

Theoretische und therapeutische Aspekte der Sprechapraxie

Ingrid Aichert & Anja Staiger

EKN – Entwicklungsgruppe Klinische Neuropsychologie,
Klinik für Neuropsychologie, Klinikum Bogenhausen,
Städtisches Klinikum München GmbH

1. Einleitung

1861 beschrieb der französische Arzt und Anthropologe Paul Broca den Fall des Monsieur Leborgne, dessen mündliche Sprachproduktion bei scheinbar unbeeinträchtigter Intelligenz und intaktem Sprachverständnis auf die Silbe „tan“ beschränkt war. Als Läsionsort konnte Broca nach dem Tod Leborgnes die dritte Frontalhirnwindung links (das heute nach ihm benannte „Broca-Areal“) ausmachen. Broca bezeichnete die Störung als *Aphémie* und interpretierte sie als gestörte Fähigkeit, Bewegungen zu koordinieren, die für die Artikulation von Silben nötig sind, wobei dies weder auf Lähmungen oder gestörte Muskelfunktionen zurückzuführen sei noch auf beeinträchtigte sprachliche Leistungen.

« [...] ils ne peuvent exécuter la série de mouvements méthodiques et coordonnés qui correspond à la syllabe cherchée. Ce qui a péri en eux, ce n'est donc pas la faculté du langage, ce n'est pas la mémoire des mots, ce n'est pas non plus l'action des nerfs et des muscles de la phonation et de l'articulation, c'est autre chose, c'est [...] la faculté de coordonner les mouvements propres au langage articulé, ou plus simplement [...] la faculté du langage articulé, puisque sans elle il n'y a pas d'articulation possible. »
(Broca 1861:333)

Es ist sehr bemerkenswert, wie nah Brocas vor knapp 150 Jahren verfasste Beschreibung unserem heutigen Verständnis der *Sprechapraxie* kommt. Es ist umso bemerkenswerter, wenn man berücksichtigt, dass dem Störungsbild in

der Zeit nach Broca der Status eines eigenständigen Syndroms häufig abgesprochen wurde. Auffälligkeiten, die denen des Patienten Leborgne ähnlich waren, wurden meist im Sinne einer Aphasie, einer dysarthrischen Bewegungsstörung oder auch als Mischform aus diesen beiden aufgefasst. Diese Tatsache spiegelt sich insbesondere in der Vielfalt der verwendeten Termini wider, z.B. „subkortikale motorische Aphasie“ (Wernicke 1874), „ataktische Aphasie“ (Kussmaul 1877), „cortikale Dysarthrie“ (Bay 1957).

Mit einer einflussreichen Arbeit der Arbeitsgruppe um Darley et al. (1975) hat sich schließlich der Begriff der Sprechapraxie („Apraxia of Speech“) durchgesetzt.¹ Die Autoren definieren die Sprechapraxie als

„[...] articulatory disorder resulting from impairment due to brain damage of the capacity to program the positioning of speech musculature for the volitional production of phonemes and the sequencing of muscle movements.“ (S. 255)

und grenzen sie gegen andere Beeinträchtigungen der Kommunikationsfähigkeit ab:

"Features characteristic of this disorder distinguish it from other communication problems and justify its being considered a separate entity." (S. 250)

Die Sprechapraxie wird heute einvernehmlich als eine *Störung der Planung und Programmierung von Sprechbewegungen* definiert (Code 1998). Seit den Tagen von Darley und Mitarbeitern hat sich eine Vielzahl von Studien mit Beschreibungen der Symptomatik, der Ätiologie und neuroanatomischen Lokalisation sowie der Störungsmechanismen bei Sprechapraxie befasst. Im Folgenden wird auf diese zentralen Aspekte der Störung genauer eingegangen. Das Hauptaugenmerk dieses Beitrags richtet sich dabei auf

¹ Der Begriff der Apraxie geht ursprünglich auf Hugo Liepmann (1900) zurück. Liepmann beschrieb damit eine Gruppe von Störungen der Willkürmotorik, die sich durch ähnliche Charakteristiken auszeichnen und denen er u.a. auch die „Apraxie der Sprachmuskeln“ zuordnete.

Fragen des der Störung zugrunde liegenden Pathomechanismus und den sich daraus ergebenden Implikationen für die therapeutische Intervention. Hierfür werden ausgewählte Studien dargestellt, die im Laufe der letzten Jahre in der Entwicklungsgruppe Klinische Neuropsychologie (EKN), München, zum Thema Sprechapraxie entstanden sind.

2. Theoretischer Hintergrund

2.1 Ätiologie und Lokalisation

Am häufigsten entsteht eine Sprechapraxie als Folge von zerebro-vaskulären Erkrankungen, die zu Läsionen im Versorgungsgebiet der A. cerebri media der sprachdominanten linken Großhirnhemisphäre führen (für eine umfangreiche Übersicht s. Ogar et al. 2006; Ziegler 2008). Es existieren jedoch auch Berichte über das Auftreten von Sprechapraxie nach rechtshemisphärischer Läsion bei Rechtshändigkeit (sog. „gekreuzte Sprechapraxie“; Balasubramanian & Max 2004). Weitere Ätiologien, die die Störung verursachen können, sind Schädel-Hirn-Trauma, Tumorbildung oder neurodegenerative Erkrankungen (z.B. Mori et al. 1989; Pellat et al. 1991; Duffy et al. 2007). Wenngleich bis heute nicht zweifelsfrei geklärt ist, welche Hirnareale genau mit dem Auftreten einer Sprechapraxie assoziiert sind, so lässt sich doch eine Zuordnung zur *vorderen perisylvischen* Sprachregion treffen. Studien der letzten Jahre haben dabei die Bedeutung des Broca-Areals hervorgehoben (Hillis et al. 2004), doch werden auch die vordere Insel (Dronkers 1996) und der primär-motorische Gesichtskortex diskutiert (Tanji et al. 2001). Nicht zuletzt verweisen einige Autoren auch auf die Bedeutung subkortikaler Strukturen im Zusammenhang mit der Sprechapraxie (Peach & Tonkovich 2004). Solch divergierende Befunde hinsichtlich der genauen hirnanatomischen Lokalisation der Sprechapraxie lassen sich nach Ziegler (2008) vermutlich darauf zurückführen, dass sich während des im frühen Kindesalter einsetzenden sprechmotorischen Lernens ein komplexes neuronales System zur Planung und Programmierung von Sprechbewegungen ausbildet, das sich über weite peri- und subsylvische Areale der

sprachdominanten Hemisphäre erstreckt. Dies kommt auch in Miller (2002) zum Ausdruck:

"[...] we must seek to understand how diverse processes, supported by diverse areas of the brain, contribute and interact to produce speech movements. The answer will not be found by focusing on one site, nor is it an isolated process." (S. 226)

Es kann somit davon ausgegangen werden, dass auch Schädigungen einzelner Subsysteme und Faserverbindungen die Prozesse der sprechmotorischen Kontrolle stören und zum Entstehen einer Sprechapraxie beitragen können.

2.2 Symptomatik

Die Sprechapraxie äußert sich in einer großen Vielfalt verschiedener Symptome, die - nicht zuletzt abhängig vom Schweregrad - *interindividuell* erheblich variieren können.

Die Sprechapraxie ist zudem durch eine starke *intraindividuelle* Variabilität gekennzeichnet. Die gleiche Äußerung kann von einem Patienten zu einem Zeitpunkt fehlerhaft, zu einem anderen Zeitpunkt hingegen korrekt produziert werden (Fehlerinkonstanz). Auch können bei wiederholter Produktion der gleichen Äußerung *unterschiedliche* Fehler auftreten (Fehlerinkonsistenz). Vereinzelt kann zudem beobachtet werden, dass insbesondere bei der Produktion hochautomatisierter sprachlicher Äußerungen, wie z. B. Reihensprechen oder Grußformeln, Inseln störungsfreier Produktion auftreten.

Die Merkmale sprechapraktischer Sprachproduktion lassen sich auf drei Symptomebenen - Störungen der Lautbildung, Störungen der Prosodie und Auffälligkeiten des Sprechverhaltens - beschreiben, wobei diese Ebenen stark miteinander interagieren und daher nicht unabhängig voneinander beurteilt werden können. Im Folgenden wird die Symptomatik der Sprechapraxie auf den drei Störungsebenen genauer beschrieben (für umfassende Darstellungen siehe z.B. Wertz et al. 1984; Boutsen & Christman 2002; Croot 2002; McNeil et al. 2008; Ziegler 2008; Aichert & Staiger 2010).

Störung der Lautbildung

Das Kernsymptom der Sprechapraxie bilden Abweichungen der Lautbildung. Die Lautbildungsfehler lassen sich dabei in zwei Klassen einteilen. Zum einen finden sich phonematische Fehler, die kategoriale Veränderungen der Lautstruktur darstellen.² Auf der lautlichen Oberfläche finden sich wohlartikulierte Substitutionen, Elisionen sowie Additionen. Bei Substitutionen ist dabei häufig eine große artikulatorische Nähe zum Ziellaut zu beobachten (Odell et al. 1990). Es besteht eine Kontroverse hinsichtlich der Frage, ob auch durch den phonetisch-phonologischen Kontext bedingte Fehler wie Antizipationen, Perseverationen oder Metathesen zum sprechapraktischen Merkmalskomplex gezählt werden sollten. Während einige Autoren (z.B. Itoh & Sasanuma 1984; McNeil et al. 2004; Wambaugh et al. 2006) kontextuelle Fehler auf einen Mechanismus zurückführen, der die Phonemselektion betrifft und somit als aphasisch werten, existieren auch Studien, deren Ergebnisse auf eine sprechapraktische Fehlerursache hinweisen (z.B. Darley et al. 1975; DiSimoni 1989; Staiger & Ziegler 2010).

