, K. (1977): Clusteranalyse. Walter de Gruyter. Berlin.
- Strasser, H., Wang, B. (1998): Screwdriver Torque Strength and Physiological Cost of Muscles Dependent on Hand Preference and Direction of Rotation. *Occupational Ergonomics* Vol. 1(1):13-22.
- Sun, Z.Y., Klöppel, S., Rivère, D., Perrot, M., Frackowiak, R., Siebner, H., Mangin, J.-F. (2012): The effect of handedness on the shape of the central sulcus. *Neuroimage*, 60:332-339.
- Vasterling A., Weiland G., Sattler, J.B.: Linke Hand- Rechte Hand: Ein Ratgeber zur Händigkeit. Schulz-Kirchner Verlag GmbH, Idstein, 2011
- Zambelis, T., Tsivgoulis, G., Karandreas, N. (2010): Carpal tunnel syndrome: associations between risk factors and laterality. *Eur Neurol.* 63(1):43-7.

Anhang 1: Häufigkeiten sensorisch-motorischer Lateralitätsgruppen⁴

Nachdem allgemeingültigen Reiz-Reaktions-Prinzip erfasst ein Mensch zunächst eine Arbeitsaufgabe kognitiv-sensorisch auf die er dann motorisch zu reagieren hat. So wird die Arbeitswelt nicht nur von der Ausprägung der Seitenbevorzugung einer Hand beeinflusst. Vielmehr ist ein eher komplexes Gefüge der motorischen Ausrichtung von Händigkeit (H) und Füßigkeit (F) der sensorischen Prägung von Äugigkeit (A) und Ohrigkeit (O) gegenübergestellt zu betrachten. Der Beziehung von Hand und Auge ist dabei wegen der natürlichen Aufgabenkopplung in einer Arbeitsumgebung die höchste Aufmerksamkeit geschuldet (daher wird im Folgenden die motorisch-sensorische Merkmalsfolge HAOF aufgeführt; siehe Abb. 2).

Menschen können in der individuellen Bevorzugung von bestimmten Seiten ihrer motorisch-sensorischen Organpaare sehr unterschiedlich sein. Arnold-Schulz-Gahmen et al. (1998a) ermittelten dazu die Auftretenshäufigkeiten individueller Seitenbevorzugungen der Organpaare HAOF im Verbund mittels eines standardisierten Fragebogens in einer repräsentativen Bevölkerungsstichprobe (Adaptation von Coren 1993⁵).

