

Konzepte der Dysarthriediagnostik und die Bogenhausener Dysarthrieskalen

Neurol Rehabil 2018; 24(2): 143–154

© Hippocampus Verlag 2018

W. Ziegler, T. Schölderle, M. Vogel, A. Staiger

Zusammenfassung

Dysarthrien sind neurologisch bedingte Störungen der Kontrolle und Ausführung von Sprechbewegungen. Sie sind die häufigsten neurologisch bedingten Kommunikationsstörungen. In diesem Beitrag werden unterschiedliche Konzepte der klinischen Dysarthriediagnostik diskutiert. Dabei geht es zunächst um die Unterscheidung verschiedener diagnostischer Ebenen (Körperfunktionen, Aktivitäten, Partizipation) und verschiedener diagnostischer Zielsetzungen (explorierend vs. standardisiert messend). Ein weiteres Kriterium für die Beurteilung diagnostischer Ansätze ist die Wahl der Untersuchungsmethode – apparativ-physiologisch, akustisch oder auditiv. Schließlich bestehen auch kontroverse Ansichten bezüglich der Art der diagnostischen Aufgabenstellungen, insbesondere der Frage nach der Validität nichtsprachlicher Testaufgaben. Am Ende des Beitrags wird mit den *Bogenhausener Dysarthrieskalen (BoDyS)* ein neuer, standard-normierter Dysarthrietest vorgestellt.

Entwicklungsgruppe Klinische Neuropsychologie, Institut für Phonetik und Sprachverarbeitung Ludwig-Maximilians-Universität München

Schlüsselwörter: Dysarthrie, Diagnostik, Sprechstörung, Kommunikationsstörung, Bogenhausener Dysarthrieskalen (BoDyS)

Einleitung

Dysarthrien sind neurologisch bedingte Sprechstörungen. Sie resultieren aus Beeinträchtigungen der motorischen Kontrolle der am Sprechen beteiligten Muskulatur. Die Dysarthrien sind einerseits zu unterscheiden von den aphasischen Störungen, bei denen Sprachverarbeitungsprozesse wie beispielsweise Syntax oder Wortabruf beeinträchtigt sind (vgl. die vorangehenden Beiträge in diesem Heft), andererseits aber auch von Störungen der Sprechbewegungsplanung (Sprechapraxie), wie sie nach Läsionen der vorderen Sprachregion der sprachdominanten Hemisphäre auftreten [20, 76].

Dysarthrien sind die häufigsten neurologisch bedingten Kommunikationsstörungen [20]. Sie treten insbesondere weitaus häufiger auf als die Aphasien. Allein in der großen Gruppe der Erwachsenen, die bereits im Kindesalter eine Hirnschädigung erlitten haben (»Infantile Cerebralparese«, ICP; ca. 240/100.000), leidet die überwiegende Mehrzahl (ca. 90%) an einer Dysarthrie, zum Teil mit schwerster Ausprägung [42, 53]. Dysarthrien zählen darüber hinaus zu den Symptomen aller motorischen Erkrankungen des Erwachsenenalters, mit hohen Prävalenzraten insbesondere bei M. Parkinson und den atypischen Parkinsonsyndromen, Motoneuronerkrankungen, Multipler Sklerose, Kleinhirnerkrankungen, Schlaganfall und Schädel-Hirn-Trauma. Wenn auch genaue Zahlen schwer zu ermitteln sind, muss man in Deutschland mit einer Prävalenz von 400–500 Betroffenen pro 100.000 rechnen [55].

Patienten mit Dysarthrie erfahren erhebliche Einschränkungen ihrer Teilhabe am sozialen und berufli-

chen Leben, nicht nur weil sie häufig schwer verständlich sind, sondern weil die Störungen von Atmung, Stimme, Artikulation und Prosodie oft zu einer unnatürlichen, bizarren, für Laien irritierenden Sprechweise führen. Die Kommunikation wird sowohl von den Betroffenen als auch von deren Gesprächspartnern als sehr anstrengend und belastend empfunden (z. B. [49, 62]). Daraus folgen Vermeidung von Gesprächssituationen, sozialer Rückzug und berufliche Nachteile. Aus der hohen Prävalenz der Dysarthrien und aus der Stigmatisierung, die mit einer auffälligen Sprechweise verbunden ist, lässt sich ein erheblicher sprachtherapeutischer Versorgungsbedarf für dysarthrische Patienten ableiten.

Dysarthrische Störungsmuster zu erkennen und gezielt zu behandeln setzt eine spezifische und theoretisch begründete diagnostische Abklärung voraus. Die Diagnostik der Sprechstörungen dysarthrischer Patienten gilt allerdings als aufwändig und schwierig. Nach einer Umfrage unter fast 300 Sprachtherapeuten in Deutschland greifen 75% auf selbst erstelltes oder nicht publiziertes Diagnostikmaterial zurück, 60% der Befragten wünschen sich bessere diagnostische Verfahren [27]. Die im deutschen Sprachraum publizierten und von über 70% der befragten Therapeutinnen verwendeten Diagnostikverfahren *FDA-2* [23] und *UNS* [8] sind testtheoretisch nicht sehr fundiert und erlauben insbesondere keine zufallskritisch abgesicherten Vergleiche zwischen verschiedenen Patienten, zwischen verschiedenen Untersuchungszeitpunkten des gleichen Patienten oder zwischen den verschiedenen Parametern eines Störungsprofils. Das Fehlen eines psychometrisch streng evaluierten Diagnostikinstrumentes behindert nicht zuletzt den formalen

Dysarthria assessment: General concepts and the Bogenhausen Dysarthria Scales (BoDyS)

W. Ziegler, T. Schölderle, M. Vogel, A. Staiger

Abstract

Dysarthria is a group of neurogenic disorders affecting speech motor control and execution. It is more frequent than any other type of neurogenic communication impairment.

In this paper, we discuss different approaches towards clinical dysarthria assessment. We distinguish between (i) assessments at different levels of health impairment, i.e., body functions, activities, and participation, (ii) informal and exploratory assessments vs. standardized measurement approaches, (iii) instrumental assessments of physiological parameters vs. acoustic speech analyses vs. auditory assessments, and (iv) assessments based on nonspeech vs. speech tasks.

In a final section we present a new standardized assessment tool, i.e., the *Bogenhausen Dysarthria Scales (BoDyS)*.

Keywords: dysarthria, assessment, speech disorder, communication disorder, Bogenhausen Dysarthria Scales (BoDyS)

Neurol Rehabil 2018; 24(2): 143–154
© Hippocampus Verlag 2018

Nachweis von Behandlungsbedarf und Behandlungserfolg gegenüber den Kostenträgern und die Einbeziehung valider Dysarthrieparameter in klinischen Studien. Dieser eklatante Mangel charakterisiert im Übrigen nicht nur die Versorgungssituation in Deutschland, sondern besteht auch im internationalen Maßstab (vgl. [70]).

Komponenten der klinischen Dysarthriediagnostik

Das ICF-Modell der Weltgesundheitsorganisation [18] kann als Orientierungshilfe bei der systematischen Beschreibung der Ursachen und Folgen einer Dysarthrie und der daraus folgenden Komponenten einer umfassenden Dysarthriediagnostik dienen (**Abb. 1**). Insbesondere die Einteilung nach *Körperfunktionen* und *-strukturen*, *Aktivitäten* und *Partizipation* bietet dafür ein sinnvolles Gerüst.

■ **Körperfunktionen und -strukturen:** Auf dieser Ebene sind – neben Ätiologie und Lokalisation der Hirnschädigung (*Körperstrukturen*) – die Kennzeichen der daraus resultierenden Störungen der Sprechatmung, der Phonation

und der Artikulation (*Körperfunktionen*) einzuordnen. Dazu zählen auch die prosodischen Dysarthriesymptome, die unmittelbar aus diesen Bewegungsstörungen resultieren, also Veränderungen des Sprechtempos, des Redeflusses und der prosodischen Modulation von Äußerungen.

Die diagnostische Erfassung der sprechmotorischen Einschränkungen auf der Funktionsebene hat das Ziel,

- den Schweregrad der Dysarthrie,
- die zugrundeliegenden motorischen Defizite und deren pathophysiologische Zuordnung (Parese, Ataxie, Akinesie etc.) sowie
- Störungsschwerpunkte in einem Dysarthrieprofil

zu ermitteln. Dies kann der Entwicklung individueller Therapieansätze und der differenzierten Verlaufsmessung dienen und zur differenzialdiagnostischen Einordnung der Störung beitragen. Die Mehrzahl der klinischen Diagnostikverfahren bezieht sich primär auf diese Ebene. Diese Instrumente werden im Abschnitt »Explorative vs. standardisierte Diagnostikansätze« ausführlicher besprochen.

■ **Aktivitäten:** Die Ebene der *Aktivitäten* beinhaltet Beeinträchtigungen, die sich aus der sprechmotorischen Störung für die Kommunikation im Alltag ergeben und für den Patienten selbst und die Personen seiner Umgebung unmittelbar erfahrbar sind.