Neben kategorialen Fehlern können bei Sprechapraxie auch *graduell* vom Ziellaut abweichende Realisierungen eines Lauts, phonetische Entstellungen, beobachtet werden. Beispiele für Entstellungen im Deutschen sind Nasalierungen oraler Laute, eine zu stark ausgeprägte Aspiration stimmloser Plosive oder Konstriktionsbildungen an unzulässigen Artikulationsstellen (z.B. interdental). Von phonetisch entstellten Phonemfehlern spricht man, wenn ein segmentaler Fehler zu einem Wechsel der Lautkategorie führt (phonematischer Fehler), der Laut jedoch nicht artikulatorisch wohlgeformt, sondern phonetisch entstellt ist.

Es wird davon ausgegangen, dass den an der lautlichen Oberfläche beobachtbaren phonematischen und phonetischen Fehlern bei Sprechapraxie die gleiche, nämlich eine artikulatorische, Störungsursache zugrunde liegt (z.B. Hardcastle 1987; Code 1998). So können phonetische Störungsmechanismen

² Diese Fehler werden üblicherweise unter dem Begriff der "phonematischen Paraphasie" zusammengefasst. Um zu kennzeichnen, dass diesem Fehlertyp ein von dem der aphasisch-phonologischen Störungen zu unterscheidender Entstehungsmechanismus zugrunde liegt, setzt sich jedoch verstärkt die Bezeichnung des "phonematischen Fehlers" durch (Ziegler im Druck).

dazu führen, dass phonologische Kategoriengrenzen überschritten werden (z.B. eine Substitution von /d/ durch /t/, bedingt durch eine fehlerhafte Kopplung laryngealer und supralaryngealer Gesten mit der Folge erhöhter VOT-Werte). Graduelle Abweichungen der Lautproduktion können darüber hinaus aber auch im Ohr des Hörers zu einem Wechsel der Lautkategorie führen ("phonemic false evaluation"; Buckingham & Yule 1987; für eine ausführliche Darstellung s. Ziegler im Druck).

Die obige Beschreibung segmentaler Fehler könnte annehmen lassen, dass stets eine Zuordnung von fehlerhaftem Segment zu einem Zielsegment möglich ist. Nicht selten äußern sich gestörte koartikulatorische Prozesse aber auch in Beeinträchtigungen im *Übergang* zwischen Lauten (z.B. eine fehlende antizipatorische Lippenrundungsgeste bei /t/ im Wort "Zeitung"; vgl. auch Ziegler & von Cramon 1986).

Störung der Prosodie

Auffälligkeiten auf suprasegmentaler Ebene äußern sich typischerweise in einer veränderten rhythmischen Strukturierung und Akzentuierung von Äußerungen sowie einer Reduktion des Sprechtempos. Ein charakteristisches Merkmal bei Sprechapraxie ist das „silbische Sprechen“. Der auditive Eindruck silbischen, monotonen Sprechens kann dabei durch verschiedene Merkmale, z.B. durch intersilbische Pausen, beeinträchtigte koartikulatorische Übergänge an Silbengrenzen sowie durch Auflösung von Akzentkontrasten (Silbenisochronie), hervorgerufen werden (z.B. Edmonds & Marquardt 2004). Auch Dehnungen von Lauten sowie gestörte Lautübergänge, die sich in intersegmentalen Pausen und Schwa-Einfügungen äußern, führen zu prosodischen Auffälligkeiten (z.B. Buchwald et al. 2007). Des Weiteren können artikulatorisches Suchverhalten, Fehlversuche und Selbstkorrekturen sowie unangemessene Sprechpausen in Unterbrechungen des Redeflusses resultieren. Durch die Beeinträchtigungen des Redeflusses können sich wiederum die an eine flüssige Sprachproduktion gebundenen Intonationskonturen verändern.

Es wird diskutiert, ob die prosodischen Auffälligkeiten bei Sprechapraxie primäre oder sekundäre Beeinträchtigungen darstellen. Die Annahme einer primären Beeinträchtigung beinhaltet, dass die gleichen Mechanismen, die die artikulatorischen Bewegungen stören, auch unmittelbar die Regulation der Prosodie betreffen (z.B. Kent & Rosenbek 1982; McNeil et al. 1990; Boutsen & Christman 2002). Befürworter der Annahme einer sekundären Beeinträchtigung sehen in den prosodischen Auffälligkeiten hingegen eine *Folge* der Störungen auf segmentaler Ebene oder ein kompensatorisches Verhalten, wie z.B. eine Reduktion des Sprechtempos zur Kontrolle der Artikulation (Darley et al. 1975).

Auffälligkeiten im Sprechverhalten

Auffälligkeiten im Sprechverhalten sind vermutlich Ausdruck einer bewussten Kontrolle von Sprechbewegungen, welche von einer relativ erhaltenen Fähigkeit zeugt, Artikulationsfehler wahrzunehmen bzw. zu antizipieren (Deal & Darley 1972; Liss 1998; Peschke 2006). Das Sprechen der Patienten ist meist durch artikulatorisches Suchverhalten gekennzeichnet, das besonders bei Äußerungsbeginn auftritt und mit längeren Sprechpausen assoziiert sein kann. Die artikulatorischen Suchbewegungen können „stumm“ verlaufen, oft sind sie jedoch auch von Lautphonation begleitet. Auf fehlerhafte Lautäußerungen folgen nicht selten Selbstkorrekturversuche. Weitere Kennzeichen auffälligen Sprechverhaltens bei Sprechapraxie sind Anspannungen im Gesichts- und Halsbereich, die, wie auch eine gepresste Phonation und eine erhöhte Sprechstimmlage, zum Eindruck von Sprechanstrengung beitragen. Verstärkt wird dieser Eindruck häufig noch dadurch, dass die Patienten ihre Unzufriedenheit mit der eigenen Leistung zum Ausdruck bringen.

Einflussfaktoren

Als charakteristische Eigenschaft der Sprechapraxie gilt die Variabilität des Fehlermusters. Fehler treten typischerweise inkonstant auf. Wovon das Auftreten von Fehlern im Einzelfall abhängt, lässt sich somit nicht sicher

bestimmen oder voraussagen. Trotzdem können eine Reihe von Faktoren beschrieben werden, die die Fehlermuster sprechapraktischer Patienten in systematischer Weise beeinflussen und fehlerhafte Äußerungen mehr oder weniger wahrscheinlich machen (z.B. Odell et al. 1990; Engl-Kasper & Ziegler 1993; McNeil et al. 2008). Es muss jedoch berücksichtigt werden, dass die Bedeutung wie auch die Ausprägung der einzelnen Faktoren interindividuell erheblich variieren kann, wodurch sich möglicherweise auch die teils sehr stark divergierenden Befunde in der Literatur erklären lassen.

Das Fehlermuster scheint besonders von phonetisch-phonologischen Eigenschaften des sprachlichen Materials abhängig zu sein. Zu den häufig berichteten Einflussfaktoren zählen die Artikulationsart, Lautposition und Äußerungslänge, die Anforderungen an die Koordination sprechmotorischer Subsysteme, die Komplexität der Silbenstruktur sowie die Silbenfrequenz. Daneben werden jedoch auch Einflüsse von lexikalischen (Hough et al. 1994) oder syntaktischen Parametern (Wertz et al. 1984) beobachtet. Häufig ist die Symptomatik in der Spontansprache stärker ausgeprägt als beim Nachsprechen oder beim lauten Lesen. Diese Beobachtungen lassen sich vermutlich mit erhöhten Anforderungen an die Sprachplanung erklären, wodurch weniger Kapazitäten für die sprechmotorische Programmierung einer Äußerung zur Verfügung stehen. Vermutlich können sich linguistische Faktoren somit sekundär auf den sprechpraktischen Störungsmechanismus auswirken.

2.3 Modelltheoretische Aspekte

Wie einleitend beschrieben, wird die Sprechapraxie als eine Störung der sprechmotorischen Programmierung definiert (Code 1998). Grundsätzlich wird davon ausgegangen, dass die Kontrolle sprechmotorischer Bewegungsmuster unabhängig von der Planung nichtsprachlicher Vokaltraktaktivität erfolgt (vgl. Ziegler 2003).

Für die Einordnung der Sprechapraxie in Modelle der Sprachverarbeitung wurde in den letzten Jahren insbesondere das Modell von Levelt et al. (1999) herangezogen. Sprechmotorische Planungsprozesse werden in diesem Modell der Ebene der phonetischen Enkodierung zugeordnet. Sie nehmen damit eine

Stellung zwischen der phonologischen Enkodierung einer Äußerung und der sprechmotorischen Ausführung ein.

Auf der Ebene der phonetischen Enkodierung postulieren Levelt et al. (1999) zwei unterschiedliche Verarbeitungswege: eine silbische und eine subsilbische Route. Bei der silbischen Route erfolgt ein Zugriff auf einen Speicher holistischer, d.h. ganzheitlicher, sprechmotorischer Programme für häufig vorkommende Silben, das *mentale Silbenlexikon*. Verschiedene Evidenzen sprechen für die Silbe als sprechmotorische Grundeinheit, die optimale artikulatorische Abläufe ermöglicht (für einen Überblick s. Ziegler & Maassen 2004; Cholin 2008). Parallel zum Abruf kompletter Silbenprogramme wird in dem Sprachproduktionsmodell eine subsilbische Enkodierungsrouten angenommen, über die seltene bzw. neue Silben aus kleineren Programmierungseinheiten wie z.B. einzelnen Segmenten zusammengefügt werden. Diese Verarbeitungsrouten gilt jedoch als weit weniger effizient als der Abruf größerer automatisierter Muster aus dem mentalen Silbenlexikon.

