

# Sprechgeschwindigkeit bei kompensatorischer Artikulation von Patienten mit Lippen-Kiefer-Gaumenspalten

Tim Bressmann<sup>a</sup> Robert Sader<sup>a</sup> Michael Merk<sup>c</sup>  
Wolfram Ziegler<sup>d</sup> Raymonde Busch<sup>b</sup> Hans-Florian Zeilhofer<sup>a</sup>  
Hans-Henning Horch<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Klinik und Poliklinik für Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie (Direktor: Univ.-Prof. H.-H. Horch) und <sup>b</sup>Institut für medizinische Statistik und Epidemiologie, Technische Universität München, Klinikum rechts der Isar, <sup>c</sup>Institut für Nachrichtentechnik, Universität der Bundeswehr und <sup>d</sup>Entwicklungsgruppe für Klinische Neuropsychologie, Städtisches Krankenhaus München Bogenhausen, München, Deutschland

## Schlüsselwörter

Lippen-Kiefer-Gaumenspalten · Sprechen · Artikulation · Palatolalie · Apparative Phonetik · Sprechgeschwindigkeit

## Zusammenfassung

Infolge eines primären Defizits der velopharyngealen Funktion liegen bei vielen Patienten mit Lippen-Kiefer-Gaumenspalten sekundäre kompensatorische Lautbildungen vor. Mit zwei neuen Computerprogrammen werden die Auswirkungen der kompensatorischen Artikulation auf die durchschnittliche Sprechgeschwindigkeit von 146 Patienten mit Lippen-Kiefer-Gaumenspalten untersucht. Die Patienten wurden dabei nach dem Schweregrad der artikulatorischen Auffälligkeit gruppiert. Bei der schnellen Silbenwiederholung zeigte sich, dass die durchschnittliche Silbenrate pro Sekunde bei Patienten mit deutlich auffälliger Artikulation signifikant reduziert war. Beim Nachsprechen von Sätzen war die zum Nachsprechen benötigte Gesamtzeit bei dieser Patientengruppe signifikant erhöht, und das Zielwort des Satzes wurde signifikant später begonnen. Die Ergebnisse zeigen, dass die mittlere Sprechgeschwindigkeit von Patienten mit

Lippen-Kiefer-Gaumenspalten mit kompensatorischer palatolalischer Artikulation niedriger ist.

## Speech Rate of Compensatory Articulation in Patients with Cleft Lip and Palate

Due to a primary insufficiency of the velopharyngeal valve, many patients with cleft lip and palate exhibit secondary compensatory articulation. Using two new computer programs, we examined the effect of compensatory articulation on the mean rate of speech production in 146 patients with cleft lip and palate. Patients were grouped according to severity of articulatory dysfunction. In a rapid syllable repetition task, the mean rate of syllables per second was found to be significantly reduced in patients with severe compensatory articulation. In a sentence repetition task, the mean total time was significantly increased for these patients and the beginning of the target word was significantly delayed. The results show that the mean rate of speech is significantly reduced in patients with cleft lip and palate who exhibit compensatory palatolalic articulation.

Copyright © 1999 S. Karger AG, Basel

## KARGER

Fax +41 61 306 12 34  
E-Mail [karger@karger.ch](mailto:karger@karger.ch)  
[www.karger.com](http://www.karger.com)

© 1999 S. Karger AG, Basel  
1021-7762/99/0516-0272\$17.50/0

Accessible online at:  
[www.karger.com/journals/fpl](http://www.karger.com/journals/fpl)

Tim Bressmann, Klinik und Poliklinik für  
Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie der Technischen Universität München  
Klinikum rechts der Isar, Ismaninger Strasse 22  
D-81675 München (Deutschland), Tel. +49 89 4140 2916  
Fax +49 89 4140 4844, E-Mail [tbressma@mkg.med.tu-muenchen.de](mailto:tbressma@mkg.med.tu-muenchen.de)

---

### **Vitesse d'élocution en présence de mécanismes d'articulation compensatoires chez des patients porteurs de divisions labio-palatines**

En raison d'une défaillance de la fonction vélopharyngienne, beaucoup de patients porteurs d'une division labio-palatine développent des mécanismes d'articulation compensatoires secondaires. Nous avons examiné les effets de l'articulation compensatoire sur la vitesse moyenne d'élocution de 146 patients porteurs de divisions palatines au moyen de deux nouveaux logiciels. Les patients ont été divisés en fonction de la gravité de leur déficit articuloire. La répétition rapide de syllabes a montré que le nombre moyen de syllabes par seconde était significativement réduit chez les patients présentant une articulation compensatoire marquée. Pour la répétition de phrases complètes, le temps nécessaire était significativement plus long pour ce groupe de patients et le mot cible de la phrase a été commencé significativement plus tard. Les résultats montrent que la vitesse moyenne d'élocution de personnes présentant une division labio-palatine et un mécanisme d'articulation compensatoire est significativement ralentie.

---

#### **1. Einleitung**

Witzel [1] schätzt unter Bezug auf Dalston [2] und Peterson-Falzone [3], dass zwischen 75 und 97% aller Patienten mit Lippen-Kiefer-Gaumenspalten (LKG) im Laufe ihrer Lebensspanne eine Sprechauffälligkeit zeigen. Stengelhofen [4] schätzt, dass 40% dieser Patienten eine chronische Sprechstörung behalten. Palatolalische Störungen bei LKG-Patienten stellen das Ergebnis eines langfristigen pathologischen Lernverhaltens dar, mit dem Patienten versuchen, ein initiales anatomisches und funktionales Defizit des velopharyngealen Sphinkters zu kompensieren. Nach Godbersens [5] System der «Sprechfehlerkategorien» bei LKG sind palatolalische Sprechstörungen als eine aktive sekundäre Adaptation an die primäre strukturell bedingte velopharyngeale Insuffizienz zu verstehen.

Die Palatolalie ist durch charakteristische Veränderungen der Artikulation gekennzeichnet, die Mühler [6] als «zentripetale» Verlagerung der Artikulationsorte beschreibt. Das gleichzeitige Vorliegen von palatophonem Stimmklang und palatolalischer Artikulation bezeichnet Vrticka [7] als Palatophonolalie. Nach Harding und Grunwell [8] resultieren palatolalische Artikulationsfehler bei LKG-Patienten aus Veränderungen des Artikulationsortes, Veränderungen der Artikulationsart oder aus einer kompletten Ersetzung des Ziellautes durch eine kompensatorische Artikulationsbewegung. Trost [9] und Wulff und Wulff [10] beschreiben eine Reihe charakteristischer Ersatzlaute, die bei Sprechern mit LKG häufig zu beobachten sind, vor allem nasale, palatale, pharyngeale und glottale Substitutionen.

Diese Lautsubstitutionen sind als hochgradig automatisierte artikulatorische Muster fest im Lautinventar des Patienten verankert. Eine Reihe von typischen Lauten der kompensatorischen palatolalischen Artikulation wie der glottal stop oder der pharyngeale Frikativ haben in anderen Sprachen der Welt regulären Phonemcharakter [11], so dass a priori nicht zu erwarten ist, dass die kompensatorischen Lautsubstitutionen einen Einfluss auf die artikulatorische Effizienz und das Sprechtempo haben sollten. Palatolalische Patienten artikulieren in der Regel flüssig und unbehindert. Die kompensatorische palatolalische Artikulation ist der regulären Lautbildung vor allem im Hinblick auf die hohe Sprechauffälligkeit und die schlechtere Verständlichkeit qualitativ unterlegen und deswegen unbedingt sprachtherapeutisch zu behandeln. Es ist jedoch ungeklärt, ob die kompensatorische Artikulation der regulären Artikulation auch quantitativ in Hinblick auf die artikulatorische Effizienz unterlegen ist.