- Als augenfälligstes Symptom ist die Einschränkung der *Verständlichkeit* zu nennen: unpräzise Artikulationsbewegungen, eine veränderte Prosodie oder eine leise Stimme können dazu führen, dass Gesprächspartner die Äußerungen eines Patienten nicht mehr oder nur noch mit Mühe verstehen.
- Ein weiterer kommunikativ relevanter Aspekt wird mit dem Begriff der *Natürlichkeit* bezeichnet: Beeinträchtigungen der Sprechatmung, der Kehlkopffunktion oder der Artikulation werden von Gesprächspartnern als *unnatürlich*, d.h. als abweichend von einer intuitiven »Sprechnorm«, irritierend oder bizarr wahrgenommen. Sie verändern das mit der Stimme und der Sprechweise einer Person verbundene Erscheinungsbild (ihr »akustisches Gesicht«).
- Ein weiteres Problem, das die kommunikativen Aktivitäten dysarthrischer Patienten einschränkt, ergibt sich aus dem erhöhten Zeitaufwand, den sie bei der Teilnahme an Gesprächen benötigen – zum Beispiel als Folge ihrer oft verlangsamten Artikulation, der vielen Pausen, die sie für die Atmungstätigkeit und die Vorbereitung von Äußerungen benötigen, und der durch mangelnde Verständlichkeit entstehenden Nachfragen. Diesen Aspekt bezeichnen wir als mangelnde kommunikative *Effizienz*.

Diagnostik, die sich auf diese Ebene bezieht, dient ebenfalls der Bestimmung des Schweregrads der Dysarthrie

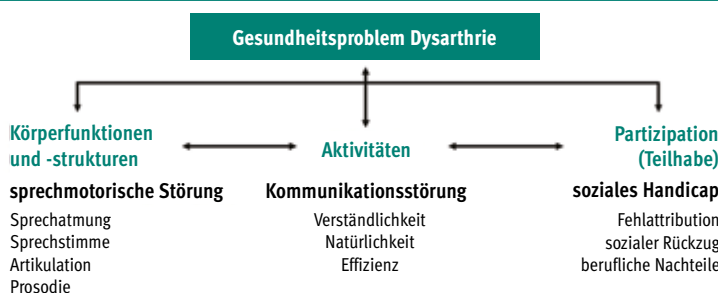


Abb. 1: Ausschnitt aus dem ICF-Modell der Weltgesundheitsorganisation [18], adaptiert für die Einordnung des Gesundheitsproblems Dysarthrie. Die Ebene der umwelt- und personenbezogenen Faktoren ist nicht dargestellt

und der Verlaufskontrolle. Sie trägt zur Entscheidung über die Indikation einer Therapie und zur Formulierung und Kontrolle von Therapiezielen bei. Es gibt einige standardisierte Verfahren für die Verständlichkeitsmessung, beispielsweise das *Assessment of Intelligibility of Dysarthric Speech* [68] oder im Deutschen das *Münchener Verständlichkeitsprofil* [73]. Das FDA-2 [23] beinhaltet neben dem überwiegenden Anteil an Aufgaben, die der Funktionsebene zuzuordnen sind, auch drei Untertests zur Verständlichkeit.

■ **Partizipation:** Die Einschränkungen ihrer kommunikativen Fähigkeiten, die dysarthrische Patienten erleiden, wirken sich in vielfältiger Weise auf ihre Teilhabe aus. Verständlichkeitsprobleme, unnatürliches Sprechen und kommunikative Ineffizienz führen zu Belastungen in der Familie und zu einem Ausschluss aus vielen gesellschaftlichen Bereichen, insbesondere auch zu einem Verlust der Berufsfähigkeit. Die Merkmale dysarthrischer Störungen sind in der Gesellschaft mit negativen Attributionen belegt, zum Beispiel der Unterstellung kognitiver Beeinträchtigungen, was zusätzlich zu sozialem Rückzug der Betroffenen führen kann [54].

Die anamnестische Ermittlung des Umfangs des dysarthriebedingten Verlusts an sozialer Beteiligung und der persönlichen und sozialen Ressourcen eines Patienten sollte leitend sein für die individuelle Definition übergeordneter Versorgungsziele. Die Konsequenzen der Sprechstörung sind dabei in der Regel nur ein Bestandteil eines komplexeren, aus motorischen, sensorischen, kognitiven und affektiven Symptomen resultierenden Handicaps. Da die diagnostischen Fragestellungen im Bereich der Teilhabe einschränkungen sehr patientenspezifisch sein müssen, sind formalen Untersuchungsverfahren enge Grenzen gesetzt. Selbstauskunftsbögen werden zunehmend als ein wichtiges Instrument zur Erfassung der Teilhabe chronisch Kranker gesehen [15] und es existieren auch bereits verschiedene Fragebögen für die spezifische Verwendung in der Dysarthriediagnostik (vgl. [21, 46]). Der in der Stimmrehabilitation verwendete und ins Deutsche übertragene *Voice Handicap Index* [64] kann mit Einschränkungen auch in der Dysarthriediagnostik, speziell für den Bereich der neurogenen Dysphonien, verwendet werden. Ein deutschsprachiger Selbstbeurteilungsbogen speziell für dysarthrische Patienten wurde von Schmich et al. [49] beschrieben (s. auch [76], Kapitel 6).

Explorative vs. standardisierte Diagnostikansätze

Im Rahmen der klinischen Diagnostik lassen sich vereinfachend zwei Ansätze mit unterschiedlichen Zielsetzungen unterscheiden: Ein *explorativer* Ansatz, der oft mit der Suche nach einem therapeutischen Zugang verknüpft und daher hoch individualisiert ist, und ein

messender Ansatz, der auf standardisierten und psychometrisch evaluierten Verfahren beruht.

■ **Explorative Diagnostikverfahren** sind nicht an eine standardisierte Vorgehensweise gebunden. Untersucher können sich in an Aufgabensammlungen orientieren, die der gezielten Untersuchung unterschiedlicher Funktionen der am Sprechen beteiligten Muskulatur dienen und den Einstieg in individualisierte therapeutische Übungen erleichtern. Beispiele dafür sind das *Assessment Protocol Menu* von Kent [34] oder die in Kapitel 3 des Lehrbuchs von Duffy [20] zusammengestellte *Motor Speech Examination*. Im deutschen Sprachraum wird die *Untersuchung neurologisch bedingter Sprechstörungen* [UNS; 8] verwendet – eine umfängliche, zum Teil auch nach phonetischen Kriterien strukturierte Aufgabensammlung. Auch in [76] (Kapitel 6) findet sich eine Übersicht über verschiedenste Aufgaben, die in einer klinischen Untersuchung explorierend eingesetzt werden können. Solche Sammlungen sind weder hinsichtlich Reliabilität noch hinsichtlich Validität formal geprüft. Es wird aber angenommen, dass sich aus der intensiven interaktiven klinischen Arbeit mit diesen Aufgaben dennoch ein zuverlässiges und für den fachkundigen Untersucher verwertbares Bild über die Sprechstörung des untersuchten Patienten ergibt ([20], S. 78).

■ **Standardtests:** Diesem Ansatz stehen Verfahren gegenüber, die den Anspruch haben, dysarthrische Störungen nach einem standardisierten Vorgehen mittels Punktwerten zu *messen*, um quantitative Aussagen über den Ausprägungsgrad der Dysarthrie und das individuelle Störungsmuster eines Patienten zu gewinnen. Das Vorbild für solche Verfahren sind psychometrisch evaluierte Tests, wie sie seit langem beispielsweise für die Aphasiediagnostik zur Verfügung stehen [32, 35]. Ein Verfahren, das diesen Anspruch für die Dysarthriediagnostik erhebt, ist das auch ins Deutsche übertragene *Frenchay Dysarthria Assessment* [FDA-2; 22, 23]. Ein Vorläufer dieses Verfahrens ist das Robertson Dysarthria Profile [48]. Ähnliche standardisierte Aufgabensammlungen existieren auch in anderen Sprachen [3, 13, 19, 29, 37]. Die genannten Tests wurden in unterschiedlichem Umfang psychometrisch evaluiert, jedoch existiert für keines der bislang publizierten Verfahren eine Standardnormierung, die zufallskritische Vergleiche zwischen verschiedenen Patienten, verschiedenen Untersuchungen des gleichen Patienten oder verschiedenen Variablen eines Testprofils erlauben würde.

Mit den Bogenhausener Dysarthrieskalen (BoDyS) ist ein neuer Dysarthrietest für das Deutsche verfügbar, der alle psychometrischen Gütekriterien erfüllt und für den auch eine Standardnormierung vorliegt. Das Verfahren wird im letzten Abschnitt dieses Artikels näher beschrieben.

Untersuchungsmethoden

Ebenen der Messung dysarthrischer Symptome

Abbildung 2 illustriert die Kette von beobachtbaren Ereignissen, die während des Sprechvorgangs ablaufen und daher prinzipiell auch einer diagnostischen Untersuchung zugänglich sein können:

1. Die neuronale Aktivität sprechmotorisch relevanter Hirnstrukturen führt zu einer Aktivierung der Sprechmuskulatur durch Muskelaktionspotentiale, die mittels EMG-Verfahren (beispielsweise an der Zungen- oder Kehlkopfmuskulatur) messbar sind [17].
2. Diese Aktivierung löst Muskelkontraktionen und den Aufbau von Muskelkräften aus. Mit geeigneten Kraftaufnehmern können z.B. die Verschlusskräfte der Lippen oder die Protrusionskraft der Zunge gemessen werden [56].
3. Durch die Muskelkontraktionen werden wiederum die Sprechorgane in Bewegung gesetzt. Diese Bewegungsvorgänge lassen sich etwa mittels Realzeit-Kernspintomographie [z.B. 28], Ultraschall oder – am Kehlkopf – durch videolaryngoskopische Verfahren sichtbar machen [z.B. 47]. Die kinematischen Parameter (Bewegungspfade, Geschwindigkeit und Beschleunigung) einiger Teilkomponenten der Artikulation können mit modernen elektromagnetischen oder optoelektrischen Verfahren gemessen werden, z.B. [1]. Die für die Konsonantenartikulation wichtigen lingualen Kontaktmuster können im Bereich des harten Gaumens mittels elektropalatographischer Methoden dargestellt werden [38].
4. Die Bewegungen von Respirations-, Kehlkopf- und oropharyngealer Muskulatur erzeugen und modulieren aerodynamische Ereignisse (Luftdruck, Luftstrom), die – anders als bei körpermotorischen Aktivitäten – einen wesentlichen Bestandteil des Sprechvorgangs ausmachen. Es gibt experimentelle Methoden, den subglottalen und supraglottalen Druck zu schätzen und nasale und orale Luftströme getrennt zu messen [41].
5. Alle bisher beschriebenen Vorgänge dienen dazu, Sprachschall zu erzeugen. Das Sprachsignal kann aufgezeichnet und mit Methoden der akustischen Sprachverarbeitung analysiert werden [36].
6. Am Ende der »Ereigniskette« in **Abbildung 2** steht die Analyse des Höreindrucks, den das Sprachsignal

bei »analytisch hörenden« Experten oder auch bei nicht-geschulten Laien hervorruft. Auditive Analyseverfahren sind nach wie vor der Goldstandard der klinischen Dysarthriediagnostik. Sie beruhen in den meisten Fällen auf der Verwendung von Ratingskalen [53].