In einer vielbeachteten Studie formulieren Varley & Whiteside (2001) die Annahme, dass Patienten mit Sprechapraxie der Zugriff auf die hochüberlernten Silbenprogramme nicht mehr möglich sei, und sie stattdessen auf die - allerdings ebenfalls beeinträchtigte - subsilbische Route ausweichen müssten, was das langsame und mühevollen Sprechen erkläre. Eine Reihe von Befunden sprechen jedoch gegen die von Varley & Whiteside (2001) getroffenen Annahmen. So fanden Aichert & Ziegler (2004) in den Nachsprechleistungen von Patienten mit Sprechapraxie Effekte der *Silbenfrequenz* sowie Einflüsse der *Silbenposition* bei der Produktion von Konsonantenverbindungen. Diese Effekte lassen sich nicht ohne Bezug zu einem silbischen Referenzrahmen erklären (s. auch Edmonds & Marquardt 2004; Laganaro 2008). Aus ihren Ergebnissen folgern Aichert & Ziegler (2004) daher, dass Patienten mit Sprechapraxie weiterhin Zugriff auf die Repräsentationen des mentalen Silbenlexikons haben, die in den Programmen enthaltenen sprechmotorischen Spezifikationen jedoch zumindest teilweise beschädigt sind und Patienten somit nur noch Teilinformationen dieser Einträge nutzen können.

3. Studien zur Sprechapraxie

3.1 Silbenfrequenz und Silbenstruktur in der Spontansprache bei Sprechapraxie

Staiger & Ziegler 2008; Staiger 2009

Theoretischer Hintergrund

Wie soeben beschrieben, wiesen Aichert & Ziegler (2004) Effekte der *Silbenfrequenz* nach. Als ein weiterer Einflussfaktor auf die Symptomatik gilt die *Silbenstruktur*, wobei artikulatorisch komplexe Silben, d.h. Silben, die Konsonantenverbindungen enthalten, als besonders fehleranfällig beschrieben werden (z.B. Romani & Galluzzi 2005). In der Literatur finden sich jedoch Hinweise darauf, dass die Parameter „Silbenfrequenz“ und „Silbenstruktur“ nicht unabhängig voneinander sind (z.B. Aichert et al. 2005). Während hochfrequente Silben meist einfache Silbenstrukturen umfassen, sind komplexe Silben besonders in niedrigen Frequenzbereichen verteilt. Ziel dieser Studie war es, den Einfluss von Silbenfrequenz und Silbenstruktur auf das Fehlervorkommen bei Sprechapraxie unter Berücksichtigung der *Interaktion* dieser Einflussfaktoren zu ermitteln. Im Gegensatz zu Studien, die Einflüsse dieser Parameter auf Einzelwortebene untersuchten (z.B. Aichert & Ziegler, 2004), beruhen die im Rahmen dieser Studie erhobenen Daten auf einem umfangreichen Korpus *spontansprachlicher Äußerungen*.

Methode

An der Studie nahmen fünf Patienten mit leichter bis mittelschwerer Sprechapraxie teil. Bei zwei Patienten waren keine aphasischen Beeinträchtigungen zu beobachten. Bei drei weiteren Patienten waren minimale bis leichte aphasische Störungen assoziiert, jedoch stand die sprechapraktische Symptomatik bei jedem dieser Patienten deutlich im Vordergrund. Für die Analysen wurden Sprechproben erhoben, die aus einem Interview über Alltagsthemen sowie der Nacherzählung kurzer Videosequenzen gewonnen wurden. Das so erhaltene Sprachmaterial umfasste pro Patient mehr als 1100 Silben. Die Spontansprachproben wurden auditiv

analysiert und in IPA transkribiert. Für jeden Probanden erfolgte mit Hilfe eines von Aichert et al. (unveröffentlicht) entwickelten Computerprogramms eine frequenz- und strukturbezogene Analyse aller auswertbaren Silben. Das Computerprogramm greift dabei auf Datenbanken für sublexikalische Frequenzen des Deutschen zu (s. Aichert et al. 2005), welche auf der Basis der Wortfrequenzdatenbank CELEX (Baayen et al. 1995) entwickelt wurden. Mittels statistischer Verfahren wurde schließlich das Auftreten segmental fehlerhafter Silben in Abhängigkeit von den sublexikalischen Parametern Silbenfrequenz und Silbenstruktur ermittelt.

Ergebnisse & Diskussion

Bei allen untersuchten Patienten zeigten sich Effekte der Silbenfrequenz, d.h. höhere Fehlerraten bei niederfrequenten als bei hochfrequenten Silben (χ^2 -Test; $p < .001$ in allen Fällen). Dies deutet darauf hin, dass Patienten mit Sprechapraxie von der größeren sprechmotorischen Stabilität häufig in einer Sprache vorkommender Silben profitieren. Auch ließen sich Effekte der Silbenstruktur nachweisen, d.h. höhere Fehlerraten bei komplexen Silben (die Konsonantenverbindungen in Onset und / oder Koda beinhalten) als bei einfachen Silben (χ^2 -Test; mind. $p < .01$). Dies weist darauf hin, dass komplexe Silben möglicherweise aufgrund der erhöhten Anforderungen an die präzise zeitlich-räumliche Koordination der Sprechbewegungen eine besondere Herausforderung für Patienten mit Sprechapraxie darstellen. Auswirkungen der konsonantischen Struktur von Silbenprogrammen sind jedoch kaum mit der Annahme einer *holistischen* Natur von Repräsentationen, wie von Levelt et al. (1999) vorgeschlagen, vereinbar. Vielmehr deuten die Ergebnisse darauf hin, dass sich die sprechmotorischen Repräsentationen durch eine komplexe, hierarchisch organisierte, interne Architektur auszeichnen (vgl. Ziegler 2009). Mit den Ergebnissen dieser Studie konnten in der Spontansprache bei Sprechapraxie Ergebnisse von Studien repliziert werden, die diese Effekte in experimentellen Untersuchungen auf Einzelwortbasis berichten (z.B. Aichert & Ziegler 2004; Romani & Galluzzi 2005). Unter Berücksichtigung der *Interaktionen* von Silbenfrequenz und Silbenstruktur zeigte sich jedoch ein

noch differenzierteres Bild der Einflussfaktoren: Silbenfrequenzeffekte konnten bei kontrollierter Silbenstruktur nur noch bei drei Patienten nachgewiesen werden. Die Effekte fielen überdies schwächer aus. Einflüsse der Silbenkomplexität waren bei kontrollierter Silbenfrequenz nur im Bereich niederfrequenter Silben zu beobachten, während sich der Strukturparameter bei den hochfrequenten, d.h. sprechmotorisch stark überlernten Silben nicht auswirkte. Geht man davon aus, dass der Faktor „Silbenfrequenz“ ein Maß für die sprechmotorische Überlerntheit darstellt und somit den Grad der Stabilität widerspiegelt, könnte das Ergebnis wie folgt interpretiert werden: Silben mit hoher Silbenfrequenz sind motorisch vermutlich sehr stark überlernt, was sich unmittelbar auf die Programmierung der silbeninternen Struktur auswirkt. Aufgrund der hochüberlernten Routinen fällt die Generierung komplexer Konsonantenfolgen nicht erschwerend aus. Bei niederfrequenten Silben wird der Grad an motorischer Überlerntheit hingegen als geringer eingestuft. Aufgrund fehlender oder schwächer ausgeprägter motorischer Routinen ist ein höherer silbeninterner Programmierungsaufwand erforderlich, so dass sich erhöhte Anforderungen durch eine komplexe interne Struktur erschwerend auswirken und zu erhöhten Fehlerzahlen führen können.

3.2 Segmentales und silbisches Lernen bei Sprechapraxie

Aichert & Ziegler 2008a; Aichert 2008

Theoretischer Hintergrund

In der Sprechapraxietherapie ist die Anwendung von segmentalen Techniken zur Anbahnung von Einzellauten ein verbreitetes Vorgehen. Dies gilt in besonderem Maße für die Behandlung von Patienten mit schwerer Sprechapraxie. Die korrekte Produktion einzelner Laute wird dabei als Voraussetzung angesehen, Lautverbindungen anbahnen zu können (z.B. Springer 1995). Beispiele für segmentale Methoden sind die „phonetische Ableitung“, die „progressive Lautannäherung“ sowie „Phonetic Placement - Techniken“ (für einen Überblick siehe Wertz et al. 1984). Ein Nachteil der Vermittlung von Einzellauten liegt jedoch darin, dass isolierte Phoneme meist

artikulatorisch artifizielle Einheiten darstellen, die in gesprochener Sprache mit wenigen Ausnahmen (emotionale Ausrufe wie z.B. „aaah!“, „oh!“) niemals isoliert vorkommen. Da Einzellaute somit kaum kommunikative Relevanz besitzen, muss als notwendiger nächster Schritt die Einbettung der geübten Segmente in Silben und Wörter erfolgen. Bislang gibt es jedoch keine Studien, die untersucht haben, ob bei sprechapraktischen Patienten Transfereffekte von zuvor geübten Lauten auf ungeübte Silben bzw. Wörter auftreten.

Im Gegensatz zum Einzellaute gilt die Silbe als natürliche sprechmotorische Einheit. Die Silbe wird nicht nur in der Sprachentwicklung als erstes artikulatorisches Muster erworben (vgl. MacNeilage 1998), sie gilt auch nach vollendetem Spracherwerb weiterhin als grundlegende sprechmotorische Einheit. Wie bereits beschrieben, wird im Sprachproduktionsmodell von Levelt und Kollegen angenommen, dass bei der phonetischen Enkodierung hochfrequente sprechmotorische Silbenprogramme in einem mentalen Silbenlexikon gespeichert sind (Levelt et al. 1999; s. oben). Im Hinblick auf die Sprechapraxietherapie gibt es zwar Verfahren, die auf Wort- oder auch Satzmaterial zurückgreifen (z.B. wortstrukturelle Verfahren wie der „Metrische Übungsansatz“ nach Ziegler & Jaeger 1993); es gibt jedoch keine Studie, die in der Therapie mit Silben als Übungsmaterial beginnen. Odell (2002) empfiehlt jedoch vor dem Hintergrund modelltheoretischer Annahmen zur ungestörten sprechmotorischen Programmierung die Auswahl von Silben in der Sprechapraxietherapie.