Als besonders geeignete Indikatoren der artikulatorischen Effizienz haben sich Para-

meter aus dem Bereich der Suprasegmentalia bewährt. Die Silbenwiederholungsrate, die durchschnittliche Sprechgeschwindigkeit und die Pausendauer in Sprachaufzeichnungen liefern praktikable Hinweise auf die Ökonomie der zugrundeliegenden Sprechbewegungen. Zwei verschiedene Vorgehensweisen können unterschieden werden, nämlich die Analysen von artifiziellen Maximalleistungsaufgaben und relativ natürlichen Sprechaufgaben. Die schnelle Silbenwiederholung (artikulatorische Diadochokinese) liefert als Maximalleistungsaufgabe einen Anhalt für die Bewegungsgeschwindigkeit der Artikulatoren eines individuellen Sprechers. Die artikulatorische Diadochokinese wurde erfolgreich zur Differenzierung von verschiedenen neurogenen Dysarthriestufen [12–15] und von Zungentumoren [16], aber auch zur Unterscheidung der Leistungsprofile von Kindern mit verschiedenen Sprechentwicklungsstörungen verwendet [17]. Das Nachsprechen von Sätzen ist demgegenüber eine natürlichere Aufgabe für den Patienten. Anhaltspunkte für die individuelle artikulatorische Effizienz sind hier Sprechgeschwindigkeit und zeitliche Strukturen innerhalb des Satzes, z.B. Pausendauern oder Silbenlänge. Pathologische Änderungen der Sprechgeschwindigkeit geben so Einblicke in die zeitliche Struktur gestörten Sprechens [18–21].

Gay [22] zeigt, dass Silbendauer, Artikulationsgeschwindigkeit und intrasilbische Koartikulation mit der Sprechgeschwindigkeit interagieren. Eine willentliche Veränderung der Sprechgeschwindigkeit scheint zu einer Reorganisation der Artikulationsbewegungen zu führen. Westbury und Dembowski [23] berichten, dass bei der kinematischen Untersuchung der Artikulatorenbewegung bei Diadochokineseaufgaben erhebliche Änderungen der Artikulatorenstellungen zu beobachten waren. Bei der schnellen Silbenwiederholung positionieren sich die Artikulatoren so, dass

die zu überwindende Distanz möglichst klein wird. Um eine schnelle Umkehrung der Bewegungsrichtung zu gewährleisten, bewegen sich die Artikulatoren nicht mit maximaler Geschwindigkeit. Dies stimmt mit den Ergebnissen von Tiffany [24] überein, der fand, dass die normale Sprechgeschwindigkeit seiner Versuchspersonen nicht signifikant langsamer als ihre maximale Silbenwiederholungsrate war. Der limitierende Faktor bei beiden Aufgaben war die artikulatorische Komplexität des Stimulusmaterials. Ziegler und Wessel [25] nehmen deshalb einen «repetition mode» an, der sich qualitativ von den regulären Artikulationsmustern unterscheidet.

Für diese Untersuchung verwendeten wir das von Merk und Ziegler [26] entwickelte Sprechanalyse-System MODIAS («Modulares Diagnosesystem»). In den Modulen des MODIAS-Programms werden verschiedene sprechmotorische Parameter erfasst. Neben Stimmqualität und artikulatorischer Kontrastierung können artikulatorische Diadochokinese und das Nachsprechen von Sätzen untersucht werden. So kann ein umfangreiches Profil der sprechmotorischen Leistungen eines individuellen Patienten erstellt werden. Die automatische Stimuluspräsentation und Dateiverwaltung erleichtert den Untersuchungsprozess und ermöglicht so auch die Untersuchung grösserer Patientenkollektive. MODIAS läuft in der MATLAB-Umgebung auf einem herkömmlichen PC mit kommerzieller Soundkarte [26, 27].

## 2. Untersuchung

### 2.1. Patienten

Im Laufe eines Monats nahmen 146 Patienten mit einer LKG an einer Nachuntersuchung teil. Bei allen Patienten war im Sinne unseres interdisziplinären Behandlungskonzeptes [28] als Abschluss der primären Operationen der Verschluss einer alveolaren Kiefer-

spalte durch eine sekundäre Osteoplastik mit autogener Beckenspongiosa durchgeführt worden. Der Altersmedian lag bei 17,0 Jahren, die Standardabweichung betrug 7,33 Jahre. Der jüngste Patient war 10 Jahre, der älteste 66 Jahre. Die Untersuchungsgruppe bestand aus 98 männlichen und 48 weiblichen Teilnehmern. Achtzehn Patienten hatten Lippen-Kiefer-Spalten; 92 Patienten hatten vollständige unilaterale LKG, 35 Patienten hatten doppelseitige LKG; bei 1 Patienten lag eine Lippen-Kiefer-Spalte in Verbindung mit einer submukösen Gaumenspalte vor.

## 2.2. Vorgehen

### 2.2.1. Perzeptive Untersuchung

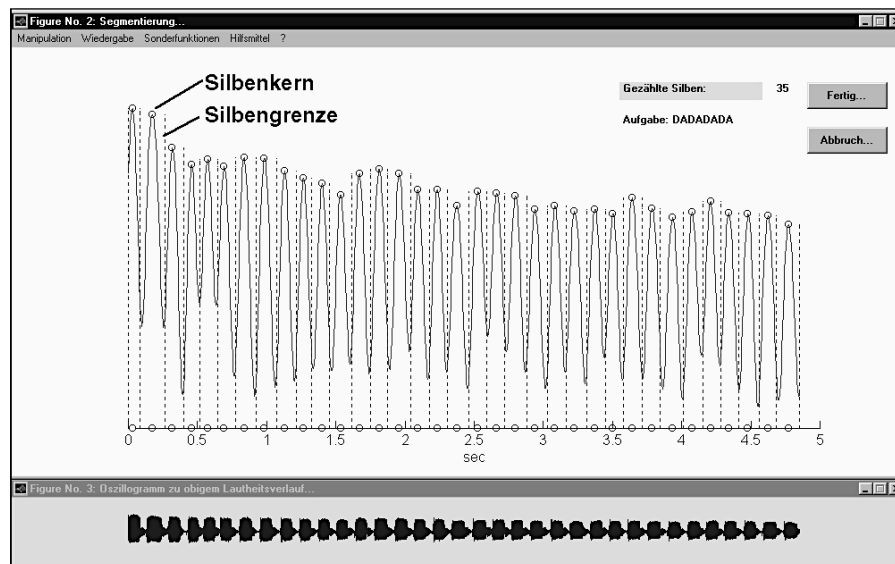
Die klinische Beurteilung der Artikulation und der nasalen Resonanz wurde anhand von Spontansprachproben vorgenommen. Hierzu wurde in einem separaten Untersuchungsgang vor der Aufnahme mit MODIAS ein kurzes semistandardisiertes Interview mit allen Patienten geführt, in dem die Patienten einen kürzlich gesehenen Kinofilm nacherzählen und eine Bildergeschichte verbalisieren mussten. Diese Interviews wurden mit einem Grossmembranmikrofon Audiotechnica AT 4033a auf einen DAT-Rekorder Sony DTC ZE 700 aufgenommen. Aus den beiden Erzählpassagen wurden ungefähr 1minütige Spontansprachproben abgehört, in denen die Patienten selbständig und frei sprachen, nach Möglichkeit ohne Fragen oder Hilfen des Untersuchers. Diese Sprachproben wurden auf einem speziell entworfenen Auswertungsbogen beurteilt, bei dem Sprache und Sprechen auf 18 Skalen bewertet wurden [29, 30]. In diesem Bogen wurde die Stimme auf drei Skalen im Sinne des RBH-Schemas bewertet, das sich im deutschen Sprachraum zunehmend als Standard etabliert [31].

