

# Entwicklungsverläufe kindlicher Dysarthrien: Auditive Profile und Verständlichkeit

E. Haas, W. Ziegler, T. Schöderle

Entwicklungsgruppe Klinische Neuropsychologie (EKN), Institut für Phonetik und Sprachverarbeitung, LMU München

## Zusammenfassung

Trotz der hohen Prävalenz kindlicher Dysarthrien ist bislang über das klinische Bild, mögliche Entwicklungsverläufe sowie resultierende Verständlichkeitseinschränkungen nur wenig bekannt. In der vorliegenden Längsschnittstudie werden auditive Profile und Verständlichkeitsdaten von 14 Kindern mit neurologischen Erkrankungen vor dem Hintergrund der typischen sprechmotorischen Entwicklung dargestellt. Grundlage für die Analysen war das BoDyS-KiD Material,

**Schlüsselwörter:** Kindliche Dysarthrie, Entwicklungsverläufe, Verständlichkeit

welches die Elizitierung standardisierter Sprechproben sowie eine Altersnormierung erlaubt. Es zeigte sich, dass sich die Kinder mit neurologischen Erkrankungen hinsichtlich der auditiven Profile relativ konstant entwickelten, während für die Verständlichkeit deutlich mehr Variabilität der individuellen Verläufe zu sehen war. Zuletzt wurde ein starker Zusammenhang zwischen der Entwicklung der Verständlichkeit und auditiven Urteilen zur Artikulation gefunden.

## Kindliche Dysarthrien

In Deutschland leben Schätzungen zufolge etwa 50.000 Kinder und Jugendliche mit einer Dysarthrie [13]. Zu den häufigsten neurologischen Erkrankungen, die Dysarthrien im Kindesalter zugrunde liegen, zählen die Zerebralparese, Schädel-Hirn-Traumata und genetische Syndrome [14, 19]. Alle Funktionskreise des Sprechens, d. h. Sprechatmung, Stimme, Artikulation und Resonanz sowie prosodische Parameter können betroffen sein [9, 18]. Frühere Studien zeigten vor allem, dass eine reduzierte Artikulation ein typisches Störungsmerkmal ist. Zudem wurde häufig auch eine behauchte, raue oder gepresste Stimmqualität, eine Hypernasalität oder ein reduziertes Sprechtempo beschrieben [1, 2, 17, 18]. Diese Symptome können sich z. B. in Form einer reduzierten Verständlichkeit negativ auf die Kommunikation auswirken [3, 13]. Dies hat oft weitreichende Auswirkungen auf die soziale Teilhabe und die Lebensqualität der Kinder (z. B. [7]).

Trotz der hohen Prävalenz kindlicher Dysarthrien fanden zentrale Aspekte in bisherigen Studien kaum Berücksichtigung: So ist über mögliche Entwicklungsverläufe der Dysarthrien sowie über die resultierenden Kommunikationseinschränkungen nur wenig bekannt [5, 9, 10]. Solche Erkenntnisse sind jedoch notwendig, um prognostisches Potenzial für die Sprachtherapie zu identifizieren und darauf aufbauend Therapieziele zu formulieren. Des Weiteren liegen keine Arbeiten vor, die systematisch mögliche Zusammenhänge zwischen der Entwicklung einzelner Sprechfunktionen und der Verständlichkeit im Kindesalter anhand auditiver Parameter umfassend untersucht haben. Auch diese Ergebnisse sind von besonderem klinischen Interesse, da sie die Auswahl kommunikations- und damit alltagsrelevanter Therapieinhalte unterstützen.