Ziel der vorliegenden Lernstudie war es, das Lernen einzelner Laute mit dem Lernen von Silben zu vergleichen. Neben der Überprüfung von unmittelbaren Lerneffekten lag der Fokus vor allem auf der Erhebung von Transfereffekten auf größere sprachliche Einheiten (Silben bzw. zweisilbige Items).

Method

An der Studie nahmen vier Patienten mit schwerer Sprechapraxie und begleitender Aphasie teil. Die sprechapraktische Symptomatik stand dabei eindeutig im Vordergrund der mündlich-expressiven Störung. Die Patienten

wiesen bereits bei der Produktion von einzelnen Lauten sowie einsilbigen Wörtern deutliche sprechapraktische Symptome auf.

Auf der Basis einer Diagnostikliste wurden für jeden Patienten individuell drei Laute bzw. drei Silben ausgewählt, die geübt werden sollten. Zudem wurde jeweils die gleiche Anzahl an Lauten und Silben ausgewählt, die nicht geübt wurden (Kontrolleinheiten). Zur Überprüfung von Lerneffekten wurden direkt vor und nach einer Lernphase die entsprechenden Lern- und Kontrolleinheiten abgeprüft. Transferleistungen wurden untersucht, indem aus den jeweils ausgewählten Phonemen einsilbige und aus den Silben zweisilbige Items (Wörter / Neologismen) erstellt wurden (Beispiele: Lernphoneme /l, k, f/ → Transferitems /laf/, *Lack*, *Fell*, etc.; Lernsilben /pus, nat, kɔf/ → Transferitems /pus.sə/, *Natter*, *Koffer*, etc.). Mit jedem Patienten wurde eine segmentale und eine silbische Lernphase durchgeführt. In beiden Lernphasen wurden die Zielphoneme und Zielsilben mit einer hohen Frequenz dargeboten („massiertes Üben“, vgl. Maas et al. 2008). Zur Vermittlung der artikulatorischen Abläufe kamen verschiedene Methoden zum Einsatz. Es wurden jedoch nur solche Hilfen eingesetzt, die sich sowohl zur Vermittlung einzelner Laute als auch zur Vermittlung ganzer Silben eignen (auditives Modell, visuelle Vermittlung durch das Mundbild des Therapeuten, taktil-kinästhetische Vermittlung). Dadurch sollte vermieden werden, dass unterschiedliche Effekte in den beiden Lernphasen auf die Anwendung verschiedener Vermittlungstechniken zurückführbar sind. Jeder Patient nahm an fünf Sitzungen à 60 Minuten teil, wobei sich die segmentale und die silbische Lernphase jeweils über zwei Sitzungen erstreckten. Bei der Fehleranalyse wurden die segmentalen Fehler (phonetische Entstellungen, phonematische Fehler) ausgewertet. Für die Überprüfung von Transfereffekten wurden dabei nur die Fehler auf den ausgewählten Phonemen in den einsilbigen Items (z.B. /l/ und /k/ in *Lack*) bzw. auf den ausgewählten Silben in den zweisilbigen Items (z.B. /kɔf/ in *Koffer*) analysiert.

Ergebnisse & Diskussion

Insgesamt zeigte sich, dass das silbische Lernen dem segmentalen Lernen deutlich überlegen war. Nach dem segmentalen Lernen verbesserte sich nur ein Patient (Binomialtest, $p < .05$). Hinsichtlich der Fehler auf den Kontrollphonemen war bei allen Patienten ein leichter, jedoch nicht signifikanter Fehleranstieg zu beobachten. Das Fehlen von Lerneffekten bei drei Patienten könnte darauf zurückgeführt werden, dass es sich hierbei um eine artifizielle Bedingung handelte, bei der vermutlich sogar nichtsprachliche Bewegungsmuster angestoßen wurden. Für diese Annahme spricht auch, dass der Patient, der vom segmentalen Lernen profitierte, als einziger keine bukkofaziale Apraxie aufwies. Ein Transfer in den Silbenkontext wurde bei keinem Patienten beobachtet (Binomialtest, jeweils $p > .1$). Falls der Patient, der von dem segmentalen Üben profitierte, tatsächlich ein sprachliches Lautmuster erworben hat und kein nichtsprachliches Bewegungsmuster, so konnte er die innerhalb einer Silbe erforderlichen koartikulatorischen Anpassungen ohne Übung vermutlich nicht leisten, was einen Transfer der geübten Laute in ungeübte Silben verhinderte. Beim silbischen Lernen zeigten sich bei drei der vier Patienten Lerneffekte (Binomialtest, jeweils $p < .01$) und bei zwei dieser Patienten auch Transfereffekte (Binomialtest, $p < .05$ und $p < .01$)³. Die beobachteten Verbesserungen nach dem silbischen Lernen lassen den Schluss zu, dass für die Stimulusauswahl in der Sprechapraxietherapie die Silbe eine sinnvolle Einheit darstellt. Hinsichtlich der Transfereffekte kann angenommen werden, dass sich zusätzliche Anforderungen, die am Silbenkontakt durch die Verknüpfung zweier Silben entstehen, unterschiedlich stark auf die Leistungen der Patienten auswirken.

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie sprechen insgesamt dafür, dass es für den sprechmotorischen "Wiedererwerb" von zentraler Bedeutung ist,

³ In der vorliegenden Studie wurde beobachtet, dass eine Patienten nicht vom silbischen Training profitierte. Bei dieser Patientin waren schon während der Übungsphase kaum Verbesserungen zu beobachten. Häufig kam es zu Perseverationen von Silbenbestandteilen einer zuvor geübten Silbe (z.B. Perseveration des Onset-Konsonanten der Übungssilbe [mʊʃ] auf die Übungssilbe [nat] → [mat]). Wir nehmen an, dass das Perseverationsverhalten auf die geringe Anzahl der Übungssilben zurückgeführt werden kann. Diese Patientin profitiert möglicherweise nur von einem variableren Training mit einer größeren Anzahl von (artikulatorisch unabhängigen) Silben.

natürliche artikulatorische Muster zu beüben. Für die Therapie von Patienten mit schwerer Sprechapraxie kann von der Studie die Empfehlung abgeleitet werden, bereits von Beginn an mit einfachen Silbenmustern zu arbeiten. Mit diesem Vorgehen wird auch die koartikulatorische Anpassung an den Lautkontext berücksichtigt. Sicherlich ist bei sehr schwer gestörten Patienten manchmal der Rückgriff auf die Vermittlung von Einzellauten die einzige Interventionsmöglichkeit. Hier würden sich dann aber beispielsweise Vokale eignen, die selbst Silben und somit natürliche Sprechmuster bilden (z.B. /o:/ in *Oma*, /e:/ in *Emil*). Zudem sollte sich nach der Anbahnung eines einzelnen Konsonanten unmittelbar die Einbettung in den Silbenkontext anschließen (z.B. /m/ in *am*, *me* etc.).

3.3 Transfereffekte von phonologisch einfachen Silben auf komplexe Zielsilben

Aichert & Ziegler 2008b; Aichert 2008

Theoretischer Hintergrund

In der im letzten Abschnitt vorgestellten Lernstudie wiesen die beobachteten Lern- und Transfereffekte darauf hin, dass die Silbe eine geeignete Übungseinheit in der Sprechapraxietherapie darstellt. Die Ergebnisse sind auch im Einklang mit der modelltheoretischen Annahme von Levelt et al. (1999), die besagt, dass auf der Ebene der phonetischen Enkodierung *holistische* Silbenprogramme aus einem mentalen Silbenlexikon abgerufen werden. In diesem Kontext stellt sich die Frage, ob Patienten mit Sprechapraxie nur die Silben besser produzieren können, die komplett als solche geübt werden. Unter der Annahme holistischer Silbenprogramme sind ausschließlich itemspezifische Lerneffekte zu erwarten, nicht jedoch Effekte durch geübte Silbenbestandteile (z.B. Transfer auf die Silbe *Strauß* nach dem Üben von *rau*, *raus*, *Stau*). Transfereffekte geübter Silben auf zweisilbige Items, wie sie in der vorherigen Studie beobachtet werden konnten, widersprechen dieser Theorie ebenfalls nicht, da im Levelt-Modell koartikulatorische Prozesse am

Silbenkontakt der sprechmotorischen Ausführungsebene zugeschrieben werden. Aktuelle neurolinguistische Studien mit sprechapraktischen Patienten stellen das Postulat holistischer Silbenprogramme jedoch in Frage (Aichert & Ziegler 2004; Romani & Galluzzi 2005; Staiger & Ziegler 2008; Staiger 2009; Ziegler 2005, 2009; s. oben). Diese Untersuchungen, die Einflüsse subsilbischer Parameter beschreiben, sprechen eher für das Vorliegen einer internen, hierarchischen Strukturierung der phonetischen Silben. Die Annahme vielschichtiger phonetischer Repräsentationsebenen ist auch Teil anderer Theorien der sprechmotorischen Kontrolle (z. B. Smith 2006). Geht man davon aus, dass ein Silbenprogramm auch mit sprechmotorischen Programmen für subsilbische Einheiten assoziiert ist, wären Transfereffekte auf phonologisch relationierte Silben zu erwarten.