Suprasegmentalia, Verständlichkeit, Artikulation und allgemeine Sprech- und Sprachauffälligkeit wurden auf 4-Punkt-Skalen (0 = normal, 1 = leicht, 2 = mittel, 3 = schwer) beurteilt, um grobe Einschätzungen des Sprechverhaltens unserer Patienten in allen relevanten Dimensionen machen zu können. Auf der Skala für die Bewertung der Artikulationsstörungen wurde eine Auffälligkeit als leichtgradig erfasst, wenn ein einziger Laut entstellt wurde. Dabei wurde das distinktive Merkmal der Stimmhaftigkeit nicht berücksichtigt. Entsprechend wurde z.B. ein Sigmatismus, der die Laute /s/ und /z/ betraf, als einfache Lautentstellung gewertet, da dieselbe Artikulationsstelle vorlag. Bei Vorliegen von zwei Lautentstellungen wurde die Artikulationsstörung als mittelgradig gewertet, bei drei

und mehr Lautentstellungen als schwergradig. Abweichend vom Schema Mühlhars [6] wurden nicht nur «zentripetale» Lautverlagerungen in die Bewertung einbezogen. Zwar sind zentripetale Artikulationsverlagerungen die auditiv charakteristischsten Lautentstellungen bei Palatolalie, jedoch nicht die einzigen, da genauso Vorverlagerungen wie Dentalisierungen oder Labialisierungen (/f/→/Φ/) auftreten. Die allgemeine Sprechauffälligkeit wurde analog zur Artikulation bewertet. Bei Vorliegen eines Merkmals (z.B. einer leichtgradigen Hypernasalität) wurde die vorliegende Sprechauffälligkeit als leichtgradig bewertet. Bei einer mittel- oder schwergradigen Auffälligkeit in einer der Bewertungsdimensionen oder zwei leichtgradigen Auffälligkeiten wurde die Bewertung mittelgradig vergeben, bei Vorliegen eines komplexeren Störungsbildes die Bewertung schwergradig. Eine Störung der Verständlichkeit wurde als leichtgradig bewertet, wenn aufgrund einzelner Lautentstellungen oder der allgemeinen Sprechweise seltene Verständnisstörungen auf Seiten des Untersuchers im Untersuchungsgespräch vorlagen oder für den Alltag angenommen werden mussten, da z.B. einzelne Minimalpaare nicht ausreichend differenziert werden konnten. Die Bewertung mittelgradig wurde bei Vorliegen gelegentlicher Verständlichkeitsprobleme im Untersuchungsgespräch vergeben. Die Verständlichkeit eines Patienten wurde als schwergradig beeinträchtigt bewertet, wenn der Untersucher im Verlauf des Untersuchungsgesprächs aufgrund der Sprechstörung des Patienten häufige Verständnisprobleme hatte.

Die Sprachauffälligkeit der Patienten wurde ebenfalls auf einer 4-Punkt-Skala eingeschätzt. Dabei wurde die Sprachauffälligkeit als leichtgradig eingeschätzt, wenn ein Patient im Interview sichtbar ungerne frei sprach und sich mit den gestellten Aufgaben schwertat, in dem Sinne, dass z.B. die Bildergeschichte nur mühsam und mit grenzwertiger Kohärenz verbalisiert wurde. Bei schwereren Auffälligkeiten oder beim Vorliegen sprachsystematischer Auffälligkeiten wurde die Sprachauffälligkeit je nach Schweregrad der Ausprägung als mittel- bis schwergradig bewertet. Diese Prozedur kann keine Vergleichbarkeit mit einer detaillierten linguistischen Analyse beanspruchen. Eine grobe Einschätzung der sprachlichen Fähigkeiten der Patienten wurde für die Zwecke dieser Untersuchung als ausreichend erachtet.

Die nasale Resonanz wurde mit fünf Skalen bewertet [29]. Auf der ersten Skala wurde eine allgemeine Bewertung der Resonanz vorgenommen (normal vs. anormal). Auf der zweiten Skala wurden nasale Turbulenzen und Friktionsgeräusche als vorhanden oder nicht vorhanden erfasst. Hypernasalität und Hypo-



**Abb. 1.** Mit dem MODIAS-Modul «artikulatorische Diadochokinese» erstelltes Lautheitsmodell der Silbenfolge /dadada .../, gesprochen von einem Normalsprecher. Die Silben sind automatisch segmentiert worden und klar voneinander abgegrenzt. Die Silbenkerne bzw. Maxima werden im Lautheitsmodell mit kleinen Kreisen (O) gekennzeichnet. Aufgrund der Verschlussphasen des Plosives /d/ sind die Silbengrenzlautheiten, markiert durch gepunktete Linien (...), erheblich niedriger als die Silbenkernlautheiten.

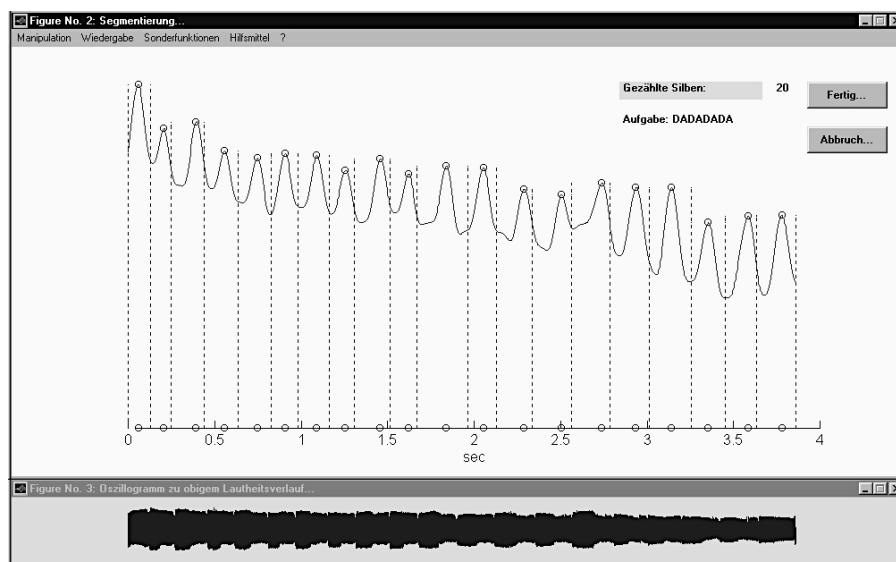
nasalität wurden auf zwei separaten 4-Punkt-Skalen von normal bis schwer eingeschätzt. Alternierende Hyper- und Hyponasalität wurde als vorhanden oder nicht vorhanden erfasst; der jeweilige Schweregrad bei diesem Störungsbild vorliegenden Hyper- und Hyponasalität wurde auf beiden entsprechenden 4-Punkt-Skalen eingeschätzt. Das Sprechtempo während des Untersuchungsgesprächs wurde auf einer 3-Punkt-Skala von -1 bis +1 eingeschätzt, wobei der Wert -1 einem verlangsamen, der Wert 0 einem unauffälligen und der Wert 1 einem übersteigerten Sprechtempo entsprach.