Direkte Verfahren

Verfahren, die am proximalen Beginn der »Ereigniskette« in **Abbildung 2** verortet sind, sind durch eine hohe physiologische Spezifität gekennzeichnet (»direkte« oder »physiologische« Verfahren [43]). Sie erfassen zum Beispiel das Ausmaß der in einem Muskel nachweisbaren elektrischen Aktivität, die maximale Kraft von Lippen oder Zunge bei isolierter Prüfung oder die Bewegungspfade eines am Unterkiefer oder der Zungenspitze angebrachten Messaufnehmers. Sie sind daher ausschließlich der ICF-Ebene der Körperfunktionen zuzuordnen. Mit der physiologischen Spezifität geht allerdings auch ein Verlust an Aussagekraft einher: Die Verfahren erfassen typischerweise nur isolierte Ausschnitte eines Bewegungsvorgangs, der durch eine hohe Komplexität und die ständige Interaktion aller beteiligten Muskelsysteme gekennzeichnet ist. Mit der Elektropalatographie beispielsweise können nur die Kontaktmuster von Vorderzungenkonsumenten vorwiegend in der alveolaren und der präpalatalen Zone gemessen werden, während mit den gängigen Ultraschallverfahren wiederum nur die Artikulationen des Zungenrückens und nicht die der Zungenspitze messbar sind. Für die klinische Diagnostik sind Verfahren mit derart eingeschränkter Aussagekraft bei gleichzeitig enorm hohem Untersuchungsaufwand nicht relevant. In den meisten Fällen (mit Ausnahme einiger kinematischer Analysen) sind diese apparativen Messverfahren auch auf die Untersuchung nichtsprachlicher Bewegungsfunktionen beschränkt, Kraft- oder EMG-Messungen beispielsweise sind während des Artikulationsvorgangs selbst gar nicht durchführbar. Die Validität solcher Messparameter ist daher fragwürdig. So besteht etwa kein tragfähiger Zusammenhang zwischen Einschränkungen der Muskelkraft von Zunge und Lippen und dem Schweregrad einer Dysarthrie [56].

Die besprochenen Verfahren sind außerdem meist kompliziert in der Anwendung und belastend für die Patienten. Daher spielen sie in der klinischen Dysarthriediagnostik keine nennenswerte Rolle. Eine Ausnahme bilden die EMG-Untersuchungen, die zum Beispiel beim

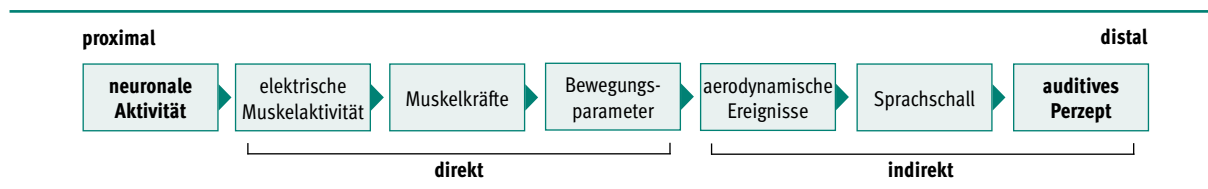


Abb. 2: Kette messbarer Ereignisse des Sprechvorgangs

Verdacht auf das Vorliegen einer neuromuskulären oder einer Motoneuron-Erkrankung angezeigt sein können. Weitere Ausnahmen sind die laryngoskopischen Untersuchungen der Stimmlippenaktivität während der Phonation. Diese diagnostischen Untersuchungen sind aber nicht Teil der in sprachtherapeutischer Hand liegenden Untersuchung der Sprechstörung, sondern Teil einer neurologischen Hirnnervenprüfung oder einer phoniatrischen Kehlkopfuntersuchung.

Indirekte Verfahren

Die am distalen Ende der in **Abbildung 2** dargestellten Ereigniskette angesiedelten Verfahren erfassen die Auswirkungen der sprechmotorischen Beeinträchtigungen auf die aerodynamischen und akustischen Parameter des Sprechens und die hörbaren Merkmale der Sprechstörung. Ihre unmittelbare physiologische Spezifität ist im Vergleich zu den direkten Verfahren geringer, weil sie Resultat der komplexen Interaktion aller beteiligten Muskelsysteme sind und die individuellen Beiträge von Atmungs-, Kehlkopf- und supralaryngealer Muskulatur nicht mehr ohne Weiteres entschlüsselt werden können. Aus dem gleichen Grund nimmt aber auch die diagnostische Aussagekraft dieser Parameter zu, weil sie alle Informationen über die Sprechstörung in sich vereinen.

Die **aerodynamischen** Messverfahren, vor allem die Messungen subglottischer oder intraoraler Drücke, spielen aufgrund des damit verbundenen technischen Aufwandes und der Belastung des Patienten keine Rolle als Standardverfahren der klinischen Dysarthriediagnostik und werden hier nicht weiter besprochen¹.

Akustische Verfahren

Dagegen gewinnt die Messung **akustischer Parameter** des Sprachsignals in der Literatur zunehmend an Bedeutung. Akustische Sprachanalysen liefern objektive und exakte Messwerte und besitzen daher eine hohe Änderungssensitivität, die für Verlaufsmessungen von Vorteil sein kann. Es können (mindestens) zwei Ansätze unterschieden werden:

- (i) Mit Methoden, die auf maschinellen Lernalgorithmen und automatischer Spracherkennung beruhen, sollen automatisierte diagnostische Entscheidungen über das Vorliegen einer Dysarthrie, das Dysarthriesyndrom, den Schweregrad der Sprechstörung oder die Verständlichkeit eines Patienten getroffen werden [z. B. 14, 24]. Dieser Ansatz befindet sich noch in der Entwicklungsphase und ist im Hinblick auf seine zukünftige klinische Relevanz vorerst noch schwer zu beurteilen.

- (ii) Mit Verfahren, die aus der akustischen Phonetik kommen, werden durch gezielte Analysen klinisch relevanter Parameter quantitative Aussagen über Sprechtempo, Redefluss, Stimmlage und -qualität, Artikulation, Resonanz und Prosodie gewonnen (z. B. [39]). Häufig werden spezifisch ausgewählte akustische Parameter in experimentellen Therapiestudien mit kleinen Patientengruppen gezielt für die Wirksamkeitsprüfung eingesetzt, aber in standarddiagnostischen Anwendungen eignen sich akustische Analysen eher als Ergänzung auditiver Verfahren, weil sie nur sehr isolierte Störungsaspekte beschreiben. Akustische Parameter können entweder interaktiv mittels frei konfigurierbarer Sprachverarbeitungssoftware ermittelt werden (z. B. PRAAT [7]) oder durch Verwendung fest konfigurierter klinischer Analysepakete wie zum Beispiel des *Computerized Speech Lab* (CSL; PENTAX Medical; z. B. [63]) oder der *Aachener Materialien für die Diagnostik neurogener Sprechstörungen* (AMDNS; [51]).

- **Flexible Softwarepakete** wie PRAAT erfordern eine eigenständige Planung der Vorgehensweise und Auswahl der Parameter sowie zusätzliche Arbeitsschritte für das Aufbereiten der Sprachdateien. Sie ermöglichen damit eine Optimierung der Algorithmen und ein Korrigieren von Artefakten, wie sie beispielsweise bei der Bestimmung der Grundfrequenz oder der Vokalformanten auftreten. Dies setzt wiederum entsprechende phonetische Kenntnisse voraus.
- **Fest konfigurierte Softwaresysteme** wie CSL oder AMDNS dagegen sind in ihren Anwendungen beschränkt und daher auch leichter zu bedienen. Sie sind aber anfällig für nicht-korrigierbare Messartefakte. Parameter, die mit diesen Verfahren bestimmt werden, sind daher zwar objektiv, aber wegen der häufig auftretenden Messfehler nicht valide.

Ferner sind auch bei weitem nicht alle aus der akustischen Phonetik bekannten Parameter für eine breite diagnostische Anwendung geeignet, da sie nicht ausreichend robust sind, um unterschiedliche Arten und Schweregrade dysarthrischer Sprechstörungen mit gleichbleibender Zuverlässigkeit zu messen. Vorschläge für klinisch relevante und zuverlässige akustische Parameter finden sich in [52].