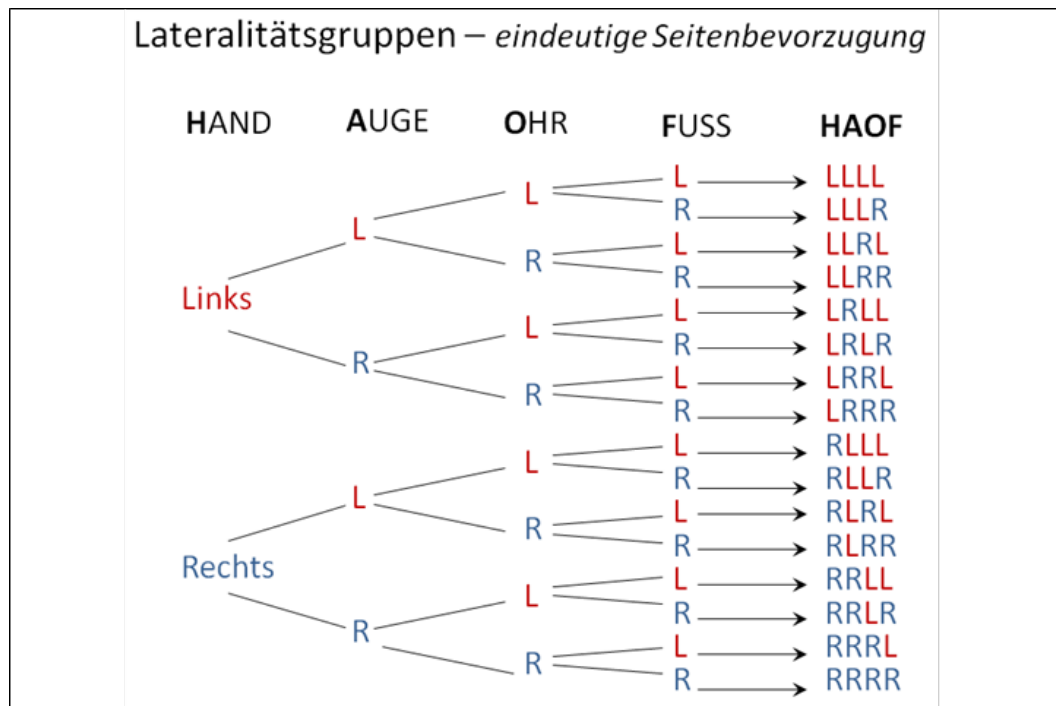


Abb. 2: Lateralitätsgruppen eindeutiger Seitenbevorzugung HAOF
(= Seitenbevorzugungen von Hand - Auge - Ohr - Fuß);
L=links; R=rechts (ohne ambilateral).

⁴ Spezifische Auswertung für diese Leitlinie durch Birgit Arnold-Schulz-Gahmen, IfADo – Leibniz-Institut für Arbeitsforschung an der TU Dortmund, Ardeystraße 67, D- 44139 Dortmund

⁵ Ein Online durchführbarer Test hierzu ist im Internet verfügbar unter
<https://www.ifado.de/2014/06/30/der-individuelle-arbeitsplatz/>
<https://www.ifado.de/seitenbevorzugung-selbsttest/>

Individuell betrachtet zeigt sich die Bevölkerung (Datenerhebung in einer repräsentativen Stichprobe von über 3.300 Probanden) wie folgt überwiegend rechts lateralisiert, d. h. die rechte Seite des jeweiligen Organpaares wird bevorzugt eingesetzt: die rechte Hand bei 91 %, der rechte Fuß bei 83 %, das rechte Auge (bez. Sehachsendominanz) bei 71 % und das rechte Ohr (bez. Richtungshören) bei 60 % der Stichprobe. Diese Zahlen implizieren schon, dass z. B. nicht jeder Rechtshändige gleichzeitig auch Rechtsäuger sein kann und damit auch seitengekreuzte Lateralisierungsprofile vorkommen.

Die Ausprägung des Lateralisierungsgrades kann dabei in ca. 70 % der Merkmale eindeutig sein, d.h. das jeweilige Organpaar wird entweder links oder rechts bevorzugt eingesetzt. Ist dies nicht der Fall, spricht man von Ambilateralität. Das trifft für die übrigen 30 % der Bevölkerung für mindestens ein Organmerkmal zu (partiell ambilateral; Arnold-Schulz-Gahmen et. al. 1999). Bezüglich der nicht stark ausgeprägten Händigkeit (immerhin über 6 % der Ambilateralen) verbirgt sich hier sicherlich auch ein Anteil von „umgeschulten Linkshändigen“.

Eine weitergehende Analyse der eindeutigen Lateralitätsgruppen HAOF (Siefer et al. 2003) zeigt das Überwiegen der „Rechtskongruenten“ (63 % der Stichprobe), gegenüber den „Linkskongruenten“ (3 %) sowie „Inkongruenten“ (ca. 33 %; d.h. hier werden ein bis drei Organpaare einseitig bevorzugt, mindestens ein Organpaar unterscheidet sich hinsichtlich der Seitenbevorzugung davon), siehe Tab 2.

Tab. 2: Verteilung von Lateralitätsgruppen HAOF (= Seitigkeit Hand - Auge - Ohr - Fuß) in einer Bevölkerungsstichprobe (N=3.333, östliches Ruhrgebiet);
L = links; R = rechts; o. a. = ohne ambilateral.