Die Bewertungen wurden während des Untersuchungsgesprächs und off-line anhand der Bandaufnahmen durch einen der Autoren (T.B.) vorgenommen, der phonetisch geschult ist und über Erfahrung bei der Einschätzung von Patienten mit LKG verfügt. Keiner der Patienten war ihm vor der Untersuchung bekannt gewesen oder war von ihm zu einem früheren Zeitpunkt ausführlich untersucht oder therapeutisch betreut worden. Eine doppelte Bewertung durch einen einzigen spezialisierten Hörer wurde für die Zwecke dieser Untersuchung als ausreichend erachtet.

Zur Auswertung wurden auf der Basis der zwei Ratings für jede der 4-Punkt-Skalen drei Gruppen gebildet. Durchschnittliche Ratingwerte von 0 und 0,5 wurden als Normbefund gewertet. Durchschnittswerte von 1 und 1,5 wurden als Borderline-Befund gewertet, die nur eine leichte Abweichung gegenüber der Norm darstellen. Durchschnittliche Ratingwerte von 2–3 wurden als deutliche Merkmalsausprägungen gewertet.

### 2.2.2. Apparative Analyse: Artikulatorische Diadochokinese

Im MODIAS-Modul «Artikulatorische Diadochokinese» wird vom Patienten verlangt, sechs verschiedene Lautfolgen möglichst flüssig für eine Zeit von zirka 5 s zu sprechen. Vier der Lautfolgen sind rein repetitiv (/baba .../, /dada .../, /gaga .../, /nana .../), zwei alternierend (/bada .../, /dana .../). Aus dem Lautheitsmodell werden automatisch die Maxima als Silbenkerne identifiziert und Silbengrenzen in den Minima gesetzt (Abb. 1). Jedes segmentierte Lautheitsmodell wird vom Untersucher auf seine Plausibilität hin kontrol-



**Abb. 2.** Mit dem MODIAS-Modul «artikulatorische Diadochokinese» erstelltes Lautheitsmodell der Silbenfolge /dadada .../, gesprochen von einem palatolalischen Patienten. Der nasale Durchschlag infolge der deutlichen Hypernasalität des Sprechers zeigt sich als Verschmelzung der Silbengrenzen. Die Silbengrenzenlautheiten sind deutlich erhöht. Die dorsal verlagerte Artikulation führt zu einer relativen Verlangsamung. Der auditive Eindruck ist /ɲaɲaɲa .../.

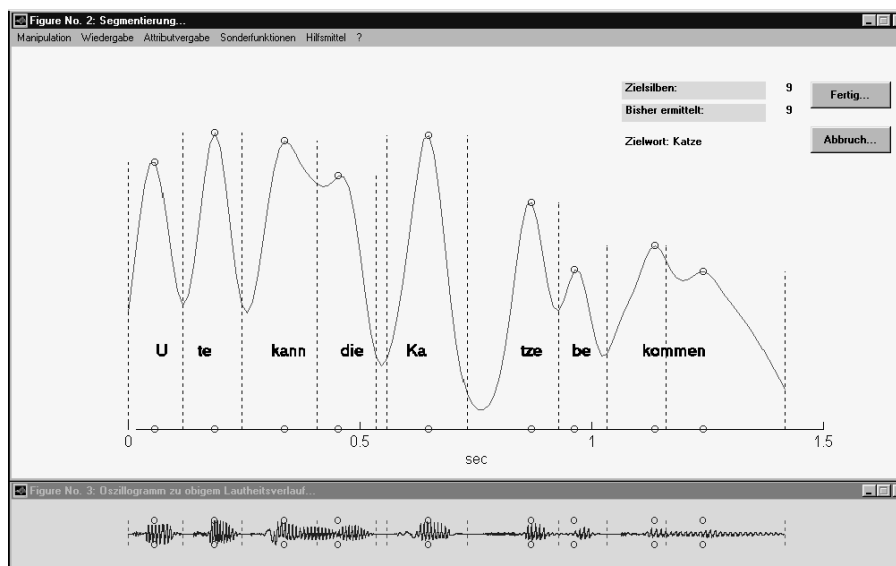
liert. Bei Segmentierungsfehlern ist eine manuelle Nachbearbeitung möglich. Nach einer Lautstärkennormierung berechnet MODIAS automatisch die Rate der Silben pro Sekunde sowie eine Reihe Standardabweichungen und lineare Trends. Die Unterschiede zwischen einem hypernasalen Sprecher und einem Sprecher mit normaler nasaler Resonanz sind bereits im Lautheitsmodell gut erkennbar. In Abbildung 2 ist ein Beispiel für ein hypernasales Lautheitsmodell abgebildet. Im Vergleich zu dem in Abbildung 1 gezeigten unauffälligen Sprecher sind die Silbengrenzenlautheiten im Verhältnis zu den Silbenkernlautheiten infolge des durchgehenden nasalen Schallsignals erhöht.

Für die Auswertung des MODIAS-Moduls «Artikulatorische Diadochokinese» wurde die beschriebene Gruppeneinteilung beibehalten. Die sechs nachgesprochenen Stimuli wurden aggregiert, um einen Durchschnittswert zu erhalten. Die weitere Auswertung wurde mit der Varianzanalyse (ANOVA) durchgeführt. Das jeweilige Messergebnis ging als abhängige Variable in die Analyse ein, der betrachtete Faktor war eine der Skalen der perceptiven Analyse. Neben der mittlere

ren Silbenrate in Hertz berechnet MODIAS eine Reihe von anderen Massen wie die linearen Trends und die trendbereinigten Standardabweichungen von Silbendauern, der Silbenkern- und Silbengrenzenlautheiten. Nur die Silbenrate differenzierte effektiv zwischen den verschiedenen Gruppen.

### 2.2.3. Apparative Analyse: Nachsprechen von Sätzen

Für das MODIAS-Modul «Nachsprechen von Sätzen» stehen drei Ensembles mit jeweils acht Trägersätzen mit Zielwörtern verschiedener Silbenstruktur zur Verfügung. In der von uns zum Untersuchungszeitpunkt verwendeten vorläufigen Version bestanden die Ensembles aus nur sechs Sätzen. Die Trägersätze haben die Form «Ute kann die \_\_\_ bekommen». In unserer Untersuchung verwendeten wir ein Ensemble mit Konsonantenclustern in den zweisilbigen Zielwörtern (Pflanze, Katze, Kränze usw.). Ähnlich wie im Modul «Artikulatorische Diadochokinese» bildet MODIAS ein Lautheitsmodell, identifiziert Silbenkerne und segmentiert das Signal (Abb. 3). Fehlerhafte Segmentie-



**Abb. 3.** Mit dem MODIAS-Modul «Nachsprechen von Sätzen» erstelltes und automatisch segmentiertes Lautheitsmodell des Satzes «Ute kann die Katze bekommen», gesprochen von einem Normalsprecher als /ʊtə kan di katsə bəkɔmən/. Die Sprechgeschwindigkeit ist flüssig, die Silben sind jedoch gut segmentierbar. Die Silben /... kan di .../ sind koartikulatorisch miteinander verschmolzen.

rungen können von Hand korrigiert werden. Für jede einzelne Silbe kann durch den Untersucher eine Bewertung vergeben werden. Fehler können als artikulatorische oder phonologische Fehler gewertet werden, Störungen der suprasegmentalen Organisation können als Iterationen, Kontaminationen oder Omissionen bewertet werden. LKG-spezifische Sprechstörungen sind manchmal schon im Augenschein im Lautheitsmodell zu erkennen. Bei extremer Hypernasalität kann es zu einem Verschmelzen der Silbenkerne miteinander kommen, weil die Hypernasalität sich in Form eines durchgehenden Störsignals bemerkbar machen kann und zu einer Verwischung der Silbengrenzen führt, ähnlich wie in Abbildung 2 für die artikulatorische Diadochokinese gezeigt. Bei schwer palatolalischer Artikulation demgegenüber kann sich die verlangsamte rückverlagerte Artikulation im Lautheitsmodell in Form verlängerter Pausenzeiten darstellen, so dass das Lautheitsmodell deutlich fragmentiert ist (Abb. 4).