Für die Beschreibung des Störungsbildes ist zu berücksichtigen, dass es sich bei kindlichen Dysarthrien um Sprechstörungen handelt, die während der sprechmotorischen Entwicklung auftreten. Anzeichen einer Sprechstörung können demnach mit Anzeichen der sprechmotorischen Entwicklung interagieren. Aus diesem Grund ist es unerlässlich, dem Entwicklungsaspekt in Form einer Altersnormierung Rechnung zu tragen. Die Altersnormierung ist vor allem bei der Analyse von Entwicklungsverläufen von höchster klinischer Relevanz, wenn beobachtet werden soll, ob sich Auffälligkeiten im Vergleich zu Gleichaltrigen verstärken oder abmildern. Ein Problem bisheriger Studien war es, dass dieser Aspekt nicht systematisch berücksichtigt wurde. In jüngst erschienenen Studien veröffentlichten wir nun auf der Grundlage von 144 typisch entwickelten Kindern zwischen drei und neun Jahren erstmals eine Altersnormierung für Funktions- sowie Kommunikationsparameter (u. a. Verständlichkeit) für das Deutsche [15, 16].

Der vorliegende Artikel stellt einen Ausschnitt einer größer angelegten Längsschnittstudie vor [9]. Es werden Entwicklungsverläufe kindlicher Dysarthrien vor dem Hintergrund der typischen sprechmotorischen Entwicklung beschrieben und mit Verständlichkeitsdaten ergänzt. Daran anschließend sollen Zusammenhänge zwischen den Entwicklungsverläufen von Funktionsparametern und der Verständlichkeit aufgezeigt werden.

## Methode

### Proband\*innen

An der Längsschnittstudie nahmen 14 Kinder mit neurologischen Grunderkrankungen (im Folgenden abgekürzt mit NE (neurologische Erkrankung); 4 Mädchen, 10 Jungen; 1. Testzeitpunkt (T1): 5;1–8;4 Jahre; Monate)

Neurol Rehabil 2022; 28(2): 89–93 | <https://doi.org/10.14624/NR2202006> | © Hippocampus Verlag 2022

## Developmental trajectories of childhood dysarthria: Auditory profiles and intelligibility

E. Haas, W. Ziegler, T. Schölderle

### Abstract

Despite the high prevalence of childhood dysarthria, little is known about the clinical picture, developmental trajectories, and resulting restrictions in intelligibility. In the present longitudinal study, auditory-perceptual profiles and intelligibility data of 14 children with neurological conditions are presented against the background of typical speech-motor development. All analyses were based on the BoDyS-KiD material, which allows for the elicitation of standard speech samples and provides age norms. We showed that the children with neurological conditions had rather stable developmental trajectories with regard to their auditory-perceptual profiles, whereas for intelligibility significantly more variability in the individual trajectories was seen. In addition, a strong relationship was apparent between the development of intelligibility and the auditory-perceptual ratings of articulation.

**Keywords:** childhood dysarthria, developmental courses, intelligibility

teil. Mit Ausnahme eines Kindes lag bei allen Kindern die Diagnose Zerebralparese vor. Die Sprechstörungen waren unterschiedlich stark ausgeprägt. Zu Beginn der Studie lagen noch keine Normdaten vor, sodass die Feststellung einer Dysarthrie, insbesondere bei Kindern mit leichten Auffälligkeiten, noch nicht möglich war. Dementsprechend war das Vorliegen einer Dysarthriediagnose kein Einschlusskriterium. Alle Kinder sprachen Deutsch als Erstsprache und waren in der Lage verbal zu kommunizieren und kurze Sätze auf Aufforderung zu wiederholen. Ergänzend wurden 14 typisch entwickelte Kinder (TE), gematcht nach Alter und Geschlecht, eingeschlossen. Alle 28 Kinder wurden im Abstand von jeweils neun Monaten dreimal untersucht (T1–T3).

### Material und Auswertung

Grundlage für die Untersuchungen stellte der BoDyS-KiD Ansatz dar, der anhand von kindgerechtem Material die Elizitierung standardisierter Sprechproben (Nachsprechsätze, Spontansprache) erlaubt [8]. Die gewonnenen Sprechproben wurden in Hinblick auf neun Dimensionen (BoDyS Skalen), die alle relevanten Bereiche des Sprechens (*Sprechatmung, Stimmlage, Stimmqualität, Stimmstabilität, Artikulation, Resonanz, Tempo, Redefluss, Modulation*) abbilden, auf einer 5-stufigen Skala auditiv beurteilt. Der BoDyS-KiD Gesamtscore stellt den Mittelwert über alle neun Skalen dar.