Lateralitätsgruppen			Gesamt			Frauen			Männer		
o. a.	Prägung	HAOF	Personen	entspricht 100%		Personen	43.8% von gesamt		Personen	56.2% von gesamt	
				Lateralisierung	100% o. a.		Lateralisierung	100% o. a.		Lateralisierung	100% o. a.
1	4 x L	LLLL	71	2.13%	2.13%	39	2.80%	2.80%	32	1.65%	1.65%
2		LLLR	8	0.24%		4	0.29%		4	0.21%	
3		RLLL	29	0.87%		7	0.50%		22	1.13%	
4		LLRL	12	0.36%		1	0.07%		11	0.57%	
5	1 x R	LRLL	21	0.63%	2.10%	5	0.36%	1.22%	16	0.83%	2.74%
6		RLRL	99	2.97%		37	2.65%		62	3.20%	
7		LLRR	5	0.15%		1	0.07%		4	0.21%	
8		RLRL	15	0.45%		3	0.22%		12	0.62%	
9		RRLR	9	0.27%		6	0.43%		3	0.15%	
10		RRLL	38	1.14%		10	0.72%		28	1.44%	
11	2 x R	LRRL	10	0.30%	5.28%	4	0.29%	4.38%	6	0.31%	5.93%
12		RLRR	239	7.17%		143	10.26%		96	4.95%	
13		LRRR	16	0.48%		2	0.14%		14	0.72%	
14		RRLR	260	7.80%		113	8.11%		147	7.58%	
15	3 x R	RRRL	27	0.81%	16.26%	6	0.43%	18.94%	21	1.08%	14.33%
16	4 x R	RRRR	1.482	44.46%	44.46%	645	46.27%	46.27%	837	43.17%	43.17%
o. a. = ohne ambilateral			2.341	70.23%		1.026	73.61%		1.315	67.82%	
Differenz (inkl. ambilat.)			992	29.77%		368	26.39%		624	32.18%	
Quersumme Stichprobe			3.333	100%		1.394	41.8%		1.939	58.2%	

Um zu prüfen, ob eine *Tendenz zur Kongruenz*, d. h. bevorzugte Ausprägung gleichseitiger Seitenbevorzugung für alle vier Organpaare auftritt, wurde eine Clusteranalyse (Arnold-Schulz-Gahmen et al. 1998b; Steinhausen & Langer, 1977) vorgenommen (siehe Abb. 3).

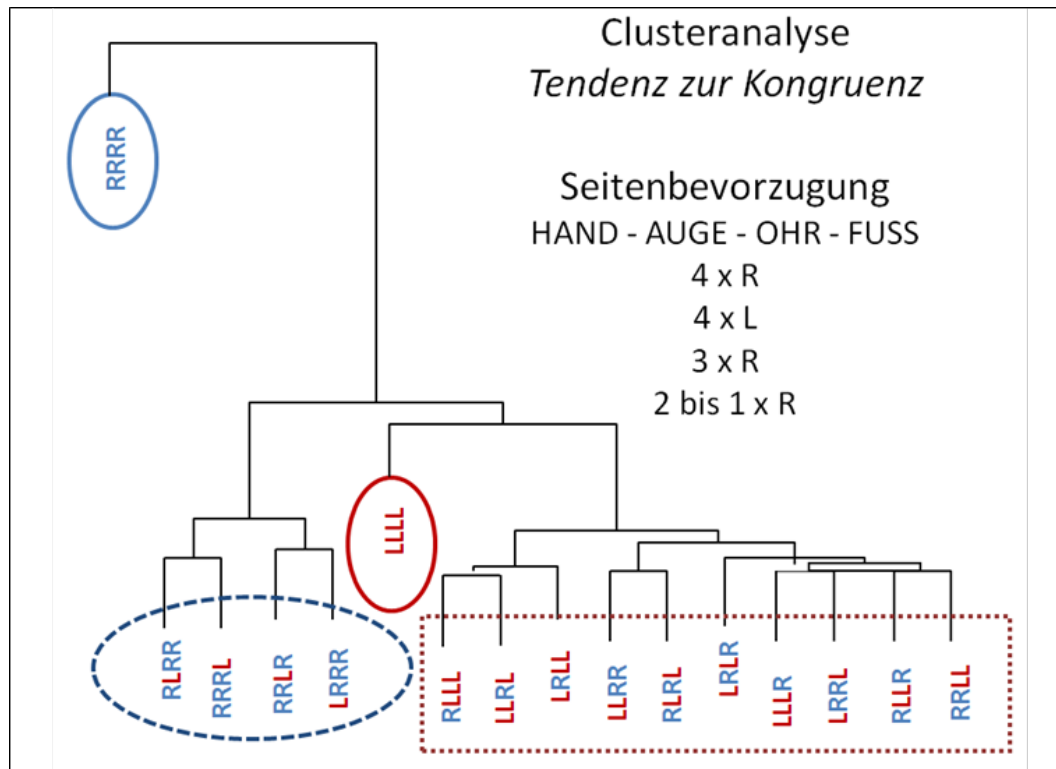


Abb. 3: Dendrogramm der Clusteranalyse der eindeutigen Lateralitätskombinationen HAOF nach Differenz zwischen tatsächlicher und theoretischer Häufigkeit (bei Annahme der Unabhängigkeit der Merkmale) zu erwartender Häufigkeit (n = 2366). Die jeweilige Umrandung hebt die vier Hauptgruppierungen hervor (4 Merkmale rechts; 4 Merkmale links; 3 Merkmale rechts, ein Merkmal links; 1-2 Merkmale rechts, 2-3 Merkmale links).