Die Hypothese holistischer Silbenprogramme (Levelt et al. 1999) haben wir anhand einer weiteren Lernstudie überprüft. Dabei haben wir untersucht, ob es nach dem Lernen von Silben zu Transfereffekten auf phonologisch ähnliche Silben kommt. Die Überprüfung dieser Transfereffekte ist darüber hinaus auch klinisch relevant, da der Transfer einer Leistung in andere Kontexte generell zu den wichtigsten Zielen der therapeutischen Intervention zählt (vgl. Wambaugh et al. 2006).

Methode

Die Studie wurde mit acht sprechapraktischen Patienten durchgeführt. Bei einem Patienten wurde eine reine Sprechapraxie diagnostiziert, zwei weitere zeigten nur auf Textebene minimale aphasische Auffälligkeiten. Bei den übrigen fünf Patienten, die deutliche aphasische Symptome aufwiesen, stand dennoch die Sprechapraxie im Vordergrund der expressiven Störung.

Das Material der Lernstudie bestand aus 24 einsilbigen Zielwörtern mit komplexer Silbenstruktur, bei welchen sowohl der Onset als auch die Koda eine Konsonantenverbindung enthielt. Die Itemliste umfasste neben 14 Nomen, die alle monomorphematisch waren, auch zehn flektierte Verben (Beispiele: *Knast*, *Specht*, *schläft*, *klopft*). Aus jeder Zielsilbe wurden 21 verschiedene Übungssilben durch Vereinfachung der segmentalen Struktur

abgeleitet (z.B. Zielsilbe: /klɛkst/; Trainingssilben: /kɛs/, /klɛk/, /kɛkst/, etc.). Durch die Vereinfachungen entstanden neben einsilbigen Wörtern (z.B. *Klecks* aus *kleckst*) auch neologistische Silben (z.B. /klɛk/ aus *kleckst*).

Das Lernexperiment wurde in zwei Sitzungen durchgeführt, wobei jeweils die Hälfte der Wörter geübt wurde. Die in einer Sitzung nicht geübten Items dienten dort gleichzeitig als Kontrollsilben. Das Training erfolgte jeweils anhand der phonologisch einfacheren Übungssilben. Für jede Zielsilbe wurden die 21 relationierten Übungssilben blockweise dargeboten. Insgesamt wurden somit in jeder der beiden Sitzungen zwölf Lernblöcke durchgeführt. Innerhalb eines Lernblocks wurden die Übungssilben vorgesprochen, wobei nie die komplette Zielform vorgegeben wurde. Um zu untersuchen, ob das Lernen der phonologisch einfacheren Silben zu einer Verbesserung der komplexen Zielsilben führt, wurden am Anfang und am Ende einer Sitzung alle Ziel- und Kontrollsilben zum Nachsprechen vorgegeben. Bei der Fehleranalyse erfolgte die quantitative Auswertung der korrekten und inkorrekten Reaktionen bezüglich des ganzen Wortes. Hierbei wurden sowohl die segmentalen Fehler (phonetische Entstellungen, phonematische Fehler) als auch die suprasegmentalen Auffälligkeiten (Phonemlängungen, intersegmentale Pausen, Schwa-Einfügungen) berücksichtigt.

Ergebnisse & Diskussion

Nach dem Training der einfachen Übungssilben zeigten sich bei den sprechapraktischen Patienten Transfereffekte auf die untrainierten, jedoch phonologisch relationierten, komplexen Zielsilben (McNemar, $\chi^2 = 11.84$, $p < .01$). Dabei war sowohl eine Reduktion der segmentalen Fehler als auch eine Reduktion der suprasegmentalen Auffälligkeiten zu beobachten. Keine signifikanten Veränderungen gab es bezüglich der Kontrollsilben (McNemar, $p > .05$). Die spezifischen Transfereffekte, wie sie in der vorliegenden Studie beobachtet wurden, sind mit der modelltheoretischen Annahme *holistischer* Silbenprogramme (vgl. Levelt et al. 1999) nicht vereinbar. Die Ergebnisse sprechen im Gegensatz dazu für die Annahme einer internen Struktur des mentalen Silbenlexikons: Zusätzlich zu den Silbengesten wären dann auch

sprechmotorische Programme für subsilbische Konstituenten wie beispielsweise für Silbenonsets und für Silbenreime gespeichert. In einem solchen hierarchischen Modell wären folglich Silben zueinander relationiert, welche sich phonetisch-phonologische Merkmale teilen.

Die vorliegende Studie ermöglicht neben Schlussfolgerungen hinsichtlich modelltheoretischer Annahmen auch therapeutische Implikationen. So scheint es eine effektive Vorgehensweise für Patienten mit Sprechapraxie zu sein, komplexe Wörter anhand von Items mit vereinfachter segmentaler Struktur zu üben⁴. Dadurch können zunächst die einzelnen Silbenbausteine gefestigt werden, bevor die Patienten die komplexen Zielsilben produzieren. Diese Technik kann auch punktuell eingesetzt werden, wenn es im Rahmen einer anderen Aufgabe (z.B. Lesen eines Textes) um die Korrektur und Festigung eines artikulatorisch komplexen Wortes geht.

In der Studie wurden innerhalb eines Lernblocks phonologisch ähnliche Silben dargeboten, wodurch das Vorgehen mit einem Minimalpaartraining vergleichbar ist. Die Effektivität eines Minimalpaartrainings als Interventionsmöglichkeit bei Sprechapraxie wurde bereits in mehreren Therapiestudien nachgewiesen (z.B. Wambaugh et al. 1998). Prinzipiell stellt das Training von Minimalpaaren hohe sprechmotorische Anforderungen an die Patienten, da sie sich innerhalb kurzer Zeit von ähnlichen sprechmotorischen Mustern lösen bzw. diese ansteuern müssen. Eine Einschränkung hinsichtlich der vorgeschlagenen Methode betrifft jedoch die Verwendung von Neologismen. Falls Patienten besondere Schwierigkeiten bei der Produktion von Neologismen zeigen, sollte die Auswahl der einfacheren Lernsilben auf Wortmaterial beschränkt bleiben.

⁴ In der Studie wurden komplexe Zielsilben anhand von phonologisch einfacheren Silben geübt, was auch der traditionellen therapeutischen Vorgehensweise entspricht, für die Materialauswahl eine Hierarchie von einfachen zu komplexen Stimuli zu wählen. Möglicherweise wäre jedoch ein Training von Silben mit komplexer Struktur effektiver gewesen als ein Training einfacher Silben. So zeigen beispielsweise Studien mit agrammatischen Patienten, dass es nach der Therapie von komplexen Strukturen zu Generalisierungseffekten auf einfachere, syntaktisch relationierte Strukturen kommt (Thompson et al. 1998; Ballard & Thompson 1999). Eine Studie mit sprechapraktischen Patienten kam zu einem ähnlichen Ergebnis (Maas et al. 2002). Problematisch ist hierbei jedoch, dass Patienten mit Sprechapraxie bei der Produktion komplexer Silben neben Substitutionen besonders auch zu Auslassungen bei den Konsonantenverbindungen tendieren. In der Studie wären aber dann während des Übens komplexer Silben auch einfachere Silbenstrukturen produziert worden, also genau jene Silben, mit denen die eigentlichen Transfereffekte überprüft werden sollten.

3.4 Einfluss von Wort- und Satzakzent auf das Fehlermuster von Patienten mit Sprechapraxie Aichert, Croot & Ziegler (2009)

Theoretischer Hintergrund

Während verschiedene neurolinguistische Studien einen Einfluss von metrischen Eigenschaften auf die Sprachproduktion von Patienten mit aphasisch-phonologischen Störungen belegen (z.B. Janssen & Domahs 2008), wurde die Frage nach metrischen Einflussfaktoren bei Untersuchungen von Patienten mit Sprechapraxie weitgehend vernachlässigt. Eine Ausnahme bilden einige Therapiestudien, die einen fazilitierenden Effekt durch rhythmische Strukturierung nachweisen konnten (vgl. Wambaugh et al. 2006). Manche dieser Studien nutzten beispielsweise extern oder intern gesteuerte Taktgeber. Externe Taktgeber generieren uniforme („Metronom“, z.B. Wambaugh & Martinez 2000) oder dem Stimulusmaterial angepasste rhythmische Muster (z.B. Brendel & Ziegler 2008), an welche die sprachlichen Reaktionen gekoppelt werden sollen. Es ist hervorzuheben, dass die rhythmisch-melodischen Therapiemethoden nicht nur zu Leistungsverbesserungen hinsichtlich der suprasegmentalen Symptomatik (z. B. Sprechflüssigkeit) führten, sondern auch zu verbesserten artikulatorisch-segmentalen Fertigkeiten⁵. Somit liefern diese Therapiestudien indirekte Evidenz für eine Interaktion von segmentalen und prosodischen Faktoren bei der sprechmotorischen Planung.

Modelltheoretisch wurde die Ebene der phonetischen Planung bislang nicht mit prosodischen Mechanismen in Verbindung gebracht (z. B. Levelt et al. 1999). Phonetische Studien mit gesunden Sprechern zeigen jedoch Einflüsse metrischer Faktoren auf die Artikulation. So lässt sich beispielsweise der prosodische „strengthening effect“ beobachten, der sich darin auswirkt, dass

⁵ Die Vorgabe von rhythmischen Taktgebern wurde auch erfolgreich in der Therapie von anderen motorischen Störungen nach Hirnschädigung eingesetzt. Beispiele sind Gangstörungen (Hurt et al. 1998), Armparesen (Thaut et al. 2002) sowie ideomotorische Apraxien (Bernardi et al. 2009). Somit kann davon ausgegangen werden, dass eine rhythmische Strukturierung von Bewegungsfolgen generell eine zentrale Rolle beim (Wieder-) Erwerb motorischer Fähigkeiten spielt.

betonte Silben mit größerer artikulatorischer Präzision und Stärke artikuliert werden als unbetonte Silben (z. B. De Jong 1995). Croot et al. (im Druck) begründen mit dem prosodischen „strengthening effect“ ihre Ergebnisse einer Versprecher-Studie, bei der Sprachgesunde weniger Fehler auf betonten als auf unbetonten Wörtern produzierten. Auch in Untersuchungen zum sprechmotorischen Erwerb bei sprachgesunden Kindern wurde beobachtet, dass die artikulatorische Akkuratheit in betonten Silben höher ist als in unbetonten Silben (Sokol & Fey 2006; Arciuli & McLeod 2008). Darüber hinaus zeigte sich in der Studie von Sokol & Fey (2006) für den Spracherwerb auch ein Einfluss des Betonungsmusters: So produzierten die Kinder im Alter von 28-32 Monaten Wörter mit einer trochäischen Betonung mit einer höheren artikulatorischen Präzision als jambisch betonte Wörter. Die phonetischen Studien liefern somit Evidenzen für einen Einfluss der Betonung (betonte Silben > unbetonte Silben) und des Wortakzents (Trochäus > Jambus) auf die Artikulation.