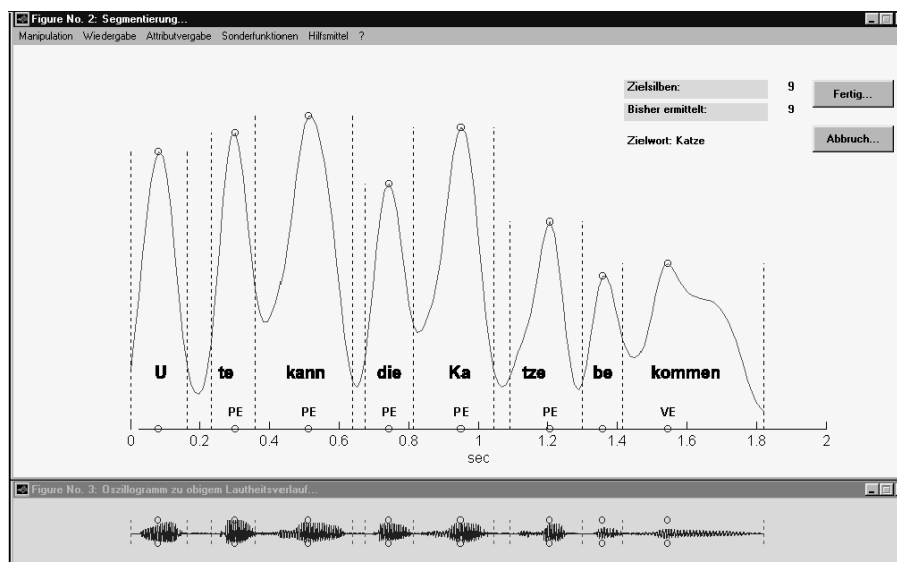
Auch für die Auswertung des MODIAS-Moduls «Nachsprechen von Sätzen» wurde die beschriebene Gruppeneinteilung beibehalten. Die sechs nachgesprochenen Sätze wurden aggregiert, um Durchschnitts-

werte für alle Messwiederholungen zu erhalten. Die weitere Auswertung wurde mit der Varianzanalyse (ANOVA) durchgeführt. Das jeweilige Messergebnis ging als abhängige Variable in die Analyse ein, der betrachtete Faktor war eine der Skalen der perceptiven Analyse.

### 3. Ergebnisse

#### 3.1. Perzeptive Untersuchung

Mit Kreuztabellen wurde der Grad der Übereinstimmung zwischen den beiden Hörratings ermittelt. Die so errechnete Intra-Rater- bzw. Inter-Rating-Reliabilität betrug im Median 91,3%. Weiterhin wurden die zugehörigen Kendalls tau-b errechnet, um die Konsistenz der Ratings über die Kategorien zu überprüfen. Für alle Kendalls tau-b ergab sich



**Abb. 4.** Mit dem MODIAS-Modul «Nachsprechen von Sätzen» erstelltes Lautheitsmodell des Satzes «Ute kann die Katze bekommen», gesprochen von einem palatophonologischen Patienten als /uʔə ʔaŋ ʔi kaʔh<sup>n</sup>ə bəʔom/. Die palatolalische Artikulation ist hier durch glottale Substitutionen der Plosive und eine Substitution der /s/-Komponente des Affrikativs durch einen pharyngealen Frikativ mit nasaler Emission gekennzeichnet, die im Modell durch das Attribut «phonetische Entstellung» (PE) markiert worden sind. Durch die kompensatorischen Substitutionen kommt es zu einer Fragmentierung des Lautheitsmodells, die benötigte Gesamtzeit zum Nachsprechen des Satzes erhöht sich. Zwischen den Silben /... ʔaŋ ʔi .../ ist keine koartikulatorische Verschmelzung zu erkennen.

ein Median von 0,866. Diese Werte deuten auf eine hohe interne Konsistenz der Ratings.

Im Sinne der im Methodikteil beschriebenen Gruppeneinteilung lagen demnach mittel- und schwergradige artikulatorische Auffälligkeiten bei 30 Patienten (20,5% der Population) vor. Leichtgradige Auffälligkeiten zeigten sich bei 29 Patienten (19,9%); 87 Patienten (59,6%) wurden als unauffällig eingestuft. Mittel- und schwergradige Beeinträchtigungen der Verständlichkeit lagen bei 19 Patienten (13%) vor, leichtgradige Einschränkungen der Verständlichkeit bei 36 Patienten (24,7%). Bei 91 Patienten (62,3%) wurde die Verständlichkeit als normal bewertet. Hyper-

nasalität als häufigste Störung der nasalen Resonanz lag in mittel- und schwergradiger Form bei 47 Patienten (32,2%) vor, in Borderline-Ausprägung bei 52 Patienten (35,6%). Siebenundvierzig Patienten (32,2%) hatten eine normale nasale Resonanz. Hyponasalität lag nur bei 4 Patienten (2,7%) in deutlicher Ausprägung vor. Da diese Gruppe weniger als 10% der Untersuchungsgruppe ausmachte und nicht zu erwarten ist, dass eine hyponasale Resonanzstörung mit der oralen Artikulation interferieren sollte, wurden diese Patienten in der Auswertung nicht gesondert berücksichtigt. Die allgemeine Sprechauffälligkeit schliesslich wurde bei 54 Patienten (37%)



**Tabelle 1.** Ergebnisse der Einteilung der Patienten in drei Gruppen

	Keine Auffälligkeit (durchschnittlicher Ratingwert 0 oder 0,5)	Borderline-Auffälligkeit (durchschnittlicher Ratingwert 1 oder 1,5)	Deutliche Auffälligkeit (durchschnittlicher Ratingwert 2, 2,5 oder 3)
Artikulation	87 (59,6%)	29 (19,9%)	30 (20,5%)
Hypernasalität	47 (32,2%)	52 (35,6%)	47 (32,2%)
Verständlichkeit	91 (62,3%)	36 (24,7%)	19 (13%)
Sprechauffälligkeit	46 (31,5%)	46 (31,5%)	54 (37%)

Die Einteilung basiert auf der perceptiven Klassifikation durch zwei Ratings eines Hörers. Die Tabelle gibt die absoluten Fallzahlen mit den zugehörigen Prozentwerten wieder.

als mittel- oder schwergradig und bei 46 Patienten (31,5%) als leichtgradig beurteilt. Die Leistungen von 46 Patienten (31,5%) wurden als unbeeinträchtigt in Bezug auf die Sprechauffälligkeit beurteilt (Tab. 1). Auf der verwendeten Skala von -1 bis +1 hatten 5 Patienten (3,4%) mit einem durchschnittlichen Ratingwert von 1 ein deutlich verlangsamtes Sprechtempo, 4 (2,7%) wurden mit einem Wert von 0,5 als leicht verlangsamt bewertet. Bei 3 Patienten wurde das Sprechtempo als erhöht bewertet, davon bei 1 Patienten (0,7%) als deutlich und bei 2 Patienten (1,4%) als leichtgradig erhöht. Bei 134 Patienten (91,8%) wurde das Sprechtempo als unauffällig eingestuft. Bei der Einschätzung der allgemeinen Sprachauffälligkeit schliesslich wurden 6 Patienten (4,1%) als mittel- bis schwergradig sprachauffällig bewertet. Neunzehn Patienten (13,0%) wurden als grenzwertig sprachauffällig eingestuft und 121 Patienten (82,9%) waren unauffällig.