■ **Beispiel Sprechgeschwindigkeit.** Die im Sprachsignal gemessene *Sprechgeschwindigkeit* ist beispielsweise ein solcher Parameter: (i) Sie bildet ein wichtiges auditives Dysarthriemerkmal zuverlässig ab, nämlich das des verlangsamten oder beschleunigten Sprechens, (ii) sie ist von erheblicher therapeutischer Bedeutung, und (iii) sie ist ein sehr robustes und reliabel zu bestimmendes akustisches Maß. Das Anwendungsbeispiel in **Abbildung 3**

¹ Eine Ausnahme bildet die aerodynamische Messung von oraler und nasaler Luftstromrate, beispielsweise mit dem Phonatory Aerodynamic System (PAS, Modell 6600) von PENTAX Medical.

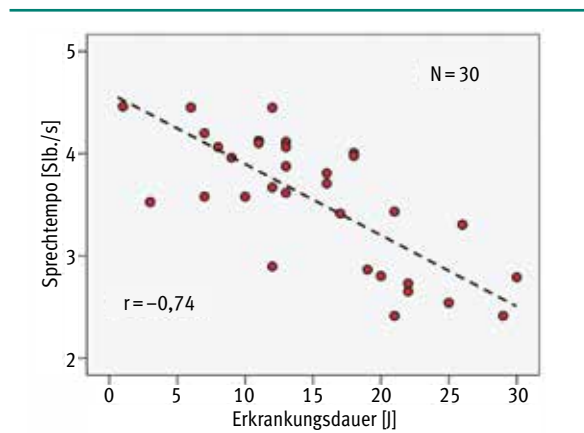


Abb. 3: Anwendungsbeispiel des akustischen Parameters Sprechtempo [Silb./s]: Nachweis einer zunehmenden Verlangsamung des Sprechens mit zunehmender Erkrankungsdauer bei Patienten mit hereditären Ataxien (Daten aus [9])

illustriert zudem, dass die Sprechgeschwindigkeit auch als valider Index für das Fortschreiten der einer Dysarthrie zugrundeliegenden neurologischen Erkrankung herangezogen werden kann.

Auditive Analyseverfahren

Die auditiv-perzeptive Beurteilung des Sprechens, in **Abbildung 2** am äußersten distalen Ende der Messkette, findet unter allen diagnostischen Methoden die breiteste Anwendung. Ihr Vorzug wird meist darin gesehen, dass sie ohne komplizierte apparative Ausstattung nur mit dem Ohr des Untersuchers durchgeführt werden kann. Die weit wichtigeren Stärken der auditiven Diagnostik liegen aber darin, dass sie zum einen die breiteste Sicht auf die gesamte dysarthrische Symptomatik bietet und zum anderen einen unmittelbaren Zugang zur Ebene der Erfahrungen und Beschwerden des Patienten und seiner Gesprächspartner verschafft, nämlich zur Ebene der hörbaren Symptome der Dysarthrie.

Es gibt zwei prinzipiell unterschiedliche Ansätze auditiv basierter Diagnostikverfahren:

- (i) Ein erster Ansatz nutzt die Fähigkeit von geschulten Experten (Sprachtherapeuten) zu »analytischem Hören«, d. h. zum Erkennen, Differenzieren und Klassifizieren der Merkmale gestörter Sprechatmung, Stimme, Resonanz und Artikulation. In der Regel werden Merkmalslisten hinsichtlich des Vorliegens einer Beeinträchtigung geprüft und auf einer Skala bewertet. Vorbild dieser Vorgehensweise ist die viel beachtete »Mayo-Clinic-Studie« von Darley, Aronson & Brown [16], fortgeschrieben durch die Arbeiten von Kent [34] und Duffy [20]. Auditive Beurteilungsskalen sind Kernbestandteil der meisten standardisierten Dysarthrietests [z. B. 23, 29, 48]. In den am Ende des Artikels beschriebenen *Bogenhausener Dysarthrieskalen (BoDyS)* wurde das Verfahren der auditiven Skalierung für die Entwicklung eines

standardnormierten Dysarthrietests modifiziert. Auditive Expertenratings zielen auf die Ebene der *Körperfunktionen* aus dem ICF-Modell (**Abb. 1**). Zwar lässt sich aus den hörbaren Merkmalen einer Dysarthrie nicht unmittelbar auf die Störungsursache schließen, aber durch die Kenntnis der physiologischen Zusammenhänge und der aerodynamischen Mechanismen des Sprechvorgangs lassen sich aus dem Störungsmuster therapierelevante Hypothesen über die einem Störungsprofil zugrundeliegenden motorischen Funktionsstörungen herleiten.

- (ii) Ein zweiter auditiver Ansatz nutzt kommunikatives, nicht-analytisches Hören, idealerweise die Hörurteile von Laien, um Aussagen über die Sprechstörung auf der Ebene kommunikativer Aktivitäten zu gewinnen. Die Beurteilung der Verständlichkeit eines Sprechers oder der Natürlichkeit seiner Sprechweise benötigt kein Expertenwissen – die auditiv-phonetische Herangehensweise kann für diese Beurteilung sogar unerwünscht sein. Vor allem Sprachtherapeuten, die in die Versorgung und Behandlung eines Patienten involviert sind, eignen sich, wegen ihrer im Lauf der Behandlung zunehmenden Vertrautheit mit dem Patienten, nicht als verlässliche Beurteiler seiner Verständlichkeit [40]².

Die Einbeziehung ungeschulter Hörer in die Messung von Verständlichkeit und/oder Natürlichkeit ist im klinischen Kontext aus offensichtlichen logistischen Gründen nicht ohne Weiteres möglich, weshalb dieses Verfahren bisher hauptsächlich in experimentellen Studien praktiziert wurde (z. B. [53]). Es gibt jedoch die Möglichkeit, Testhörer über eine Internetplattform für solche Analysen zu rekrutieren. Das *Münchener Verständlichkeitsprofil* (MVP-online [73]) nutzt diesen telediagnostischen Weg beispielsweise für die Verständlichkeitsmessung.

Eine häufig diskutierte Schwäche auditiver Analyseverfahren in der Dysarthriediagnostik ist ihr Mangel an Auswertungsobjektivität. Beispielsweise wurden für die in der Mayo-Clinic-Studie verwendeten Beurteilungsskalen inakzeptabel niedrige Hörerübereinstimmungen gefunden [11]. Dieser Nachteil wirkt sich vor allem dann sehr negativ aus, wenn in einem Dysarthrieprofil der Punktwert jedes einzelnen Untertests nur auf einem einzigen, nicht immer zuverlässigen Hörerurteil beruht. Dies ist beispielsweise in der FDA-2 [23] der Fall.

Bei der Entwicklung der *Bogenhausener Dysarthrieskalen (BoDyS)* wurde daher großer Wert auf die Erreichung einer hohen Auswertungsobjektivität durch ein entsprechend modifiziertes Design gelegt (s. unten).

² In der Frenchay Dysarthrie Untersuchung [23] wird dieses Prinzip verletzt. Die Punktwerte der drei Verständlichkeitsskalen der FDA-2 spiegeln daher eher den Grad der Vertrautheit der beurteilenden Therapeutin mit der Sprechweise des Patienten wider als dessen Verständlichkeit.

Aufgabenstellungen

Sprachliche Diagnostikaufgaben

Aus Gründen der Inhaltsvalidität liegt es nahe, Sprechstörungen anhand von *Sprechaufgaben* zu überprüfen. In der klinischen Dysarthriediagnostik können verschiedene Wege zur Elizitierung von Sprechproben genutzt werden, die mit jeweils unterschiedlichen sprachlichen und kognitiven Anforderungen verbunden sind. **Tabelle 1** listet die wichtigsten Möglichkeiten auf.

Lautes Lesen, *Nachsprechen* und das Produzieren von *automatisierten Reihen* sind – im Vergleich zur Produktion spontan generierter Äußerungen – relativ artifizielle Aufgabenstellungen. Der Wert von Textleseaufgaben ist außerdem dadurch gemindert, dass manche Patienten leseungeübt sind und eine angemessene Beurteilung der Prosodie in diesen Fällen Probleme bereiten kann. Einige neurologische Erkrankungen sind außerdem mit visuellen oder linguistischen Einschränkungen der Lesefähigkeit verbunden. Bei gegebener Lesefähigkeit bieten Textleseaufgaben aber die Möglichkeit, die Produktion einer Abfolge von mehreren Intonationsphrasen zuverlässig zu elizitieren und damit auch prosodische und respiratorische Fähigkeiten unter erhöhten Anforderungen zu prüfen. Durch *Nachsprechaufgaben* ist dies in weitaus geringerem Maße möglich, da die Länge der prüfbar Äußerungen durch die verbale Merkfähigkeit eingeschränkt ist. Dennoch haben Nachsprechaufgaben viele Vorteile in der Dysarthriediagnostik, da sie eine gute Kontrolle der sprechmotorischen Anforderungen ermöglichen.

Demgegenüber ist es bei der Elizitierung von *Spontansprache* nicht möglich, Einfluss auf die Form der produzierten Äußerungen zu nehmen. Manchmal fällt es schwer, Patienten zur Produktion längerer zusammenhängender Äußerungen im Umfang von mehreren Intonationsphrasen zu bringen, um sich ein sicheres Urteil über Intonation, Sprechpausen oder Sprechatmung bilden zu können. Durch entsprechendes Instruieren oder Nachfragen können Untersucher diesen Mangel aber in vielen Fällen ausgleichen.

Die Produktion *automatisierter Reihen* wird manchmal als Aufgabenstellung gewählt, weil sie mit sehr geringen kognitiven oder linguistischen Anforderungen verbunden ist und die Option bietet, die Länge einer Reihe von Zahlen oder Monatsnamen und das Produktionstempo zu variieren (»möglichst schnell«). Allerdings sind mit dieser Aufgabe keine Erwartungen an eine prosodische Modulation der Äußerungen oder an die Position von Einatmungspausen verknüpft, weshalb Prosodie und Sprechatmung nicht oder nur eingeschränkt beurteilt werden können.