In neuen Untersuchungen mit sprechapraktischen Patienten von Ziegler (2005, 2009; Ziegler et al. im Druck) wurden die Wahrscheinlichkeiten für das Auftreten sprechapraktischer Fehler unter Anwendung eines mathematischen Modells berechnet. Neben der Berücksichtigung segmentaler Faktoren (z.B. Einfluss von Konsonantenverbindungen) wurde auch ein Einfluss metrischer Information untersucht (z.B. Verknüpfung zweier Silben zu einem metrischen Fuß). Zwar erfolgte kein direkter Vergleich unterschiedlicher Betonungsmuster, jedoch weisen die Ergebnisse - ähnlich wie in der Spracherwerbsstudie (Sokol & Fey 2006) - auf einen fazitätierenden Einfluss des trochäischen Betonungsmuster hin. Der trochäische Fuß (Abfolge betonte Silbe - unbetonte Silbe) gilt im Deutschen als das unmarkierte prosodische Muster, was sich möglicherweise positiv auf die sprechmotorischen Leistungen der Patienten ausgewirkt hat.

In zwei aktuellen Studien haben wir den Einfluss von metrischen Eigenschaften auf die Sprachproduktion von Patienten mit Sprechapraxie gezielt untersucht. In einer ersten Studie wurde der Einfluss des *Wortakzents* (Jambus vs. Trochäus) auf die Nachsprecheleistungen bei sprechapraktischen

Patienten überprüft. Eine zweite Studie untersuchte den Einfluss von *Satzakzent* (akzentuierte vs. nicht-akzentuierte Wörter).

Methode

Studie I: Die erste Studie wurde mit einer Gruppe von 25 Patienten mit Sprechapraxie durchgeführt. Während fünf Patienten eine reine Sprechapraxie aufwiesen, wurde bei 20 Patienten eine assoziierte aphasische Störung diagnostiziert. Um den Einfluss des Wortakzents zu überprüfen, enthielt das Wortmaterial zweisilbige Wörter mit trochäischem oder jambischem Betonungsmuster. Alle Wörter waren monomorphematisch und hinsichtlich der Wort- und Silbenfrequenz kontrolliert. Die betonten Silben in den Wörtern wurden zudem nach der Silbenstruktur variiert, wobei neben strukturell einfachen Silben (CV- und CVC-Silben; Beispiele: *Haken*, *Wespe*, *Menü*, *Mandat*) auch Silben mit komplexer Struktur berücksichtigt wurden (CCVC- bzw. CVCC-Silben; Beispiele: *Flanke*, *Kontakt*). Insgesamt bestand die Itemliste aus 96 Wörtern, die zum Nachsprechen vorgegeben wurden.

Studie II: Bei der zweiten Studie handelt es sich um eine Einzelfallstudie, die mit einem Patienten mit reiner Sprechapraxie durchgeführt wurde. In der Untersuchung wurden 20 Sätze schriftlich dargeboten, bei denen der Satzakzent auf jeweils vier unterschiedlichen Zielwörtern elizitiert wurde (Beispiel: *Kurt wird im Garten bleiben*, *Gerd fährt zur Küste*). Die Elizitierung des Satzakzents erfolgte dabei über vorangestellte Fragen (z.B. *Wer fährt zur Küste?* → *Kurt wird im Garten bleiben*, *Gerd fährt zur Küste*). Darüber hinaus gab es für jeden Satz eine „neutrale“ Bedingung, bei der keine Frage gestellt wurde; diese neutrale Variante wurde in der Untersuchung vor den akzentuierten Bedingungen dargeboten.

In beiden Studien wurden bei der Fehleranalyse sowohl segmentale Fehler (phonetische Entstellungen, phonologische Fehler) als auch prosodische Abweichungen (intersegmentale und intersilbische Pausen) berücksichtigt. Dabei wurden die Reaktionen jeweils bezüglich des ganzen Wortes ausgewertet. Für die erste Studie erfolgte zusätzlich eine silbenbezogene

Auswertung der segmentalen Fehler (d. h. getrennte Analyse der ersten und zweiten Silbe).

Ergebnisse & Diskussion

Studie I: Bei der Analyse des Wortakzents waren für die Gruppe der 25 sprechapraktischen Patienten signifikant mehr segmentale Fehler bei den Wörtern mit einer jambischen Betonung zu beobachten (Pearson, $\chi^2 = 24.39$, $p < 0.001$). Auch die Anzahl prosodischer Fehler war bei Jamben höher als bei Trochäen (Pearson, $\chi^2 = 20.06$, $p < 0.001$). Am fehleranfälligesten erwiesen sich die komplexen jambisch betonten Wörter (57% segmentale / 21% prosodische Fehler), der geringste Fehleranteil wurde bei den trochäisch betonten Wörtern mit einer CV-Struktur beobachtet (31% segmentale Fehler / 7% prosodische Fehler). Die silbenbezogene Fehleranalyse zeigte, dass sowohl bei den Trochäen als auch bei den Jamben auf der ersten Silbe jeweils mehr Fehler produziert wurden als auf der zweiten Silbe. Der höchste Fehleranteil war auf der ersten, unbetonten Silbe der Jamben zu beobachten (37% segmentale Fehler), am wenigsten Fehler wurden auf der zweiten, unbetonten Silbe der Trochäen produziert (13% segmentale Fehler). Insgesamt zeigen die Ergebnisse der Studie, dass die Akzentstruktur (Trochäus > Jambus), die Silbenkomplexität (einfach > komplex) sowie auch die Silbenposition (final > initial) das Leistungsmuster der Patienten bestimmen.

Mit der ersten Studie konnten wir somit einen Einfluss des Wortakzents auf die Sprachproduktion sprechapraktischer Patienten nachweisen. Dabei wirkte sich der trochäische Wortakzent, der das dominante metrische Muster des Deutschen darstellt (z.B. Féry 1997), sowohl auf die segmentalen als auch auf die suprasegmentalen Leistungen fazitätierend aus.

Studie II: Bei der Analyse des Satzakzents zeigte sich ein signifikant höherer Anteil segmentaler und prosodischer Fehler bei unbetonten Wörtern (Wilcoxon Vorzeichen-Rang-Test, jeweils $p < .05$). Am häufigsten wurden dabei wortinitiale Segmente antizipiert oder perseveriert (Beispiel: *Ben mag in den Park gehen, Paul steigt auf den Berg* → *Ben mag in den Park gehen, [LLLL] steigt auf den Berg*). Mittels einer Analyse der Wortdauer, die zu keinem

signifikanten Ergebnis kam, konnten wir ausschließen, dass der Effekt auf unterschiedliche Dauern der betonten und unbetonten Wörter zurückgeführt werden kann (t-Test, $p > .05$). Die Daten der zweiten Studie weisen somit auf einen Einfluss des Satzakzents hin. So variierte die Fehleranfälligkeit in Abhängigkeit von dem Betonungsmuster: Wörter, die den Satzakzent tragen, wiesen weniger segmentale und prosodische Fehler auf. Die vorliegenden Resultate bestätigen dabei auch die Ergebnisse der eingangs erwähnten Versprecher-Studie mit Sprachgesunden, in der die Probanden ebenfalls weniger Fehler auf den betonten Wörtern produzierten (vgl. Croot et al. im Druck).

Beide Studien belegen insgesamt einen Einfluss von metrischen Eigenschaften auf die sprechmotorischen Fähigkeiten bei Patienten mit Sprechapraxie. Dies deutet darauf hin, dass prosodische Faktoren auch auf der Ebene phonetischer Enkodierungsprozesse von Bedeutung sind, was auch in Modellen der Sprachproduktion Berücksichtigung finden sollte.

Wie schon bei den vorherigen Studien lassen sich auch von diesen Untersuchungen therapeutische Implikationen ableiten. So scheint es sinnvoll zu sein, in der Sprechapraxietherapie über eine metrische Kontrolle des Sprachmaterials die Sprachproduktion der Patienten zu faszilitieren. Dieses Vorgehen wurde auch bereits in einer Therapie mit einem sprechapraktischen Patienten eingesetzt (vgl. Aichert & Ziegler im Druck): In der Therapie wurde mit Stimulusmaterial gearbeitet, das durch eine prosodische Strukturierung die segmentale Struktur sowie auch die Sprechflüssigkeit unterstützte. Hierfür wurden Phrasen erstellt, die eine Abfolge von trochäisch betonten zweisilbigen Wörtern enthielten (Beispiele: *eine laute Pauke, eine fette Henne, eine schicke Wolle*). Die Faszilitierung der Sprachproduktion über ein reguläres, trochäisches Betonungsmuster wurde darüber hinaus auch über den Einsatz von Gedichten genutzt. Neben der Wortbetonung kann auch der Satzakzent zur Faszilitierung der Sprachproduktion eingesetzt werden. Dies wird beispielsweise bei dem Verfahren der *Kontrastiven Akzentuierung* genutzt, bei dem Äußerungen (z.B. in einem Frage-Antwort-Dialog) mit unterschiedlichen Fokussierungen realisiert werden (vgl. Wertz et al. 1984). Die prosodische Hervorhebung von

Satzelementen kann dabei zu einer Verbesserung der artikulatorischen Fähigkeiten führen, ohne dass ein direkter Fokus auf die artikulatorischen Aspekte der Sprechbewegungen gelegt wird.