Um den Zusammenhang zwischen diesen Skalen zu prüfen, errechneten wir die Korrelationskoeffizienten nach Spearman. Die allgemeine Sprachauffälligkeit korrelierte dabei hochsignifikant mit der Beeinträchtigung der Artikulation (0,7487;  $p < 0,001$ ) und der Verständlichkeit (0,7314;  $p < 0,001$ ) und mittelgradig mit dem Grad der Hypernasalität

(0,6994;  $p < 0,001$ ). Die Skala zur Bewertung der Verständlichkeit korrelierte mittelgradig mit dem Grad der Hypernasalität (0,5240;  $p < 0,001$ ) und hoch mit der Artikulationsstörung (0,7671;  $p < 0,001$ ). Hypernasalität und Artikulation korrelierten mittelgradig (0,6110;  $p < 0,001$ ). Für die Skala, auf der das Sprechtempo bewertet wurde, zeigte sich trotz der niedrigen Fallzahlen von auffälligen schnellen oder langsamen Sprechern ein sehr geringer negativer Zusammenhang mit dem Grad der Verständlichkeitseinschränkung (-0,1599;  $p < 0,001$ ) und der Artikulationsstörung (-0,1089;  $p < 0,001$ ) bzw. ein geringer negativer Zusammenhang mit dem Grad der Sprechauffälligkeit (-0,2500;  $p < 0,001$ ). Die Skala für die allgemeine Sprachauffälligkeit korrelierte geringgradig positiv mit Verständlichkeit (0,2011;  $p < 0,02$ ) und Sprechauffälligkeit (0,2800;  $p < 0,001$ ), sehr geringgradig mit Artikulation (0,1963;  $p < 0,02$ ) und geringgradig negativ mit der Sprechgeschwindigkeit (-0,3024;  $p < 0,001$ ). In einem weiteren Schritt wurde mittels Korrelationsanalyse der Zusammenhang zwischen Spaltform und Grad der Auffälligkeit in den verschiedenen Dimensionen geprüft. Wir unterschieden hier in einem vereinfachten Schema Lippen-Kiefer-Spalten, einseitige LKG und doppelseitige LKG. Geringgradige positive Zusammenhänge zeigten sich

nur zwischen Spaltform und Hypernasalität (0,3521;  $p < 0,001$ ) und allgemeiner Sprechauffälligkeit (0,2330;  $p < 0,005$ ).

### 3.2. Apparative Analyse: Artikulatorische Diadochokinese

Aufgeteilt nach dem Schweregrad der Artikulationsstörung betrug die durchschnittliche Silbenwiederholungsrate für die Patienten mit deutlicher Artikulationsstörung im Mittel 5,68 Hz (Standardabweichung: 0,52 Hz), für die Patienten mit leichtgradigen Auffälligkeiten 6,16 Hz (SD: 0,62 Hz) und für die unauffälligen Patienten 6,17 Hz (SD: 0,6 Hz). Für die Artikulation zeigte sich, dass die Gruppen sich in der ANOVA signifikant unterschieden ( $F < 0,001$ ; d.f. = 2). Multiple Mittelwertsvergleiche mit t-Tests zeigten signifikante Unterschiede zwischen den Patienten mit deutlichen und den Patienten ohne artikulatorische Auffälligkeiten ( $p < 0,001$ ;  $t = 4,27$ ; d.f. = 57) sowie zwischen den Patienten mit deutlichen und den Patienten mit leichten artikulatorischen Auffälligkeiten ( $p < 0,005$ ;  $t = 3,22$ ; d.f. = 54,7), jedoch keine signifikanten Unterschiede zwischen den unauffälligen Patienten und den Patienten mit leichten artikulatorischen Auffälligkeiten. Der geringe negative Korrelationskoeffizient bestätigt die Annahme, dass die durchschnittliche Silbenwiederholungsrate mit steigender artikulatorischer Auffälligkeit abnahm ( $-0,2596$ ;  $p < 0,005$ ).

Für die Variable Hypernasalität waren mit der ANOVA keine signifikanten Unterschiede zwischen den Silbenwiederholungsraten der drei Gruppen festzustellen. Es wurde deshalb keine weitere statistische Testung durchgeführt. Auch eine Korrelation zwischen Silbenwiederholungsrate und Grad der Hypernasalität konnte nicht nachgewiesen werden.

Für die Verständlichkeit zeigte sich, dass die Gruppen sich in der ANOVA signifikant

unterschieden ( $F < 0,002$ ; d.f. = 2). Multiple Mittelwertsvergleiche mit t-Tests zeigten signifikante Unterschiede zwischen den Patienten mit deutlichen und den Patienten ohne Verständlichkeitsbeeinträchtigungen ( $p < 0,001$ ;  $t = 3,96$ ; d.f. = 27,47) sowie zwischen den Patienten mit deutlichen und den Patienten mit leichten Verständlichkeitseinschränkungen ( $p < 0,02$ ;  $t = 2,68$ ; d.f. = 43,98), jedoch keine signifikanten Unterschiede zwischen den unauffälligen Patienten und den Patienten mit leicht beeinträchtigter Verständlichkeit. Der geringe negative Korrelationskoeffizient bestätigt, dass die durchschnittliche Silbenwiederholungsrate mit abnehmender Verständlichkeit niedriger war ( $-0,2396$ ;  $p < 0,005$ ).

Für die allgemeine Sprechauffälligkeit zeigte sich, dass die Gruppen sich in der ANOVA signifikant unterschieden ( $F < 0,001$ ; d.f. = 2). Multiple Mittelwertsvergleiche mit t-Tests zeigten signifikante Unterschiede zwischen den Patienten mit hoher und den Patienten ohne Sprechauffälligkeit ( $p < 0,001$ ;  $t = 3,84$ ; d.f. = 97,02) sowie zwischen den Patienten mit deutlichen und den Patienten mit leichten Sprechauffälligkeiten ( $p < 0,02$ ;  $t = 2,42$ ; d.f. = 95,9), jedoch keine signifikanten Unterschiede zwischen den unauffälligen Patienten und den Patienten mit leichter Sprechauffälligkeit. Der geringe negative Korrelationskoeffizient bestätigt die Tatsache, dass die durchschnittliche Silbenwiederholungsrate mit steigender Sprechauffälligkeit abnahm ( $-0,3101$ ;  $p < 0,001$ ).

Für die Variable Sprechgeschwindigkeit liessen sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen zeigen. Der geringe Korrelationskoeffizient bestätigt jedoch in der Tendenz, dass die als langsamer bewerteten Sprecher tatsächlich niedrigere Silbenwiederholungsraten hatten (0,2191;  $p < 0,01$ ).

Für die allgemeine Sprachauffälligkeit schliesslich zeigte sich, dass die Gruppen sich

in der ANOVA signifikant unterschieden ( $F < 0,001$ ; d.f. = 2). Multiple Mittelwertsvergleiche mit t-Tests zeigten signifikante Unterschiede zwischen den Patienten mit hoher und den Patienten ohne Sprachauffälligkeit ( $p < 0,02$ ;  $t = 3,33$ ; d.f. = 5,5) sowie zwischen den Patienten ohne und den Patienten mit leichten Sprachauffälligkeiten ( $p < 0,01$ ;  $t = 2,98$ ; d.f. = 22,96), jedoch keine signifikanten Unterschiede zwischen den Patienten mit hoher und den Patienten mit leichter Sprachauffälligkeit. Der geringe negative Korrelationskoeffizient bestätigt die Tendenz, dass die durchschnittliche Silbenwiederholungsrate mit steigender Sprachauffälligkeit abnahm ( $-0,3124$ ;  $p < 0,001$ ).