Tab. 1: Modalitäten der Elizitierung von Sprechproben

Spontansprache (Interview, Nacherzählung, Bildergeschichten)	
Ökologische Validität	hoch
Kognitive/sprachliche Anforderungen	Textproduktionsleistung
Kontrolle über Äußerungslänge	Patienten können auf kurze Äußerungen ausweichen
Kontrolle über linguistische Parameter	keine
Lautes Lesen von Texten	
Ökologische Validität	eingeschränkt
Kognitive/sprachliche Anforderungen	Lesefähigkeit (visuell, linguistisch), Lesegeübtheit
Kontrolle über Äußerungslänge	Anzahl/Länge der Intonationsphrasen bestimmbar
Kontrolle über linguistische Parameter	eingeschränkt
Nachsprechen von Sätzen und Wörtern	
Ökologische Validität	eingeschränkt
Kognitive/sprachliche Anforderungen	verbales Arbeitsgedächtnis
Kontrolle über Äußerungslänge	nur durch verbale Behaltensleistung begrenzt
Kontrolle über linguistische Parameter	phonolog. Komplexität, Frequenz, Prosodie kontrollierbar
Automatisierte Reihen (Monatsnamen, Wochentage, Zahlenreihen)	
Ökologische Validität	gering
Kognitive/sprachliche Anforderungen	gering
Kontrolle über Äußerungslänge	durch die Länge der Reihen wählbar
Kontrolle über linguistische Parameter	keine

Nichtsprachliche Diagnostikaufgaben

Alle publizierten Testverfahren umfassen neben den erwähnten sprachlichen Aufgaben auch verschiedene nichtsprachliche oder sprachähnliche Aufgabenstellungen. **Tabelle 2** gibt einen Überblick über die am meisten verwendeten Aufgabentypen mit Beispielaufgaben und der Nennung einiger klinischer Tests, die diese Aufgaben verwenden.

Tab. 2: Nichtsprachliche und sprachähnliche Aufgaben in der Dysarthriediagnostik

Aufgabentyp	Beispiele	Anwendungen
Nahrungsaufnahme	Schlucken von Flüssigkeiten Schlucken fester Konsistenzen	[8, 23, 48]
Nichtsprachliche Einzelbewegungen	Lippenschluss Lippen breitziehen Zunge herausstrecken Zunge heben Husten etc.	[3, 8, 20, 23, 48]
Nichtsprachliche Wechselbewegungen	Lippen spitzen/spreizen Laterale Zungenbewegungen	[8, 19, 20, 23, 48]
Schnelle Silbenwiederholungen	/pa/, /ta/, /ka/, /pataka/, /u-i/, /kala/ etc.	[8, 19, 23, 48, 37, 51, 63]
Lauthalteaufgaben	Vokale Frikative (stimmhaft, stimmlos)	[8, 23, 37, 48]
Singen	Tonleiter Glissando Kinderlied	[23, 37, 48, 51]

Viele dieser Aufgaben wurden aus anderen Diagnostikbereichen in die Dysarthrietestung eingeführt, zum Beispiel aus der klinischen Schluckdiagnostik (z.B. Wasserschlucktest; [5]), der Diagnostik der bukkofazialen Praxie [6], der Stimmdiagnostik [50] oder der neurologischen Prüfung der motorischen Hirnnerven [31]. Dagegen zählen die als *Maximalleistungsaufgaben* bezeichneten Aufgaben, z.B. die Untersuchungen der Fähigkeit, eine oder mehrere Silben möglichst schnell zu wiederholen oder einen Vokal oder Frikativ möglichst lange ohne Zwischenatmung anzuhalten, eher zum spezifischen Inventar der konventionellen klinischen Dysarthrietestung [33, 60].

Die Verwendung dieser Aufgaben als Bestandteil der Dysarthriediagnostik beruht auf der Annahme, dass sie das gleiche Kriterium prüfen wie sprachliche Aufgaben, nämlich die Sprechfähigkeit der getesteten Patienten. Das Ausweichen auf nichtsprachliche Aufgaben wird damit begründet, dass sie einfach durchzuführen sind und es erlauben, Sprechfähigkeit ohne den »linguistischen Ballast« sprachlicher Aufgaben zu untersuchen [4, 25, 60]. Allerdings wird in keinem der erwähnten Dysarthrietests ein empirischer Nachweis der konvergenten Validität oder der Kriteriumsvalidität dieser Aufgaben geführt. So gibt es beispielsweise keine Belege dafür, dass etwa die Prüfung der maximalen Phonationsdauer auf /a:/ einen validen Hinweis auf die Stimmstörungen dysarthrischer Patienten gäbe (als Gegenevidenz siehe z.B. [57]), oder dass aus der Ausführung lateraler Zungenbewegungen valide Aussagen über die Vokal- oder Konsonantenartikulation eines dysarthrischen Patienten ableitbar wären. Es gibt sogar viele theoretische Gründe und zahlreiche empirische Befunde, die das Gegenteil nahelegen, nämlich dass die in **Tabelle 2** aufgelisteten motorischen Aktivitäten keinen unmittelbaren Zusammenhang mit sprechmotorischen Fähigkeiten haben und vermutlich auf anderen neuronalen Organisationsprinzipien beruhen [12, 65, 71, 74]. Ohne einen empirischen Validitätsnachweis ist es daher nicht gerechtfertigt, nichtsprachliche Aufgaben in der klinischen Dysarthriediagnostik zu verwenden, um daraus Aussagen über die Sprechstörung abzuleiten [70].

Artikulatorische Diadochokinese

Das Verhältnis zwischen sprachlichen und nichtsprachlichen mundmotorischen Leistungen lässt sich am Beispiel der Silbenwiederholungsaufgaben (»artikulatorische Diadochokinese«) sehr anschaulich diskutieren. Dabei werden die Patienten instruiert, eine Silbe (meistens die Silbe /pa/, /ta/ oder /ka/) möglichst schnell zu wiederholen. In einer komplexeren alternierenden Variante dieser Aufgabe muss die Folge /pataka/ so schnell und so lange wie möglich auf einen Atemzug wiederholt werden [33]. Dieser Aufgabentyp hat eine erhebliche Bedeutung in der klinischen Diagnostik von Sprechstörungen erlangt und ist zu einem festen Bestandteil

auch von technisch unterstützten Untersuchungspaketen geworden [51, 63, 66]. Die Bezeichnung »Diadochokinese« weist auf die Herkunft dieser Aufgabe aus dem Bereich der neurologischen Diagnostik von Handfunktionsstörungen hin, insbesondere bei Patienten mit dem Befund einer »Adiadochokinese« im Rahmen einer ataktischen Bewegungsstörung [30].

In vielen Untersuchungen wurde bei dysarthrischen Patienten eine Reduktion der Silbenwiederholungsrate nachgewiesen, oft auch ein statistischer Zusammenhang dieses Symptoms mit dem Schweregrad der Dysarthrie oder mit einer Verringerung der Artikulationsgeschwindigkeit [2, 44, 45, 72]. Übereinstimmend mit diesen Befunden wurde in einer kürzlich durchgeführten Untersuchung an 130 Patienten mit motorischen Erkrankungen über verschiedene Ätiologien hinweg eine hohe Korrelation zwischen Silbenwiederholungsrate und Artikulationsrate beim Lesen eines Standardtexts gefunden [58]. Solche Ergebnisse verleiten auf den ersten Blick dazu, die Silbenwiederholungsrate in Diadochokineseaufgaben als valides Maß dysarthrischer Störungen, insbesondere der Sprechtempoänderungen dysarthrischer Patienten, zu betrachten.

Abbildung 4 zeigt jedoch anhand der in [58] (Tab. 3) berichteten Daten, dass diese Korrelationen nicht auf einen kausalen Zusammenhang zwischen Diadochokineserate und Sprechstörung hinweisen. Die Zusammenhangsstärke hängt erheblich von der Störungsursache ab (**Abb. 4**, links): Während bei Patienten mit zerebellären Ataxien (ATX) und mit Schlaganfall (CVA) hohe Korrelationen der Diadochokineserate sowohl mit dem BoDyS-Dysarthrieschweregrad (dunkelgrüne Balken) als auch mit dem gemessenen Artikulationstempo (hellgrüne Balken) vorlagen, zeigten Patienten mit infantiler Cerebralparese (ICP) und mit Progressiver Supranukleärer Blickparese (PSP) nur in jeweils einem der beiden Sprechparameter einen signifikanten Zusammenhang mit der Silbenwiederholungsrate. Für die Subgruppe der Parkinsonpatienten (IPS) waren Sprechen und Diadochokinesesogar völlig unabhängig voneinander beeinträchtigt. Daraus lässt sich ableiten, dass Dysarthrie und Dysdiadochokinese keine gemeinsame pathophysiologische Grundlage haben können.