4. Zusammenfassung

In diesem Beitrag wurden verschiedene Studien zur Sprechapraxie dargestellt, die sich mit Aspekten des zugrunde liegenden Pathomechanismus sowie mit therapeutischen Fragestellungen befassen. Die Ergebnisse der Studien zeigen u.a. Einflüsse der Silbenfrequenz und der Silbenstruktur auf das Fehlermuster bei Sprechapraxie. Dies weist darauf hin, dass die sprechmotorische Programmierung bei Sprechapraxie auch weiterhin silbische Verarbeitungsmechanismen involviert. Zudem sprechen die Ergebnisse der Studien gegen die Annahme einer holistischen Natur von sprechmotorischen Silbennprogrammen. Die Programme scheinen vielmehr über eine komplexe und hierarchisch organisierte Struktur - ähnlich der Architektur phonologischer Wortrepräsentationen - zu verfügen. Wie aus den beobachteten Interaktionen zwischen segmentalen und suprasegmentalen Aspekten (Wort- und Satzakkzent) von Äußerungen gefolgert werden kann, spielen bei der sprechmotorischen Programmierung überdies prosodische Mechanismen eine Rolle.

Neben Rückschlüssen auf den zugrunde liegenden Pathomechanismus bei Sprechapraxie ermöglichen die erweiterten Kenntnisse bezüglich der Faktoren, die die sprechmotorischen Leistungen bei Sprechapraxie beeinflussen, auch Implikationen für das therapeutische Handeln. An dieser Stelle werden die wichtigsten Implikationen zusammengefasst: Auch bei schwer betroffenen Patienten wird empfohlen, mit der „Silbe“ als der natürlichsten sprechmotorischen Einheit zu arbeiten. Hierbei sollten Aspekte der Silbenstruktur und der Silbenfrequenz Berücksichtigung finden. Beim Erarbeiten komplexer Silbenstrukturen hat sich ein Vorgehen bewährt, das die Produktion von einfacheren „Silbenbausteinen“ einbezieht. Nicht zuletzt sollten prosodische Faktoren wie Wort- und Satzakkzent bei der Auswahl und Konstruktion von Stimulusmaterial berücksichtigt werden. So kann beispiels-

weise die Tatsache ausgenutzt werden, dass ein unmarkiertes Betonungsmuster – im Deutschen der Trochäus – die sprechmotorischen Leistungen fazilitiert.

5. Literatur

- Aichert, I. & Ziegler, W. (2004) Syllable frequency and syllable structure in apraxia of speech. *Brain and Language* 88: 148-159.
- Aichert, I., Marquardt, C. & Ziegler, W. (2005) Frequenzen sublexikalischer Einheiten des Deutschen: CELEX-basierte Datenbanken. *Neurolinguistik* 19: 5-31.
- Aichert, I., Marquardt, C. & Ziegler, W. (unveröffentlicht) *Computergestützte Generierung und Analyse von Sprachmaterial nach Struktur- und Frequenzmerkmalen*. EKN, München.
- Aichert, I. (2008) *Die Bausteine der phonetischen Enkodierung: Untersuchungen zum sprechmotorischen Lernen bei Sprechapraxie*. Dissertation. Tönning: Der Andere Verlag.
- Aichert, I. & Ziegler, W. (2008a) Learning a syllable from its parts: Cross-syllabic generalisation effects in patients with apraxia of speech. *Aphasiology* 22: 1216-1229.
- Aichert, I. & Ziegler, W. (2008b) Segmentales und Silbisches Lernen bei Sprechapraxie: eine Studie zur Erhebung von Lern- und Transfereffekten. *Forum Logopädie* 22: 10 -17.
- Aichert, I., Croot, K. & Ziegler, W. (2009) *Die Rolle von Wort- und Satzakzent bei der phonetischen Planung: Studien zur Sprechapraxie*. Vortrag auf der 9. Jahrestagung der Gesellschaft für Aphasieforschung und -behandlung GAB, Erfurt.
- Aichert, I. & Staiger, A. (2010) Sprechapraxie. In: Blanken, G. & Ziegler, W. (Hrsg.) *Klinische Linguistik und Phonetik. Ein Lehrbuch für die Diagnose und Behandlung von erworbenen Sprach- und Sprechstörungen im Erwachsenenalter*. Mainz: HochschulVerlag, 231-256.
- Aichert, I. & Ziegler, W. (im Druck) Therapie bei chronischer Sprechapraxie: Eine Fallbeschreibung. *Forum Logopädie*.

- Arciuli, J. & McLeod, S. (2008). Production of /st/ clusters in trochaic and iambic contexts by typically developing children. In: Sock, R., Fuchs, S., Laprie, Y. (Hrsg.) *Proceedings of the 8th International Seminar on Speech Production (ISSP)*, Strasbourg, 181-184.
- Baayen, R. H., Piepenbrock, R. & Gulikers, L. (1995) *The CELEX lexical database (CD-ROM)*. Linguistic Data Consortium, University of Pennsylvania. PA: Philadelphia.
- Balasubramanian, V. & Max, L. (2004) Crossed apraxia of speech: A case report. *Brain and Cognition* 55: 240-246.
- Ballard, K. J. & Thompson, C. K. (1999) Treatment and generalization of complex sentence production in agrammatism. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research* 42: 690-707.
- Bay, E. (1957) Die corticale Dysarthrie und ihre Beziehungen zur sog. motorischen Aphasie. *Deutsche Zeitschrift für Nervenheilkunde* 176: 553-594.
- Bernardi, N. F., Aggujaro, S., Caimmi, M., Molteni, F., Maravita, A. & Luzatti, C. (2009) A new approach to rhythm cueing of cognitive functions: The case of ideomotor apraxia. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1169: 417-421.
- Boutsen, F. R. & Christman, S. S. (2002) Prosody in apraxia of speech. *Seminars in Speech and Language* 23: 245-255.
- Brendel, B. & Ziegler, W. (2008) Effectiveness of metrical pacing in the treatment of apraxia of speech. *Aphasiology* 22: 77-102.
- Broca, P. (1861) Remarques sur le siège de la faculté du langage articulé; suivies d'une observation d'aphémie (perte de la parole). *Bulletins et memoires de la Société Anatomique de Paris*, XXXVI, 330-357.
- Buchwald, A. B., Rapp, B. & Stone, M. (2007) Insertion of discrete phonological units: An articulatory and acoustic investigation of aphasic speech. *Language and Cognitive Processes* 22: 910-948.
- Buckingham, H. W. & Yule, G. (1987) Phonemic false evaluation: theoretical and clinical aspects. *Clinical Linguistics* 1: 113-125.

- Cholin, J. (2008) The mental syllabary in speech production: An integration of different approaches and domains. *Aphasiology* 22: 1127-1141.
- Code, C. (1998) Major review: models, theories and heuristics in apraxia of speech. *Clinical Linguistics and Phonetics* 12: 47-65.
- Croot, K. (2002) Diagnosis of AOS: definition and criteria. *Seminars in Speech and Language* 23: 267-280.
- Croot, K., Au, C. & Harper, A. (in press) Prosodic structure and tongue twister errors. *Papers in Laboratory Phonology* 10.
- Darley, F. L., Aronson, A. E. & Brown, J. R. (1975) *Motor Speech Disorders*. Philadelphia: W.B. Saunders.
- Deal, J. L. & Darley, F. L. (1972) The influence of linguistic and situational variables on phonemic accuracy in apraxia of speech. *Journal of Speech and Hearing Research* 15: 639-653.
- De Jong, K. J. (1995) The supraglottal articulation of prominence in English: Linguistic stress as localized hyperarticulation. *The Journal of the Acoustical Society of America* 97: 491-504.
- DiSimoni, F. (1989) *Apraxia of Speech: Theoretical and Practical Considerations*. Dalton: Praxis House Publishers.
- Dronkers, N. F. (1996) A new brain region for coordinating speech articulation. *Nature* 384: 159-161.
- Duffy, J. R., Peach, R. K. & Strand, E. A. (2007) Progressive apraxia of speech as a sign of motor neuron disease. *American Journal of Speech-Language Pathology* 16: 198-208.
- Edmonds, L. A. & Marquardt, T. P. (2004) Syllable use in apraxia of speech: Preliminary findings. *Aphasiology* 18: 1121-1134.
- Engl-Kasper, E. M. & Ziegler, W. (1993) Wodurch können sprechapraktische Symptome beeinflusst werden? *Aphasie und verwandte Gebiete* 6: 4-15.
- Féry, C. (1997) Uni und Studis: die besten Wörter des Deutschen. *Linguistische Berichte* 172: 461-489.