Ein statistischer Zusammenhang zwischen der Spaltform und der durchschnittlichen Silbenwiederholungsrate konnte durch eine Korrelationsanalyse nicht nachgewiesen werden.

### 3.3. Apparative Analyse: Nachsprechen von Sätzen

Für die Darstellung unserer Ergebnisse möchten wir uns aus Gründen der Übersichtlichkeit auf die Skala Artikulation beschränken. Die Ergebnisse für die anderen Skalen fielen sehr ähnlich aus, was aufgrund der Korrelation der Skalen untereinander (siehe Abschnitt 3.1) nicht überraschend ist. Sie werden deshalb nicht zusätzlich wiedergegeben.

Aufgeteilt nach dem Schweregrad der Artikulationsstörung betrug die durchschnittliche Gesamtzeit, die zum Nachsprechen der Sätze benötigt worden war, bei den Patienten mit deutlicher Artikulationsstörung 1845 ms (SD: 259 ms), bei den Patienten mit leichten Auffälligkeiten 1691 ms (SD: 172 ms) und bei den unauffälligen Patienten 1669 ms (SD: 204 ms). Die Gruppen unterschieden sich in der ANOVA signifikant ( $F < 0,001$ ; d.f. = 2). Multiple Mittelwertsvergleiche mit t-Tests zeigten

signifikante Unterschiede zwischen den Patienten mit deutlichen und den Patienten ohne Artikulationsstörungen ( $p < 0,005$ ;  $t = -3,32$ ; d.f. = 40,42), sowie den Patienten mit deutlichen und den Patienten mit leichten artikulatorischen Auffälligkeiten ( $p < 0,02$ ;  $t = -2,69$ ; d.f. = 48,16), jedoch keine Unterschiede zwischen den unauffälligen Patienten und den Patienten mit leichten Artikulationsstörungen.

Mit der gleichen Aufteilung wurden daraufhin Anfangszeiten und Silbendauern des Zielwortes betrachtet. Die Startzeit der fünften Silbe, die die erste des Zielwortes ist, lag für die Patienten mit deutlichen Artikulationsstörungen im Mittel bei 828 ms (SD: 161 ms), bei den Patienten mit leichten Störungen bei 731 ms (SD: 112 ms) und bei den artikulatorisch unauffälligen Patienten bei 719 ms (SD: 112 ms). Die ANOVA zeigte, dass diese Unterschiede signifikant waren ( $F < 0,001$ ; d.f. = 2). Multiple Mittelwertsvergleiche mit t-Tests zeigten, dass die Silbenstartzeiten sich bei den Patienten mit deutlichen und den Patienten ohne Artikulationsstörungen signifikant unterschieden ( $p < 0,001$ ;  $t = -3,35$ ; d.f. = 31,64). Ein signifikanter Unterschied bestand ebenso zwischen den Patienten mit leichten und den Patienten mit deutlichen artikulatorischen Auffälligkeiten ( $p < 0,02$ ;  $t = -2,68$ ; d.f. = 49,63), jedoch nicht zwischen leichtgradig auffälligen und unauffälligen Patienten. Die Silbendauer der fünften Silbe betrug bei den Patienten mit deutlichen Artikulationsstörungen im Mittel 242 ms (SD: 36 ms), bei den Patienten mit leichten Artikulationsstörungen 239 ms (SD: 40 ms) und bei den artikulatorisch unauffälligen Patienten 227 ms (SD: 34 ms). Die ANOVA zeigte, dass diese Werte sich mit Tendenz zur Signifikanz unterschieden ( $F < 0,07$ ; d.f. = 2); t-Tests zeigten, dass ein signifikanter Unterschied nur zwischen den Patienten mit den deutlichen artikulatorischen Beeinträchtigungen und den Patienten mit der unauffälligen Artikula-

tion bestand ( $p < 0,05$ ;  $t = -2,05$ ; d.f. = 46,41).

Die Startzeit der sechsten Silbe, der zweiten des Zielwortes, lag für die Patienten mit deutlichen Artikulationsstörungen im Mittel bei 1111 ms (SD: 184 ms), bei den Patienten mit leichten Störungen bei 1003 ms (SD: 130 ms) und bei den artikulatorisch unauffälligen Patienten bei 981 ms (SD: 143 ms). Die ANOVA zeigte, dass diese Unterschiede signifikant waren ( $F < 0,001$ ; d.f. = 2). Multiple Mittelwertsvergleiche mit t-Tests zeigten, dass die Silbenstartzeiten sich bei den Patienten mit deutlichen und den Patienten ohne Artikulationsstörungen signifikant unterschieden ( $p < 0,005$ ;  $t = -3,46$ ; d.f. = 40,16). Ein signifikanter Unterschied bestand ebenso zwischen den Patienten mit leichten und den Patienten mit deutlichen artikulatorischen Auffälligkeiten ( $p < 0,02$ ;  $t = -2,61$ ; d.f. = 49,99), jedoch nicht zwischen leichtgradig auffälligen und unauffälligen Patienten. Die Silbendauer der sechsten Silbe betrug bei den Patienten mit deutlichen Artikulationsstörungen im Mittel 158 ms (SD: 30 ms), bei den Patienten mit leichten Artikulationsstörungen 138 ms (SD: 35 ms) und bei den artikulatorisch unauffälligen Patienten 135 ms (SD: 20 ms). Die ANOVA zeigte, dass diese Werte sich signifikant unterschieden ( $F < 0,001$ ; d.f. = 2); t-Tests zeigten, dass signifikante Unterschiede zwischen Patienten mit unauffälliger und deutlich beeinträchtigter Artikulation ( $p < 0,001$ ;  $t = -3,86$ ; d.f. = 37,14) sowie zwischen Patienten mit leichtgradigen und deutlichen Beeinträchtigungen bestanden ( $p < 0,05$ ;  $t = -2,32$ ; d.f. = 57,58), jedoch nicht zwischen artikulatorisch leicht auffälligen und unauffälligen Patienten.

Im MODIAS-Modul «Nachsprechen von Sätzen» kann für jede einzelne Silbe der Sätze eine Bewertung vergeben werden. Besonders am Ende des Satzes («Ute kann die \_\_\_ bekommen») traten häufige Verschmelzungen