Betrachtet man das Verhältnis, in dem Silbenwiederholungsrate und Artikulationsrate zueinander stehen, so bestätigt sich diese Schlussfolgerung. Dieses Verhältnis beschreibt den Faktor, um den ein Proband sein gewöhnliches Artikulationstempo bei der Aufforderung zu maximal schneller Silbenwiederholung beschleunigen kann. Auch dieser Parameter variierte in der Studie von Staiger, Schölderle [58] erheblich in Abhängigkeit von der Störungsursache (**Abb. 4**, rechts): Während Patienten mit Morbus Parkinson (IPS) und Schlaganfall (CVA) ihr Artikulationstempo in der Diadochokineseaufgabe, ähnlich wie gesunde Kontrollprobanden, im Mittel um etwa 30 % steigern konnten, erreichten die Patienten mit Kleinhirn-

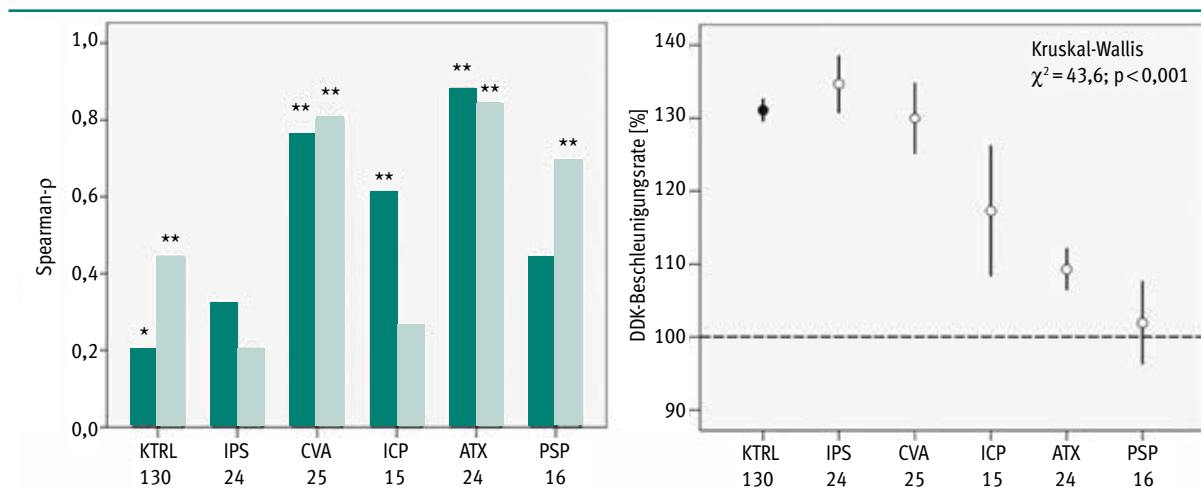


Abb. 4: Kriteriumsvalidität der Silbenwiederholungsaufgabe (»DDK«) in Abhängigkeit von der Grunderkrankung (Daten aus [58]). Links: Korrelativer Zusammenhang (Spearman) der mittleren DDK-Silbenrate mit dem allgemeinen Dysarthrieschweregrad (BoDyS-Gesamtscore; dunkelgrüne Balken) und dem akustisch bestimmten Artikulationstempo (hellgrüne Balken). * $p < 0,005$; ** $p < 0,001$. Rechts: Verhältnis der DDK-Silbenrate zur Artikulationsrate (in %); Mittelwerte und Standardfehler des Mittelwerts. KTRL: Kontrollprobanden; IPS: idiopathisches Parkinson-Syndrom; CVA: zerebrovaskuläre Erkrankungen; ICP: infantile Cerebralparese; ATX: zerebelläre Ataxien; PSP: progressive supranukleäre Blickparese

erkrankungen (ATX) und die PSP-Patienten nur geringe Steigerungsraten. Diese beiden zuletzt genannten Gruppen führten die Silbenwiederholungsaufgabe trotz der Tempo-Instruktion annähernd in ihrem gewohnten Artikulationstempo aus, hatten also offensichtlich ein sehr spezifisches Problem mit der Silbenwiederholungsaufgabe. Daraus lässt sich ableiten, dass die Diadochokineseaufgabe Anforderungen beinhaltet, die durch unterschiedliche neurologische Ursachen in jeweils spezifischem Ausmaß beeinträchtigt sein können und dabei keinen Zusammenhang mit der Sprechfähigkeit aufweisen. Gründe für solche Dissoziationen wurden beispielsweise in [75] diskutiert.

Dieses Ergebnis steht im Einklang mit früheren Befunden [10, 72, 75], mit den Ergebnissen einer jüngeren faktorenanalytischen Studie [59] und mit einer Reihe von zufallskritisch nachgewiesenen doppelten Dissoziationen zwischen Sprech- und Diadochokineseleistungen [58]. Die Bestimmung der maximalen Silbenwiederholungsrate im Rahmen einer klinischen Dysarthrietestung kann demnach keinen Beitrag zur Messung des Schweregrads einer Sprechstörung oder des Artikulationstempos dysarthrischer Patienten leisten.

Die Bogenhausener Dysarthrieskalen (BoDyS)

Aufbau und Zielsetzung

Die Bogenhausener Dysarthrieskalen (BoDyS) sind ein neu entwickeltes Verfahren für die klinische Dysarthriediagnostik [69]³. Die BoDyS sind psychometrisch evaluiert und standardnormiert. Der Test erfasst dysarthrische

Sprechstörungen auf der ICF-Ebene der *Körperfunktionen* (Abb. 1). Er umfasst neun Skalen, auf denen die unterschiedlichen Dimensionen der Sprechstörungen dysarthrischer Patienten abgebildet werden (Tab. 3). Die Bewertungen der neun BoDyS-Skalen ergeben ein Profil, aus dem sich der Schweregrad der Dysarthrie und die individuellen Störungsschwerpunkte eines Patienten ablesen lassen.

Tab. 3: Die neun BoDyS-Skalen und die ihnen zugeordneten Dysarthriemerkmale

Skala	Merkmal
Atmung (ATM)	erhöhte Einatmungshäufigkeit/inadäquate Zwischenatmungen übermäßiges Unterschreiten der Atemruhelage hörbar/sichtbar angestrenzte Einatmungen, Hochatmung
Stimmlage (STL)	zu hoch/zu tief zu laut/zu leise
Stimmqualität (STQ)	behaucht gepresst rau
Stimmstabilität (STS)	wechselnde Stimmqualität Lautstärke-/Tonhöhenchwankungen Stimmzittern Entstimmungen/ Stimmchwund/Stimmabbruch unwillkürliche Vokalisationen
Artikulation (ART)	offen/geschlossen reduziert/übersteigert wechselnde Artikulationsschärfe
Resonanz (RES)	hypernasal intermittierend hyper-/oder hyponasal
Artikulationstempo (TEM)	niedrig/hoch
Redefluss (RFL)	Pausen Iterationen
Modulation (MOD)	eingeschränkte Tonhöhen-/Lautstärkemodulation Auffälligkeiten in Rhythmus/Betonungsmuster

³ Der Test erscheint 2018 im Hogrefe-Verlag.

Jeder der neun Skalen sind Störungsmerkmale zugeordnet. Diese Merkmale bieten eine Orientierung, welche Symptome zu den jeweiligen Skalen gehören. Daraus ergibt sich neben dem Störungsprofil auch eine qualitative Beschreibung des Störungsmusters, das zur Entwicklung von Behandlungsansätzen beitragen kann. Nach dem Vorbild der *Mayo Clinic Studie* [16] kann aus dem Muster der Dysarthriemerkmale außerdem auf das Dysarthriesyndrom geschlossen werden, wenn auch ohne den Anspruch einer teststatistischen Absicherung.

Testaufgaben und Bewertungsverfahren

Aus den in Abschnitt »Aufgabenstellungen« diskutierten Gründen beruht die Dysarthrieuntersuchung mit BoDyS ausschließlich auf der Überprüfung *sprachlicher* Aufgaben. Insgesamt werden 12 Sprechproben erhoben: drei durch Interviewfragen elizitierte Spontansprechproben, drei Nachsprechtests mit jeweils fünf Sätzen, drei kurze Lesetexte und drei Nacherzählungen von Bildergeschichten (vgl. **Tab. 1**). Die Untersuchungsdauer beträgt je nach Störungsschweregrad zwischen 20 und 30 Minuten. Es existieren außerdem alternative Durchführungsvarianten für Patienten mit eingeschränkter Lesefähigkeit (Durchführung ohne Leseaufgabe; 9 Sprechproben) und für wenig belastbare Patienten (Verkürzung von 3 auf 2 Testdurchgänge; 8 Sprechproben).

Die Sprechproben werden *auditiv* analysiert. Dadurch soll eine möglichst umfassende und ökologisch valide Beschreibung des Störungsbildes gewährleistet werden (s. Abschnitt »Auditive Analyseverfahren«). Für jede Sprechprobe und jede der neun Dimensionen aus **Tabelle 3** wird ein Punktwert auf einer 5-stufigen Skala vergeben (0: schwerste Störung; 4: keine Störung). Außerdem werden für jede Sprechprobe die auffälligen Störungsmerkmale aus **Tabelle 3** dokumentiert.

Gütekriterien

Als kritischstes Gütekriterium auditiver Beurteilungsverfahren gilt die *Auswertungsobjektivität*. Für alle BoDyS-Skalen konnten anhand einer Stichprobe von 90 Patienten hohe Beurteilerübereinstimmungswerte erzielt werden (Krippendorff's α zwischen 0,78 und 0,91; [69]). Ferner ergaben sich für alle neun Skalen auch hohe *Reliabilitätskoeffizienten* zwischen den drei Testdurchführungen (Paralleltestreliabilität) und hohe Konsistenzwerte (Cronbach's α).

Zur *Konstruktvalidität* der BoDyS wurden umfangreiche Untersuchungen an einer Stichprobe von 190 dysarthrischen Patienten unterschiedlicher Ätiologien durchgeführt [70]. Dabei zeigte sich eine hohe konvergente und diskriminante Validität.