Auf Grundlage der Nachsprechsätze des BoDyS-KiD Materials wurde im Rahmen eines Hörexperiments die Verständlichkeit der Kinder ermittelt. Dabei transkribierten Laienhörer\*innen die BoDyS-KiD Nachsprechsätze aller 28 Kinder. So wurde pro Kind der Anteil verstandener Silben ermittelt. Um Vertrautheitseffekte auszuschließen, war das Experiment so konzipiert, dass jede\*r Hörer\*in jeden Nachsprechsatz sowie jedes Kind nur einmal beurteilte.

Die Ergebnisse der auditiven Analysen und der Verständlichkeitsmessungen wurden auf der Grundlage eigener Vorarbeiten [15, 16] altersnormiert. Dazu wurden anhand der Daten von 144 typisch entwickelten Kindern mittels nichtlinearer Modelle Entwicklungstrajektorien für alle neun BoDyS Skalen, den BoDyS-KiD Gesamtscore und die Verständlichkeit berechnet. Der altersnormierte 95%-Bereich der Referenzgruppe liegt zwischen -1 und +1 (in **Abbildung 1** durch einen hellgrauen Balken markiert). Werte >1 weisen auf eine Auffälligkeit des jeweiligen Parameters hin.

### Ergebnisse

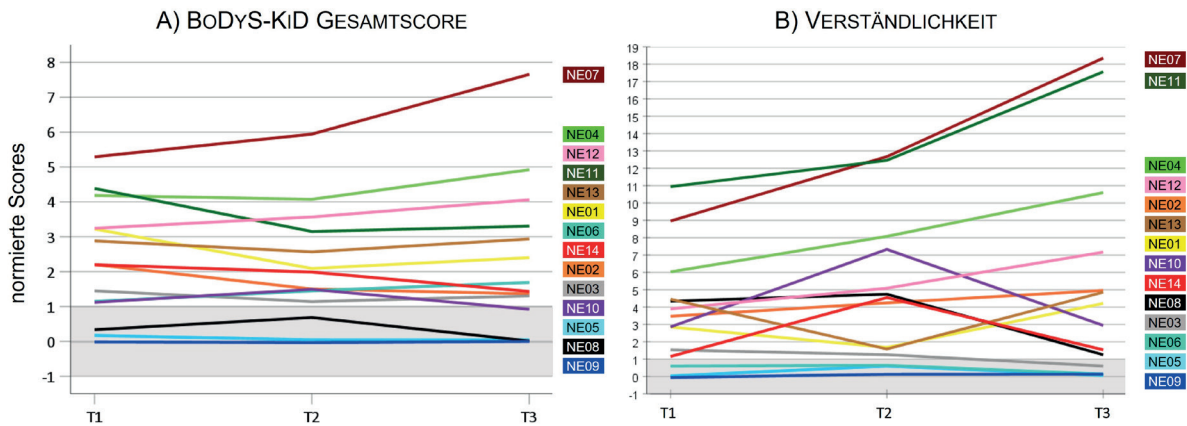
#### Entwicklungsverläufe sprechmotorischer Funktionen und Verständlichkeit

Die Verläufe sprechmotorischer Funktionen werden in Form der Entwicklung des *BoDyS-KiD Gesamtscores* dargestellt. Für die 14 typisch entwickelten Kinder der Längsschnittstudie hat sich gezeigt, dass alle Kinder zu jedem der drei Untersuchungszeitpunkte innerhalb der Norm lagen. Über den Untersuchungszeitraum von 18 Monaten hinweg (T1 zu T3) traten sowohl positive als auch negative Veränderungen zwischen -0,8 ( $\hat{=}$  Verbesserung) und +0,8 ( $\hat{=}$  Verschlechterung) auf.