Die ursprünglich 16 Lateralitätskombinationen gruppieren sich zu vier übergeordneten Einheiten (= Cluster): Rechts- wie Linkskongruente treten überzufällig hervor; die Inkongruenten unterscheiden sich vergleichsweise wenig untereinander. Allerdings treten die Merkmalsgruppen mit 3 x rechter / 1 x linker Seitenbevorzugung seltener als erwartet auf (Siefer et al. 2003).

Anhang 2: Häufigkeit verschiedener Ausprägungen von Händigkeit⁶

Je nachdem, mit welchen Fragen oder Tests in Studien die Händigkeit erfasst wird, entstehen unterschiedliche Verteilungen⁷. Unterschiede ergeben sich beispielsweise, wenn man als Indikator die Bevorzugung einer bestimmten Hand (Handpräferenz) oder die tatsächliche Leistungsüberlegenheit (Handperformanz) einer der beiden Hände betrachtet (Schmauder & Solf 1992). Serafin et al. (2014) führten eine Sekundäranalyse zu dieser Fragestellung mit Datensätzen (Befragungen und Kraftmessungen) von 1.214 Probanden (432 weiblich, 782 männlich) im Alter zwischen 4 und 91 Jahren durch. Die Verteilung der Handpräferenz bei Kraftausübungen sowie beim Schreiben nach Selbsteinschätzung von 749 Probanden (257 weiblich, 492 männlich) im Alter zwischen 20 und 59 Jahren ist in Tab. 3 dargestellt.

Tab. 3: Händigkeitstypen nach Selbsteinschätzung.

Händigkeit bei Kraftausübung nach Selbsteinschätzung	Händigkeit beim Schreiben nach Selbsteinschätzung					
	rechts		links		beides gleich	
	n	%	n	%	n	%
rechts	600	80,1	11	1,5	3	0,4
links	17	2,3	34	4,5	0	0
beides gleich	65	8,7	14	1,9	5	0,6
Gesamt	682	91,1	59	7,9	8	1,0

Wie Tab. 4 zeigt, sind - je nach Kraftfall - bis zu 49% der Probanden mit der (nach eigenen Angaben) subdominanten Hand kräftiger als mit der dominanten Hand.

⁶ Spezifische Auswertung für diese Leitlinie durch Patrick Serafin und André Klußmann, Institut ASER e.V., Corneliusstr. 31, D- 42329 Wuppertal

⁷ Es sei an dieser Stelle nochmal darauf hingewiesen, dass ein deutlich höherer Anteil originär linkshändiger Menschen in der Bevölkerung zu vermuten ist, da die eindeutige Ermittlung der Händigkeit deutlich umfangreicher ist (vgl. Abschnitt 5.2.2), was aber in größeren Querschnittsstudien kaum durchführbar ist.

Tab. 4: Tatsächlich stärkere Seite bei den Kraftfällen je nach Händigkeitsselbsteinschätzung.

Kraftfall	Stärkere Seite nach Selbsteinschätzung	Stärkere Seite bei Kraftausübung					
		rechts		links		Mischtyp	
		N	%	N	%	N	%
Ziehen	rechts	310	56,0	16	34,8	42	51,9
	links	242	43,7	30	65,2	39	48,1
	gleich	2	0,4	0	0,0	2	0,4
Greifen	rechts	372	63,9	17	36,2	39	47,0
	links	205	35,2	30	63,8	44	53,0
	gleich	5	0,9	0	0,0	0	0,0
Drehen	rechts	330	66,5	21	48,8	42	66,7
	links	145	29,2	21	48,8	20	31,7
	gleich	21	4,2	1	2,3	1	1,6

Bezogen auf die bevorzugte Hand beim Schreiben ergibt sich ein Linkshänderanteil von 7,9% in der Altersgruppe von 20-59 Jahren. Im Vergleich dazu ergibt sich für die Altersgruppe von 4 bis 19 Jahren ein Anteil von 11,9 % und für die Altersgruppe von 60-91 Jahren ein Anteil von 1,0 % (Serafin et al. 2014). Tendenziell ist in den jüngeren Altersgruppen der Linkshänderanteil also höher, was vermutlich damit zusammenhängt, dass heute linkshändige Kinder nicht mehr umerzogen werden.