Für den Nachweis der *Kriteriumsvalidität* wurden multiple Regressionsanalysen zum Zusammenhang der

BoDyS-Punktwerte mit drei kommunikationsrelevanten Parametern durchgeführt, nämlich der *Verständlichkeit* (gemessen mittels eines Transkriptionsverfahrens), der *Natürlichkeit* (gemessen durch Ratings von Laienhörern) und der *Effizienz* (gemessen durch Bestimmung der Artikulationsrate und des relativen Pausenanteils im Sprachsignal). Alle drei Parameter ließen sich durch plausible Kombinationen von BoDyS-Skalenwerten modellieren: die *Verständlichkeit* durch den Punktwert der *Artikulationsskala* ($\beta=0,83$), die *Natürlichkeit* – je nach Ätiologie – durch *Atmungs*-, *Stimm*- und *Prosodieskalen*, und die *Effizienz* durch die Punktwerte der Skalen *Artikulationsstempo* ($\beta=0,82$) und *Redefluss* ($\beta=0,99$; [69]).

Normierung und Profilanalysen

Auf der Grundlage der Daten von 220 Patienten mit Dysarthrien unterschiedlicher Ätiologien wurden für die neun BoDyS-Skalen Prozentränge und T-Wert-Normen berechnet. Vergleichswerte nicht-dysarthrischer Probanden liegen für eine Stichprobe von 78 Teilnehmern aus unterschiedlichen Altersgruppen vor [69].

Durch die Standardnormierung ist es möglich, zufallskritische Profil- und Verlaufsanalysen durchzuführen [26, 67]. **Abbildung 5** zeigt dazu ein Anwendungsbeispiel. Es handelt sich um einen 20-jährigen Patienten, der als Folge eines Hirninfarkts eine schwere Dysarthrie erlitten hatte. Die unterbrochene Linie in **Abbildung 5** repräsentiert das BoDyS-Profil des Patienten zwei Jahre nach dem Infarkt. Die Profilhöhe von 32,0 zeigt eine schwere Störung an. Aus der Profilform lassen sich besonders schwere Beeinträchtigungen der Sprechatmung (ATM), der Resonanz (RES) und des Redeflusses (RDF) ablesen.

Aufgrund seiner velopharyngealen Insuffizienz mit durchgängig sehr ausgeprägter Hypernasalität erhielt der Patient eine *palatoflex*TM-Gaumensegelprothese [61]. Die durchgezogene Linie in **Abbildung 5** zeigt das BoDyS-Profil des Patienten mit eingesetzter Prothese. Das Profilniveau erhöhte sich in dieser Bedingung signifikant um mehr als 5 T-Wertpunkte, erwartungsgemäß mit einer signifikanten Verbesserung insbesondere auf der Resonanzskala (RES). Durch die verbesserte Luftstromkontrolle stieg auch der Punktwert der Atmungsskala signifikant an, mit der Folge eines ebenfalls signifikant verbesserten Redeflusses (RDF).

Zusammenfassung

Dysarthriediagnostik kann sehr unterschiedliche Zielsetzungen haben: Sie kann zum einen auf die verschiedenen Störungsebenen der *Körperfunktionen*, der *Aktivitäten* und der *Partizipation* gerichtet sein, und sie kann zum andern eher der Exploration (beispielsweise bei der Suche nach einer wirksamen Interventionsmöglichkeit) oder der psychometrisch abgesicherten Messung eines

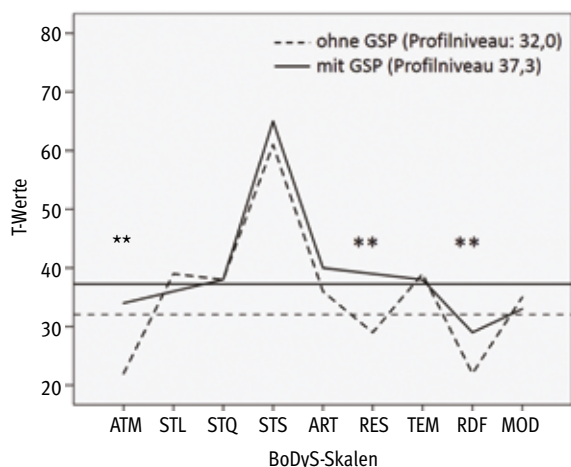


Abb. 5: BoDyS-Profil eines 20-jährigen Patienten mit schwerer Dysarthrie nach Schlaganfall. Unterbrochene Linie: ohne Gaumensegelprothese; durchgezogene Linie: mit Gaumensegelprothese. ATM: Sprechatmung; STL: Stimmlage; STQ: Stimmqualität; STS: Stimmstabilität; ART: Artikulation; RES: Resonanz; TEM: Artikulationstempo; RDF: Redefluss; MOD: Modulation; GSP: Gaumensegelprothese

Störungsprofils dienen (z.B. um zuverlässige Verlaufsdaten zu gewinnen).

Unter den möglichen Analysemethoden ist die auditiv-perzeptive Analyse den apparativ-physiologischen und den akustischen Messverfahren eindeutig vorzuziehen, da sie ohne technischen Aufwand ein umfassendes Bild der Störung liefern kann. Akustische Analyseverfahren können dieses Bild punktuell ergänzen und beispielsweise die Änderungssensitivität der Diagnostik erhöhen. Apparative Untersuchungen physiologischer Parameter wie Kraft oder Bewegungsgeschwindigkeit scheiden aus den erwähnten Gründen als Standardmethoden der sprachtherapeutischen Dysarthriediagnostik aus.

Für diagnostische Verfahren, die auf nichtsprachlichen Tests beruhen, existieren bisher keine überzeugenden Validitätsnachweise. Daher (und aus verschiedenen theoretischen Gründen) muss die Diagnostik dysarthrischer Sprechstörungen auf einer Analyse sprachlicher Aufgaben aufgebaut sein.

Die *Bogenhausener Dysarthrieskalen (BoDyS)* sind ein standardnormiertes Testverfahren, das auf der auditiven Diagnostik sprachlicher Äußerungen der Patienten beruht. Die *BoDyS* sind objektiv und reliabel und genügen allen wichtigen Validitätskriterien. Es liegen Testnormen auf der Grundlage von 220 Patienten mit Dysarthrien unterschiedlicher Ätiologien und von 78 nicht-dysarthrischen Sprechern vor. Das Verfahren ermöglicht die zufallskritische Prüfung von Störungsprofilen und die Messung von natürlichen oder therapeutisch induzierten Änderungen im Verlauf.

Literatur

1. Ackermann H et al. Kinematic analysis of articulatory movements in central motor disorders. *Mov Disord* 1997; 12(6): 1019–27.
2. Ackermann H, Hertrich I, Hehr T. Oral diadochokinesis in neurological dysarthrias. *Folia Phoniatr Logop* 1995; 47: 15–23.
3. Auzou P, Rolland-Monnoury V. Batterie d'évaluation clinique de la dysarthrie. Isbergues: Ortho Édition 2006.
4. Ballard KJ, Robin DA, Folkins JW. An integrative model of speech motor control: a response to Ziegler. *Aphasiology* 2003; 17(1): 37–48.
5. Bartolome G, Schröter-Morasch H. Schluckstörungen: Diagnostik und Rehabilitation, 5 ed. München: Urban & Fischer 2013.
6. Bizzozero I et al. Upper and lower face apraxia: role of the right hemisphere. *Brain* 2000; 123: 2213–30.
7. Boersma P, Weenink D. Praat software. Im Internet: <http://www.fon.hum.uva.nl/praat>. Amsterdam: University of Amsterdam 2016.
8. Breitbach-Snowdon H. UNS. Untersuchung neurologisch bedingter Stimm- und Sprechstörungen. 3 ed. Köln: Prolog 2003.
9. Brendel B et al. Comparing speech characteristics in spinocerebellar ataxias type 3 and type 6 with Friedreich ataxia. *J Neurol* 2015; 262(1): 21–6.
10. Brendel B et al. Friedreich Ataxia: Dysarthria Profile and Clinical Data. *Cerebellum* 2013; 12: 475–84.
11. Bunton K et al. Listener agreement for auditory-perceptual ratings of dysarthria. *J Speech Lang Hear Res* 2007; 50: 1481–95.
12. Bunton K. Speech versus Nonspeech: Different Tasks, Different Neural Organization. *Semin Speech Lang* 2008; 29(4): 267–75.
13. Cantagallo A et al. La valutazione della disartria: il profilo Robertson ed il questionario di autovalutazione. *Acta Phoniatrica Latina* 2005; 27: 11–27.
14. Carmichael J. Diagnosis of dysarthria subtype via spectral and waveform analysis. *Computer Systems Science & Engineering* 2014; 29(1): 33–42.
15. Cella D et al. The Patient-Reported Outcome Measurement Information System (PROMIS). *Med Care* 2007; 45: 3–11.
16. Darley FL, Aronson AE, Brown JR. *Motor Speech Disorders*. Philadelphia: W.B. Saunders 1975.
17. de Carvalho M. et al. Electrodiagnostic criteria for diagnosis of ALS. *Clin Neurophysiol* 2008; 119(3): 497–503.
18. DIMDI ed. Internationale Klassifikation der Funktionsfähigkeit, Behinderung und Gesundheit. Stand Oktober 2005. Genf: WHO 2005.
19. Drummond SS. *Dysarthria examination battery*. Tucson, AZ: Communication Skill Builders 1993.
20. Duffy JR. *Motor Speech Disorders: Substrates, Differential Diagnosis and Management*. 3rd ed. St. Louis: Elsevier Mosby 2013.
21. Eadie TL et al. Measuring communicative participation: A review of self-report instruments in speech-language pathology. *Am J Speech Lang Pathol* 2006; 15(4): 307–20.
22. Enderby P, Palmer R. FDA-2: Frenchay Dysarthria Assessment (FDA-2). Austin, TX: Pro-ed 2008.
23. Enderby P, Palmer R. *Frenchay Dysarthria Assessment – 2*. ed. Idstein: Schulz-Kirchner Verlag 2012.
24. Fletcher AR et al. Predicting intelligibility gains in dysarthria through automated speech feature analysis. *J Speech Lang Hear Res* 2017; 1–11.
25. Folkins JW et al. What can nonspeech tasks tell us about speech motor disabilities? *J Phon* 1995; 23: 139–47.
26. Guillot G, Willmes K. CASE123: Ein Programmpaket zur Analyse von Testdaten mit Methoden der Psychometrischen Einzelfalldiagnostik. Aachen: Neurologische Klinik, RWTH Aachen 1993.
27. Haas-Taylor S et al. Einsatz von Methoden für die Dysarthrie- und Sprechapraxiediagnostik: Eine Fragebogenuntersuchung, in 16. Jahrestagung der Gesellschaft für Aphasieforschung und -behandlung. Innsbruck: EKN 2015.
28. Hagedorn C et al. Characterizing Articulation in Apraxic Speech Using Real-Time Magnetic Resonance Imaging. *J Speech Lang Hear Res* 2017; 60(4): 877–91.
29. Hartelius L, Svensson P. *Dysarthritest*. Stockholm: PsykoLogiförlaget 1990.