Die Entwicklungsverläufe des BoDyS-KiD Gesamtscores der 14 Kinder mit neurologischen Erkrankungen sind in **Abbildung 1A** dargestellt. Die Störungsprofile variierten hinsichtlich der individuellen Ausprägung und des Gesamtschweregrades stark. Während einige Kinder der Stichprobe schwere Dysarthrien zeigten, lagen drei Kinder auch zu allen Untersuchungszeitpunkten innerhalb der Norm. Die Altersnormierung wies in diesen drei Fällen also darauf hin, dass keine Dysarthrie vorlag. Bei Betrachtung des Ausmaßes der Veränderungen über den Studienzeitraum stellte sich heraus, dass sich 12 der 14 NE Kinder in einem mit der TE Gruppe vergleichbaren Ausmaß weiterentwickelten. Nur zwei Kinder (NE07 und NE11) wichen von diesem Muster ab. NE11 verbesserte sich stärker als die TE Kinder und näherte sich somit der Norm über die 18 Monate hinweg an. NE07 hingegen verschlechterte sich erheblich und entfernte sich im Verlauf weiter von der Norm.

Die altersnormierten *Verständlichkeitswerte* der TE Gruppe zeigten, dass auch für diesen Parameter im Verlauf (T1 zu T3) positive sowie negative Veränderungen auftraten. Diese betrug maximal -0,9 ( $\hat{=}$  Verbesserung) bzw. +1,2 ( $\hat{=}$  Verschlechterung).

Die Entwicklung der 14 NE Kinder hinsichtlich der Verständlichkeit sind in **Abbildung 1B** dargestellt. Es muss berücksichtigt werden, dass die Ordinate im Vergleich zu **Abbildung 1A** einen deutlich größeren Wertebereich abbildet. Die normierten Verständlichkeitswerte der NE Kinder streuten demnach über einen sehr großen Wertebereich. Der Vergleich des Ausmaßes der Veränderungen von T1 zu T3 zwischen der NE und der TE Gruppe



**Abb. 1:** Entwicklungsverläufe der sprechmotorischen Funktionen, abgebildet durch die altersnormierten Werte des BoDyS-KiD Gesamtscores (A) sowie der Verständlichkeit (B) für die 14 Kinder mit neurologischen Grunderkrankungen (NE Gruppe). Es muss berücksichtigt werden, dass sich die Skalierung der Ordinate unterscheidet. Die hellgrauen Balken zwischen -1 und +1 in den Abbildungen markieren jeweils den 95%-Bereich der 144 typisch entwickelten Kinder der Normierungsstichprobe [15, 16].

Abbildung 1A wurde mit freundlicher Genehmigung durch die American Speech-Language Hearing Association (ASHA) abgedruckt

zeigt, dass sieben NE Kinder aus dem Wertebereich der Veränderungen der TE Kinder [+1,2 bis -0,9] herausfielen. Sechs NE Kinder verschlechterten sich deutlicher als die TE Kinder. Nur ein Kind (NE08) übertraf die maximale Verbesserung der TE Kinder und näherte sich somit über die 18 Monate hinweg der Norm an. Außerdem sollte berücksichtigt werden, dass auch innerhalb der beiden neunmonatigen Untersuchungsintervalle teils große positive und negative Veränderungen auftraten, die bei einer bloßen Beschreibung der Entwicklung im 18-Monatszeitraum nicht sichtbar werden.

Bei einem Vergleich zwischen BoDyS-KiD Gesamtscore (Abb. 1A) und Verständlichkeit (Abb. 1B) ist offensichtlich, dass sich einige Kinder hinsichtlich der Entwicklung beider Parameter ähnlich verhielten. So ging z.B. mit einer Verschlechterung des Gesamtschweregrades auch eine Verschlechterung der Verständlichkeit einher (z.B. NE07; NE12). Es zeigten sich jedoch auch entgegengesetzte Entwicklungsverläufe, was im Folgenden an zwei Beispielen erläutert werden soll:

NE11 (m, 7;7 zu T1): Verbesserung des BoDyS-KiD Gesamtscores bei Verschlechterung der Verständlichkeit