- Hardcastle, W. J. (1987) Electropalatographic study of articulation disorders in verbal dyspraxia. In: Ryalls, J. H. (Hrsg.) *Phonetic approaches to speech production in aphasia and related disorders*. Boston: College-Hill Press, 113-136.
- Hillis, A. E., Work, M., Barker, P. B., Jacobs, M. A., Breese, E. L. & Maurer, K. (2004) Re-examining the brain regions crucial for orchestrating speech articulation. *Brain* 127: 1479-1487.
- Hough, M. S., DeMarco, S. & Farler, D. (1994) Phonemic retrieval in conduction aphasia and Broca's aphasia with apraxia of speech: underlying processes. *Journal of Neurolinguistics* 8: 235-246.
- Hurt, C. P., Rice, R. R., McIntosh, G. C. & Thaut, M. H. (1998) Rhythmic auditory stimulation in gait training for patients with traumatic brain injury. *Journal of Music Therapy* 35: 228-241.
- Itoh, M. & Sasanuma, S. (1984) Articulatory movements in apraxia of speech. In: Rosenbek, J. C., McNeil, M. R. & Aronson, A. E. (Hrsg.) *Apraxia of Speech: Physiology, Acoustics, Linguistics, Management*. San Diego: College-Hill Press, 135-165.
- Janssen, U. & Domahs, F. (2008) Going on with optimised feet: Evidence for the interaction between segmental and metrical structure in phonological encoding from a case of primary progressive aphasia. *Aphasiology* 22: 1157 - 1175.
- Kent, R. D. & Rosenbek, J. C. (1982) Prosodic disturbance and neurologic lesion. *Brain and Language* 15: 259-291.
- Kussmaul, A. (1877) *Die Störungen der Sprache. Versuch einer Pathologie der Sprache*. Leipzig: Vogel.
- Laganaro, M. (2008) Is there a syllable frequency effect in aphasia or in apraxia of speech or both? *Aphasiology* 22: 1191-1200.
- Levelt, W. J. M., Roelofs, A. & Meyer, A. S. (1999) A theory of lexical access in speech production. *Behavioral and Brain Sciences* 22: 1-75.
- Liepmann, H. (1900) Das Krankheitsbild der Apraxie (Motorische Asymbolie) auf Grund eines Falles von einseitiger Apraxie. *Monatsschrift für Psychiatrie und Neurologie* 8: 15-44.

- Liss, J. M. (1998) Error-revision in the spontaneous speech of apraxic speakers. *Brain and Language* 62: 342-360.
- Maas, E., Barlow, J., Robin, D. & Shapiro, L. (2002) Treatment of sound errors in aphasia and apraxia of speech: effects of phonological complexity. *Aphasiology* 16: 609-622.
- Maas, E., Robin, D. A., Wright, D. L. & Ballard, K. J. (2008) Motor programming in apraxia of speech. *Brain and Language* 106: 107-118.
- MacNeilage, P. F. (1998) The frame/content theory of evolution of speech production. *Behavioral and Brain Sciences* 21: 499-511.
- McNeil, M. R., Liss, J. M., Tseng, C.-H. & Kent, R. D. (1990) Effects of speech rate on the absolute and relative timing of apraxic and conduction aphasic sentence production. *Brain and Language* 38: 135-158.
- McNeil, M. R., Pratt, S. R. & Fossett, T. R. D. (2004) The differential diagnosis of apraxia of speech. In: Maassen, B., Kent, R. D., Peters, H. F. M., van Lieshout, P. H. & Hulstijn, W. (Hrsg.) *Speech motor control in normal and disordered speech*. Oxford: University Press, 389-413.
- McNeil, M. R., Robin, D. A. & Schmidt, R. A. (2008). Apraxia of speech: Definition and differential diagnosis. In M.R.McNeil (Hrsg.) *Clinical Management of Sensimotor Speech Disorders*. New York: Thieme, 249-268.
- Miller, N. (2002) The neurological bases of apraxia of speech. *Seminars in Speech and Language* 23: 223-230.
- Mori, E., Yamadori, A. & Furumoto, M. (1989) Left precentral gyrus and Broca's aphasia: A clinicopathologic study. *Neurology* 39: 51-54.
- Odell, K., McNeil, M., Rosenbek, J. C. & Hunter, L. (1990) Perceptual characteristics of consonant production by apraxic speakers. *Journal of Speech and Hearing Disorders* 55: 345-359.
- Odell, K. H. (2002) Considerations in target selection in apraxia of speech treatment. *Seminars in Speech and Language* 23: 309-324.
- Ogar, J., Willock, S., Baldo, J., Wilkins, D., Ludy, C. & Dronkers, N. (2006) Clinical and anatomical correlates of apraxia of speech. *Brain and Language* 97: 343-350.

- Peach, R. K. & Tonkovich, J. D. (2004) Phonemic characteristics of apraxia of speech resulting from subcortical hemorrhage. *Journal of Communication Disorders* 37: 77-90.
- Pellat, J., Gentil, M., Lyard, G., Vila, A., Tarel, V., Moreau, O. & Benabid, A. L. (1991) Aphemia after a penetrating brain wound: A case study. *Brain and Language* 40: 459-470.
- Peschke (2006) Inneres Sprechen bei Sprechapraxie: Ein Experiment zur antizipatorischen Fehlerwahrnehmung in Abhängigkeit von wortstrukturellen Faktoren. *Patholink. Zeitschrift des Verbandes für Patholinguistik e.V.* 5: 10-12.
- Romani, C. & Galluzzi, C. (2005) Effects of syllabic complexity in predicting accuracy of repetition and direction of errors in patients with articulatory and phonological difficulties. *Cognitive Neuropsychology* 22: 817-850.
- Smith, A. (2006) Speech motor development: Integrating muscles, movements, and linguistic units. *Journal of Communication Disorders* 39: 331-349.
- Sokol, S. B. & Fey, M. E. (2006) Production of /sch/ in trochaic and nontrochaic weak contexts. *Clinical Linguistics and Phonetics* 20: 677-689.
- Springer, L. (1995) Erklärungsansätze und Behandlung sprechapraktischer Störungen. *Forum Logopädie* 3: 3-7.
- Staiger, A. & Ziegler, W. (2008) Syllable frequency and syllable structure in the spontaneous speech production of patients with apraxia of speech. *Aphasiology* 22: 1201-1215.
- Staiger, A. (2009) *Frequenz und Struktur sublexikalischer Einheiten in der Spontansprache bei Sprechapraxie*. Inaugural-Dissertation. LMU München. Tönning: Der Andere Verlag.
- Staiger, A. & Ziegler, W. (2010) Are there contextual sound errors in apraxia of speech? *Abstract; Labphon12 Konferenz, Albuquerque (USA)*.
- Tanji, K., Suzuki, K., Yamadori, A., Tabuchi, M., Endo, K., Fujii, T. & Itoyama, Y. (2001) Pure anarthria with predominantly sequencing errors in phoneme articulation: a case report. *Cortex* 37: 671-678.

- Thaut, M. H., Kenyon, G. P., Hurt, C. P., McIntosh, G. C. & Hömberg, V. (2002) Kinematic optimization of spatiotemporal patterns in paretic arm training with stroke patients. *Neuropsychologia* 40: 1073-1081.
- Thompson, C. K., Ballard, K. J. & Shapiro, L. P. (1998) The role of syntactic complexity in training wh-movement structures in agrammatic aphasia: optimal order for promoting generalization. *Journal of the International Neuropsychology Society* 4: 661-674.
- Varley, R. & Whiteside, S. P. (2001) What is the underlying impairment in acquired apraxia of speech. *Aphasiology* 15: 39-49.
- Wambaugh, J. L., West, J. E. & Doyle, P. J. (1998) Treatment for apraxia of speech: effects of targeting sound groups. *Aphasiology* 12: 731-743.
- Wambaugh, J. L. & Martinez, A. L. (2000) Effects of rate and rhythm control treatment on consonant production accuracy in apraxia of speech. *Aphasiology* 14: 851-871.
- Wambaugh, J. L., Duffy, J. R., McNeil, M. R., Robin, D. A. & Rogers, M. A. (2006) Treatment guidelines for acquired apraxia of speech: A synthesis and evaluation of the evidence. *Journal of Medical Speech Language Pathology* 14: 15-33.
- Wernicke, C. (1874) *Der aphasische Symptomencomplex. Eine psychologische Studie auf anatomischer Basis*. Breslau: Cohn & Weigert.
- Wertz, R. T., La Pointe, L. L. & Rosenbek, J. C. (1984) *Apraxia of speech in adults: The disorder and its management*. Orlando: Grune & Stratton.
- Ziegler, W. & Cramon, D. Y. v. (1986) Disturbed coarticulation in apraxia of speech: acoustic evidence. *Brain and Language* 29: 34-47.
- Ziegler, W. & Jaeger, M. (1993) Aufgabenhierarchien in der Sprechapraxie-Therapie und der "metrische" Übungsansatz. *Neurolinguistik* 7: 17-29.
- Ziegler, W. (2003) Speech motor control is task-specific: evidence from dysarthria and apraxia of speech. *Aphasiology* 17: 3-36.
- Ziegler, W. & Maassen, B. (2004) The role of the syllable in disorders of spoken language production. In: Maassen, B., Kent, R. D., Peters, H. F. M., Van Lieshout, P. H. H. M. & Hulstijn, W. (Hrsg.) *Speech motor control in normal and disordered speech*. Oxford: University Press.

- Ziegler, W. (2005) A nonlinear model of word length effects in apraxia of speech. *Cognitive Neuropsychology* 22: 603-623.
- Ziegler, W. (2008) Apraxia of speech. In: Goldenberg, G. & Miller, B. (Hrsg.) *Handbook of Clinical Neurology*. London: Elsevier.
- Ziegler, W. (2009) Modelling the architecture of phonetic plans: Evidence from apraxia of speech. *Language and Cognitive Processes* 24: 631 – 661.
- Ziegler, W. (im Druck) Sprechapraxie: Konzepte und Kontroversen. *Aphasie Suisse*.
- Ziegler, W., Staiger, A. & Aichert, I. (in press) Apraxia of speech: What the deconstruction of phonetic plans may tell us about the construction of articulate language. In: Maasen, B. & van Lieshout, P. H. H. M. (Hrsg.) *Speech Motor Control: New Developments in Basic and Applied Research*. Oxford: Oxford University Press.

Kontakt

Ingrid Aichert

ingrid.aichert@extern.lrz-muenchen.de