30. Holmes G. The symptoms of acute cerebellar injuries due to gunshot injuries. *Brain* 1917; 40: 461–535.
31. Hopf HC, Kömpf D. Erkrankungen der Hirnnerven. Stuttgart – New York: Georg Thieme 2006.
32. Huber W et al. Aachener Apasie Test (AAT). Göttingen: Hogrefe 1983.
33. Kent RD, Kent JF, Rosenbek JC. Maximum performance tests of speech production. *J Speech Hear Disord* 1987; 52: 367–87.
34. Kent RD. Perceptual sensorimotor speech examination for motor speech disorders. In: McNeil MR (ed.) *Clinical Management of Sensorimotor Speech Disorders*. New York: Thieme 2009; 19–29.
35. Kertesz A. The Western Aphasia Battery. <None Specified>. New York: Grune & Stratton 1982.
36. Kim YJ, Kent RD, Weismer G. An acoustic study of the relationships among neurologic disease, dysarthria type, and severity of dysarthria. *J Speech Lang Hear Res* 2011; 54(2): 417–29.
37. Knuijt S. Nederlandstalig dysartrieonderzoek voor volwassenen (NDO-V). Houten: Bohn Stafleu van Loghum 2014.
38. Kuruvilla MS, Murdoch BE, Goozee JV. Electropalatographic (EPG) assessment of tongue to palate contacts in dysarthric speakers following TBI. *Clin Linguist Phon* 2008; 22(9): 703–25.
39. Lansford KL, Liss JM. Vowel acoustics in dysarthria: Mapping to perception. *J Speech Lang Hear Res* 2014; 57(1): 68–80.
40. Liss JM et al. The effects of familiarization on intelligibility and lexical segmentation in hypokinetic and ataxic dysarthria. *J Acoust Soc Am* 2002; 112(6): 3022–30.
41. Matheron D et al. Laryngeal Aerodynamics in Healthy Older Adults and Adults With Parkinson's Disease. *J Speech Lang Hear Res* 2017; 60(3): 507–24.
42. Mei C et al. Motor speech impairment, activity, and participation in children with cerebral palsy. *Int J Speech Lang Pathol* 2014; 16(4): 427–35.
43. Murdoch BE. Physiological investigation of dysarthria: recent advances. *Int J Speech Lang Pathol* 2011; 13(1): 28–35.
44. Nishio M, Niimi S. Changes over time in dysarthric patients with amyotrophic lateral sclerosis (ALS): a study of changes in speaking rate and maximum repetition rate (MRR). *Clin Linguist Phon* 2000; 14(7): 485–97.
45. Nishio M, Niimi S. Comparison of speaking rate, articulation rate and alternating motion rate in dysarthric speakers. *Folia Phoniatr Logop* 2006; 58(2): 114–31.
46. Piacentini V et al. Reliability and validity of an instrument to measure quality of life in the dysarthric speaker. *Folia Phoniatr Logop* 2011; 63(6): 289–95.
47. Richter B. Bildgebende Diagnostik: Video-Laryngo-Stroboskopie, Hochgeschwindigkeitsglottografie, dynamische Kernspintomografie. Sprache, Stimme, Gehör 2016; 40(04): 168–72.
48. Robertson S. Robertson Dysarthria Profile. Bristol: Communication Skills Builders Inc 1982.
49. Schmich J et al. Alltags- und kommunikationsbezogene Dysarthriediagnostik: Ein Fragebogen zur Selbsteinschätzung. Sprache, Stimme, Gehör 2010; 34: 73–9.
50. Schneider-Stickler B, Bigenzahn W. Stimmidiagnostik: ein Leitfaden für die Praxis. Wien: Springer-Verlag 2013.
51. Schnitker R et al. Die Aachener Materialien zur Diagnostik neurogener Sprechstörungen (AMDNS). *Neurologie & Rehabilitation* 2011; 17(5–6): 277.
52. Schölderle T et al. Akustische Sprachsignalanalysen in der klinischen Dysarthriediagnostik: Möglichkeiten und Grenzen. Sprache, Stimme, Gehör 2015; 39: 176–81.
53. Schölderle T et al. Dysarthria in adults with cerebral palsy: Clinical presentation and impacts on communication. *J Speech Lang Hear Res* 2016; 59: 216–29.
54. Schölderle T. The impact of early brain damage on speech: Features and characteristics of dysarthria in adults with cerebral palsy, in Fakultät für Sprach- und Literaturwissenschaften. München: Ludwig-Maximilians-Universität 2014.
55. Schölderle T, Staiger A. Dysarthrie, in Grundwissen der Sprachheilpädagogik und Sprachtherapie, M. Grohnfeldt (ed.) Stuttgart: Kohlhammer 2014; 275–80.
56. Solomon NP et al. Neurogenic Orofacial Weakness and Speech in Adults With Dysarthria. *Am J Speech Lang Pathol* 2017; 26(3): 951–60.
57. Solomon NP, Garlitz SJ, Milbrath RL. Respiratory and laryngeal contributions to maximum phonation duration. *J Voice* 2000; 14(3): 331–40.
58. Staiger A et al. Dissociating Oral Motor Capabilities: Evidence from Patients with Movement Disorders. *Neuropsychologia* 2017; 95: 40–53.
59. Staiger A et al. Task-dependent control of oral-motor timing: A factor analytic approach. *J Mot Behav* 2017; 49(5): 482–93.
60. Tiffany WR. The effects of syllable structure on diadochokinetic and reading rates. *J Speech Hear Res* 1980; 23: 894–908.
61. Vogel M. et al. Einsatz der Gaumensegelprothese bei velopharyngealer Inkompetenz: Erfahrungen mit palatoflex™. *Neurologie & Rehabilitation* 2018; 24(2): 153–168.
62. Walshe M, Miller N. Living with acquired dysarthria: the speaker's perspective. *Disabil Rehabil* 2011; 33(3): 195–203.
63. Wang YT et al. Analysis of diadochokinesis in ataxic dysarthria using the motor speech profile program™. *Folia Phoniatr Logop* 2009; 61(1): 1–11.
64. Weigelt S et al. Voice handicap index. *HNO* 2004; 52(8): 751–56.
65. Weismer G. Philosophy of research in motor speech disorders. *Clin Linguist Phon* 2006; 20(5): 315–49.
66. Wevosys, lingWAVES 3. Global Handbook 2015. Germany: Wevosys 2015.
67. Willmes K. Statistische und psychometrische Aspekte in der Neuropsychologie, in Lehrbuch der Klinischen Neuropsychologie. Grundlagen, Methoden, Diagnostik, Therapie, Sturm W, Herrmann M, Wallesch CW (eds). Lisse, NL: Swets & Zeitlinger 2000; 229–49.
68. Yorkston KM, Beukelman DR. Assessment of Intelligibility of Dysarthric Speech. Philadelphia: C.C. Publications 1984.
69. Ziegler W et al. Die Bogenhausener Dysarthrieskalen (BoDyS). Testmanual. Göttingen: Hogrefe (im Druck).
70. Ziegler W et al. Gauging the auditory dimensions of dysarthric impairment: Reliability and construct validity of the Bogenhausen Dysarthria Scales (BoDyS). *J Speech Lang Hear Res* 2017; 60: 1516–34.
71. Ziegler W. Speech motor control is task-specific. Evidence from dysarthria and apraxia of speech. *Aphasiology* 2003; 17(1): 3–36.
72. Ziegler W. Task-related factors in oral motor control: speech and oral diadochokinesis in dysarthria and apraxia of speech. *Brain Lang* 2002; 80: 556–75.
73. Ziegler W, Zierdt A. Clinical assessment of intelligibility in dysarthria: A pilot-investigation of MVP-online. *J Commun Disord* 2008; 41: 553–77.
74. Ziegler W, Ackermann H. Neuromotor speech impairment: it's all in the talking. *Folia Phoniatr Logop* 2013; 65(2): 55–67.
75. Ziegler W, Wessel K. Speech timing in ataxic disorders: Sentence production and rapid repetitive articulation. *Neurology* 1996; 47: 208–14.
76. Ziegler W, Vogel M. Dysarthrie. Verstehen – untersuchen – behandeln. Stuttgart: Thieme 2010.

Interessenvermerk

Es besteht kein Interessenkonflikt.

Korrespondenzadressen:

Prof. Dr. Wolfram Ziegler
EKN, Institut für Phonetik und Sprachverarbeitung
Ludwig-Maximilians-Universität München
Schellingstraße 3
80799 München
Wolfram.Ziegler@ekn-muenchen.de