- Verbesserungen der BoDyS Skalen Atmung, Stimmlage, Stimmstabilität, Resonanz und Tempo führten zu verbessertem BoDyS-KiD Gesamtscore
- Artikulation als eindeutiger Störungsschwerpunkt blieb über die 18 Monate hinweg bestehen, was mit Verschlechterungen des normierten Verständlichkeitsscores einherging

NE06 (m, 6;9 zu T1): Verschlechterung des BoDyS-KiD Gesamtscores bei unbeeinträchtigter Verständlichkeit

- Verschlechterung der Sprechatmungsskala führte zu leichter Verschlechterung des Gesamtscores

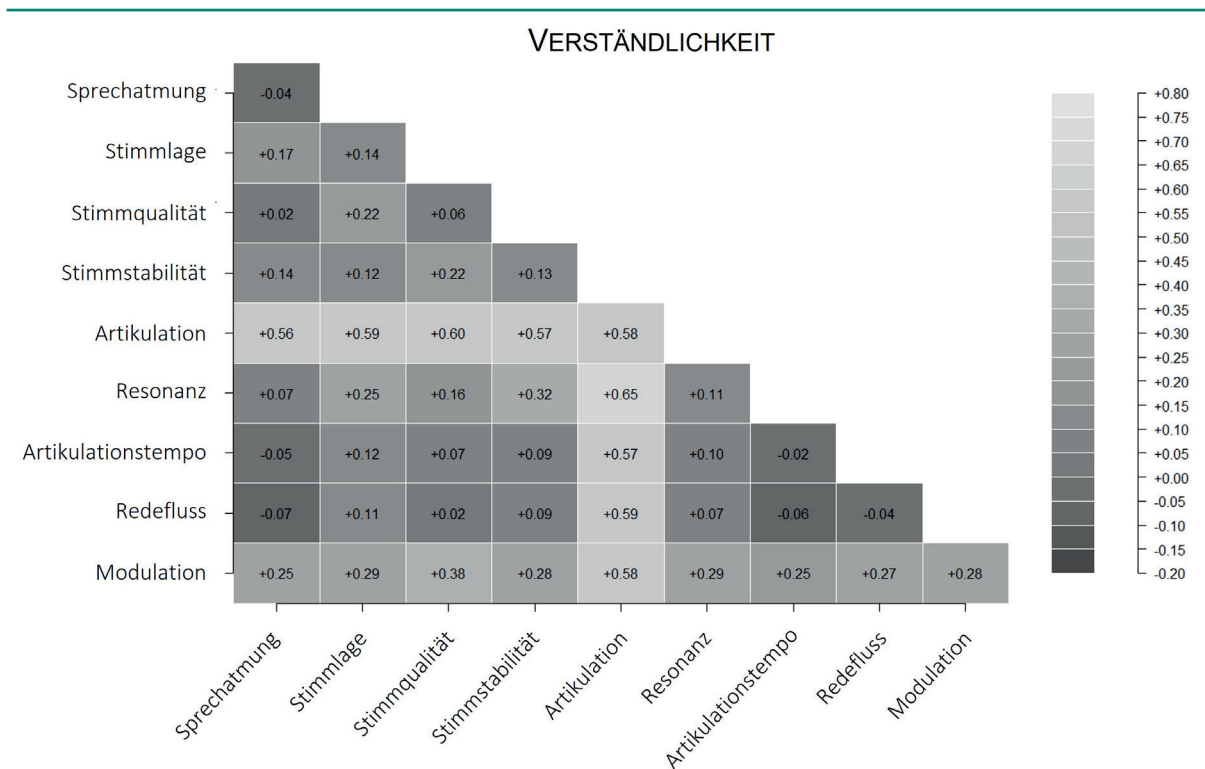
- Andere Skalen, v.a. die Artikulations- und die Stimmskalen, blieben unverändert unauffällig, ebenso wie die Verständlichkeit

Die Beschreibungen dieser beider Einzelfälle können dahingehend interpretiert werden, dass nicht alle BoDyS Skalen einen vergleichbaren Einfluss auf die Verständlichkeit haben. Vielmehr scheint es plausibel, dass die Artikulation einen besonders starken Einfluss auf die Verständlichkeit hat. Diese Beobachtungen sollen im Folgenden näher beleuchtet werden.

#### Zusammenhang zwischen Funktions- und Kommunikationsebene

Um den Einfluss der Entwicklungsdynamik der BoDyS Parameter auf den Verlauf der Verständlichkeit zu analysieren, wurden multiple lineare Regressionsmodelle mit der Verständlichkeit als abhängige Variable und den BoDyS Skalen als Regressoren berechnet. Diesen Analysen lagen die Rohwerte der BoDyS Skalen sowie der Verständlichkeit zugrunde. Dabei wurden nur die Daten der NE Gruppe berücksichtigt. Es wurden die Differenzen der beiden Untersuchungsintervalle (T2–T1 und T3–T2) eingeschlossen. Insgesamt konnten somit  $14 \times 2 = 28$  Datensätze verwendet werden.

Um Overfitting zu vermeiden, wurden nicht alle neun BoDyS Skalen in ein einziges Modell integriert, sondern es wurden zunächst für jede Skala ein separates Modell und in einem zweiten Schritt Modelle für alle Zweierkombinationen der BoDyS Skalen berechnet. **Abbildung 2** zeigt eine grafische Matrix der Bestimmtheitsmaße ( $R^2$ ) dieser Regressionsmodelle. Die Abstufung der Grautöne entspricht den  $R^2$ -Werten der jeweiligen Skalenkombination, d.h. je heller eine Zelle, desto größer die durch die beiden Variablen erklärte Varianz in den Verständlichkeitsdaten. Beispielsweise erklärten die beiden Skalen



**Abb. 2:** Grafische Regressionsmatrix. Die  $R^2$ -Werte der Regressionen mit jeweils nur einer Variablen (Skala) finden sich in den Diagonalzellen, die der jeweiligen Zweierkombinationen können in den übrigen Zellen der Matrix abgelesen werden. Die Abstufung der Grautöne entspricht dem Wert des Bestimmtheitsmaßes  $R^2$

*Sprechatmung* und *Stimmqualität* zusammen nur 2% dieser Varianz. Die Zellen auf der Diagonale dieser Matrix beschreiben die  $R^2$ -Werte für die Regressionsmodelle mit jeweils nur einer Regressorvariablen.

Die Ergebnisse der Regressionsmodelle zeigen, dass für sich genommen die Veränderungen der Artikulationskala den größten Anteil der Varianz der Verständlichkeit aufklären konnten ( $R^2 = 0,58$ ). Auch Veränderungen auf der Modulationsskala klärten einen gewissen Anteil der Varianz auf ( $R^2 = 0,28$ ). Das Modell aus den Skalen Artikulation und Resonanz klärte mit 65% den höchsten Anteil der Varianz auf.

## Diskussion

Kinder mit neurologischen Grunderkrankungen können komplexe sprechmotorische Störungen haben, die sich auf die Verständlichkeit auswirken. Sowohl für die *BoDyS-KiD* Gesamtscores als auch für die Verständlichkeit wurde eine große Heterogenität gefunden. Das heißt, es gab jeweils Kinder, die schwere Störungen aufwiesen, aber auch Kinder, die vergleichbar mit den gleichaltrigen typisch entwickelten Kindern waren.

In der Entwicklung zeigte sich, dass sich die Kinder mit neurologischen Grunderkrankungen hinsichtlich des *BoDyS-KiD* Gesamtscores relativ konstant und somit größtenteils parallel zu den typisch entwickelten Kindern weiterentwickelten. Sie waren folglich in der Lage, die Entwicklungsdynamik auszunutzen. Dieses Muster

trat unabhängig vom initialen Gesamtschweregrad auf. Für die Praxis kann demnach empfohlen werden, dass eine Therapie unabhängig vom Gesamtschweregrad angezeigt ist.

Demgegenüber war bei der Entwicklung der *Verständlichkeit* deutlich mehr Variabilität der individuellen Verläufe zu sehen. Das bedeutet, dass innerhalb der beiden neunmonatigen Untersuchungsintervalle teils massive positive wie negative Veränderungen auftraten, und im Gesamtverlauf vor allem bedeutsame Verschlechterungen beobachtet werden konnten. Diese Ergebnisse können u. a. eine Erklärung in der Methode der Normierung finden. Bezüglich der Verständlichkeit haben die Entwicklungstrajektorien der 144 typisch entwickelten Kinder der Normierungsstichprobe gezeigt, dass typisch entwickelte Kinder bereits mit fünf Jahren zu 95% verständlich sind. Anschließend tritt kaum noch Entwicklungsdynamik auf [16]. Dies führte dazu, dass bereits kleine Abweichungen der Kinder mit neurologischen Grunderkrankungen von dieser Norm stark ins Gewicht fielen und große Veränderungen in Bezug auf die normierten Verständlichkeitswerte verursachten.

Zuletzt konnte ein starker *Zusammenhang* zwischen der Entwicklung der Verständlichkeit und dem auditiv erhobenen Parameter der Artikulation gefunden werden. Dieses Ergebnis geht mit Beobachtungen früherer akustischer Studien aus dem Kindesalter [6, 11], aber auch mit Studienergebnissen auditiver Analysen aus dem Bereich der Dysarthrien im Erwachsenenalter [z. B.



4, 12] einher. In der vorliegenden Arbeit konnten diese Zusammenhänge erstmals auf Grundlage von auditiven Analysen für Kinder bestätigt werden. Für die Praxis weist dies darauf hin, dass auch im Kindesalter zur Verbesserung der Verständlichkeit vor allem eine Artikulationstherapie angezeigt ist.

Darüber hinaus wurde deutlich, dass auch Veränderungen in der Modulation für sich genommen einen Einfluss auf Veränderungen in der Verständlichkeit haben. Dies liegt nahe, da die prosodische Modulation für eine\*n Hörer\*in wichtig ist, um gesprochene Sprache in interpretierbare Einheiten zu segmentieren. Monotones Sprechen, aber auch eine Störung der Silbenstruktur von Wörtern kann folglich zu Einschränkungen der Verständlichkeit führen.

## Fazit und Ausblick

Kinder mit neurologischen Grunderkrankungen zeigen ganz unterschiedliche sprechmotorische Leistungen. Diese reichen von einer unbeeinträchtigten Sprechmotorik bis hin zu schweren Dysarthrien. Kindliche Dysarthrien können die Kommunikation stark einschränken. Insbesondere hat sich gezeigt, dass auftretende Artikulationsstörungen die Verständlichkeit massiv beeinträchtigen können. Die Ergebnisse können Sprachtherapeut\*innen bei der Definition von Behandlungszielen unterstützen und damit nicht zuletzt einen Beitrag dazu leisten, die klinische Versorgung für Kinder mit Dysarthrie zu verbessern.

## Literatur

- Allison KM, Hustad KC. Acoustic Predictors of Pediatric Dysarthria in Cerebral Palsy. *J Speech Lang Hear Res* 2018; 61(3): 462–78.
- Allison KM, Hustad KC. Data-Driven Classification of Dysarthria Profiles in Children with Cerebral Palsy. *J Speech Lang Hear Res* 2018; 61(12): 2837–53.
- Bax M, Tydeman C, Flodmark O. Clinical and MRI correlates of cerebral palsy: The European Cerebral Palsy Study. *JAMA* 2006; 296(13): 1602–8.
- Bodt MS de, Hernández-Díaz Huici ME, van de Heyning PH. Intelligibility as a linear combination of dimensions in dysarthric speech. *J Commun Disord* 2002; 35(3): 283–92.
- Braza MD, Sakash A, Natzke PEM, Hustad KC. Longitudinal Change in Speech Rate and Intelligibility between 5 and 7 Years in Children with Cerebral Palsy. *Am J Speech Lang Pathol* 2019; 28(3): 1139–51.
- DuHadway CM, Hustad KC. Contributors to Intelligibility in Preschool-Aged Children with Cerebral Palsy. *J Med Speech Lang Pathol* 2012; 20(4): 59.
- Fauconnier J, Dickinson HO, Beckung E, Marcelli M, McManus V, Michelsen SI et al. Participation in life situations of 8-12 year old children with cerebral palsy: cross sectional European study. *BMJ* 2009; 338(2): 1458–71.
- Haas E, Ziegler W, Schölderle T. Dysarthriediagnostik mit Kindern – Das Testmaterial der BoDyS-KiD. *Sprache Stimme Gehör* 2020; 44(4): 189–93.
- Haas E, Ziegler W, Schölderle T. Developmental courses in childhood dysarthria: Longitudinal analyses of auditory-perceptual parameters. *J Speech Lang Hear Res* 2021; 64(5): 1421–35.
- Hustad KC, Sakash A, Natzke PEM, Broman AT, Rathouz PJ. Longitudinal Growth in Single Word Intelligibility Among Children with Cerebral Palsy from 24 to 96 Months of Age: Predicting Later Outcomes from Early Speech Production. *J Speech Lang Hear Res* 2019; 62(6): 1599–613.
- Lee J, Hustad KC, Weismer G. Predicting speech intelligibility with a multiple speech subsystems approach in children with cerebral palsy. *J Speech Lang Hear Res* 2014; 57(5): 1666–78.
- Lehner K, Ziegler W, KommPaS-StudyGroup. Indicators of Communication Limitation in Dysarthria and Their Relation to Auditory-Perceptual Speech Symptoms: Construct Validity of the KommPaS WebApp. *J Speech Lang Hear Res* 2022; 65(1): 22–42.
- Mei C, Reilly S, Reddihough D, Mensah F, Morgan AT. Motor speech impairment, activity, and participation in children with cerebral palsy. *Int J Speech Lang Pathol* 2014; 16(4): 427–35.
- Murdoch BE. *Handbook of Acquired Communication Disorders in Childhood*. San Diego: Plural Publishing Inc; 2011.
- Schölderle T, Haas E, Ziegler W. Age Norms for Auditory-Perceptual Neurophonetic Parameters: A Prerequisite for the Assessment of Childhood Dysarthria. *J Speech Lang Hear Res* 2020; 63(4): 1071–82.
- Schölderle T, Haas E, Ziegler W. Intelligibility, articulation rate, fluency, and communicative efficiency in typically developing children. *J Speech Lang Hear Res* 2021; 64(7): 2575–85.
- van Mourik M, Catsman-Berrevoets CE, Yusef-Bak E, Paquier PF, van Dongen HR. Dysarthria in Children with Cerebellar or Brainstem Tumors. *Pediatr Neurol* 1998; 18(5): 411–4.
- Workinger MS, Kent RD. Perceptual analysis of the dysarthrias in children with athetoid and spastic cerebral palsy. In: Moore CA, Yorkston KM, Beukelman DR, editors. *Dysarthria and Apraxia of Speech: Perspectives on management*. Baltimore, MD: Brookes 1991, S.109–26.
- Yorkston KM, Beukelman DR, Strand EA, Bell K. *Management of motor speech disorders in children and adults*. 2nd ed. Austin, TX: Pro-ed 1999.

## Interessenkonflikt

Die Autor\*innen bestätigen, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Teile der hier berichteten Studien wurden in veränderter Form in JSLHR [9] veröffentlicht bzw. in AJSLP zur Veröffentlichung angenommen. An notwendiger Stelle (Abb. 1A) wurde eine Genehmigung zum erneuten Druck der Abbildung eingeholt.

## Korrespondenzadresse:

Elisabet Haas  
EKN, Institut für Phonetik und Sprachverarbeitung  
Schellingstraße 3  
80799 München  
E-Mail: Elisabet.Haas@ekn-muenchen.de