auf (/bəkəmən/→/bəkəm/), bei denen es sich jedoch um akzeptable artikulatorische Ökonomisierungen handelt. Das am häufigsten vergebene phonetische Merkmal war die phonetische Entstellung. Aufgeteilt nach dem Schweregrad der Artikulationsstörung machten die artikulatorisch unauffälligen Patienten im Median 0 phonetische Entstellungen (Mittelwert: 0,176; SD: 0,467), die artikulatorisch leichtgradigen Patienten machten im Median ebenfalls 0 phonetische Entstellungen (Mittelwert: 0,516; SD: 0,724) und die artikulatorisch deutlich auffälligen Patienten machten im Median 2 phonetische Entstellungen (Mittelwert: 7,448; SD: 10,312). In Bezug auf die Artikulation zeigte der Kruskal-Wallis-Test, dass sich die drei Gruppen signifikant unterschieden ( $p < 0,001$ ). Eine Reihe von Mann-Whitney-U-Tests bestätigte signifikante Unterschiede zwischen allen drei Gruppen (in allen Fällen  $p < 0,005$ ). Eine ähnliche Verteilung wurde für die Variable Verständlichkeit gefunden (in allen Fällen  $p < 0,02$ ). Für den Schweregrad der Hypernasalität zeigte der Kruskal-Wallis-Test signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen ( $p < 0,001$ ). Multiple Mittelwertsvergleiche mit Mann-Whitney-U-Tests bestätigten signifikante Unterschiede zwischen den Patienten mit deutlicher Hypernasalität und normaler nasaler Resonanz ( $p < 0,002$ ) sowie zwischen Patienten mit deutlicher Hypernasalität und Patienten mit leichter Hypernasalität ( $p < 0,002$ ). Ein statistisch bedeutsamer Unterschied in Bezug auf die Zahl phonetischer Entstellungen konnte jedoch nicht gefunden werden zwischen den Gruppen mit normaler nasaler Resonanz und leichtgradiger Hypernasalität. Ein vergleichbares Muster konnte für die Variable Sprechauffälligkeit gefunden werden (in allen Fällen  $p < 0,002$ ). Für die Variable Sprachauffälligkeit ergab der Kruskal-Wallis-Test keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen.

In einem letzten Schritt wurde schliesslich der statistische Zusammenhang zwischen der vorliegenden Spaltform und den apparativen Messergebnissen durch eine Korrelationsanalyse überprüft. Es ergaben sich lediglich geringgradige statistische Zusammenhänge zur benötigten Gesamtzeit (0,2084;  $p > 0,02$ ), zur Startzeit der fünften Silbe (0,2197;  $p < 0,01$ ), zur Startzeit der sechsten Silbe (0,2260;  $p < 0,01$ ) und zur Dauer der fünften Silbe (0,2282;  $p < 0,02$ ). Dies bedeutet, dass die Patienten mit unilateralen LKG-Spalten in der Tendenz langsamer sprachen als die Patienten mit Lippen-Kiefer-Spalten, und die Patienten mit bilateralen LKG-Spalten wiederum tendenziell langsamer sprachen als die beiden anderen Gruppen.

## 4. Diskussion

### 4.1. Perzeptive Analyse

Vor dem Hintergrund der hohen Intra-Rater- bzw. Inter-Rating-Reliabilität scheint uns die Vorgehensweise, die perzeptiven Bewertungen durch einen einzigen Hörer vornehmen zu lassen, für die Zwecke dieser Untersuchung angemessen und ausreichend. Da meistens nur 1 oder 2 Hörer in einem LKG-Team die perzeptuelle Beurteilung vornehmen, reflektiert diese Vorgehensweise die klinische Realität adäquat. Die von uns durchgeführte doppelte Einschätzung der Patienten in einem komplexen Bewertungsschema durch einen erfahrenen Hörer ergibt eine stringente klinische Klassifikation. Die Alternative zu diesem Verfahren wäre eine Einschätzung der Patienten nach einem vereinfachten Schema durch ein Team von 4 oder mehr Hörern gewesen. Dieses Verfahren wäre aufgrund der höheren Objektivität zu bevorzugen gewesen. Allerdings können Hörerteams bei einem komplexeren Bewertungs-

schema wie in unserer Untersuchung schon durch die Aufgabenstellung überfordert sein und zu uneinheitlichen Ergebnissen kommen [32]. Mit unserer relativ groben Untersuchung beanspruchen wir weiterhin keine Vergleichbarkeit mit einer detaillierten phonetischen Analyse. Die Untersuchungsprozedur ist jedoch ausreichend für eine zuverlässige Gruppeneinteilung der Patienten. Die Validität unserer Beurteilungen sehen wir durch die hohe Übereinstimmung mit den Ergebnissen der apparativen Analyse bestätigt.

### 4.2. Artikulatorische Diadochokinese

Beim MODIAS-Modul «Artikulatorische Diadochokinese» bewährte sich die mittlere Silbenrate in Hertz als bester Indikator für den allgemeinen Schweregrad der Artikulationsstörung und der weiteren Sprechauffälligkeiten. Die Messungen mit MODIAS bestätigten so die Ergebnisse der perzeptiven Klassifikation. Interessant ist weiterhin der Befund, dass sich keine signifikant unterschiedlichen Gruppenmittelwerte für den Faktor Hypernasalität nachweisen liessen. Dies bestätigt die oft gemachte Beobachtung, dass trotz der in der perzeptiven Analyse gefundenen mittelgradigen Korrelation zwischen den beiden Variablen das Ausmass der Artikulationsstörung keine direkte Funktion des Grades der Hypernasalität ist [33]. Rhythmische Komponenten suprasegmentaler Organisation scheinen bei Palatolalie nicht betroffen zu sein. Der Sprechrhythmus der Patienten war auch bei Vorliegen schwerer palatolalischer Artikulation regelmässig und flüssig, so dass die Pertubationsmasse, die MODIAS in Form einer Reihe linearer Trends berechnet, nicht zwischen den Patientengruppen differenzierten.

Die von MODIAS zur Datenanalyse vorgenommene Normalisierung des Signals er-

wies sich in diesem Teil der Untersuchung als Problem, da die Lautstärken der Silbenkerne und Silbengrenzen nur in relativen Massen angegeben werden. Bei hypernasaler Sprache sind die dynamischen Schwankungen zwischen Maxima und Minima im Lautheitsmodell eingeschränkt. Abbildung 2 zeigt ein Beispiel für die Produktion eines deutlich hypernasalen Sprechers im Vergleich zur Produktion des gleichen Stimulus durch einen artikulatorisch unauffälligen Sprecher in Abbildung 1. Beim Vergleich der durchschnittlichen Differenz der Silbenkernlautheiten zu den Silbengrenzlautheiten könnte hier ein systematischer Unterschied erwartet werden, der sich jedoch beim Vergleich der linearen Trends und Standardabweichungen der Silbengrenzlautheiten nicht zeigt. Eine Ergänzung der Auswertungsroutine um durchschnittliche absolute Lautheit der Silbenkerne und Silbengrenzen in Dezibel wäre wünschenswert.

#### 4.3. Nachsprechen von Sätzen

Beim MODIAS-Modul «Nachsprechen von Sätzen» zeigten sich die Unterschiede zwischen palatolalischen Sprechern und Sprechern mit regelrechter Artikulation in der zeitlichen Realisierung der Sätze. Patienten mit ausgeprägten palatolalischen Störungen brauchten zur Realisierung des gesamten Satzes signifikant länger. Die Startzeiten der beiden Silben des Zielwortes waren signifikant später, und die Silbendauern waren länger. Die Palatolalie hat demnach einen verlangsamenden Effekt auf die durchschnittliche Sprechgeschwindigkeit der Patienten. Die Beobachtung, dass die Anzahl der phonetischen Entstellungen bei Patienten mit deutlichen Sprechauffälligkeiten signifikant höher ist, war erwartet worden und kann als Bestätigung der perzeptiven Einschätzung der Spontansprache interpretiert werden.

## 5. Schlussfolgerungen

In der Einleitung wurde die Frage gestellt, ob kompensatorische palatolalische Artikulation eine alternative, aber gleichermassen effektive Form der Artikulation ist oder ob sie auch in quantitativen Aspekten als der regulären Artikulation unterlegen anzusehen ist. Zur Entscheidung dieser Frage wurde eine Analyse der Sprechgeschwindigkeit bei LKG-Patienten in Relation zu verschiedenen Graden von Artikulationsstörungen vorgenommen, um zu untersuchen, ob sich bei einem Vorliegen palatolalischer Lautentstellungen die Sprechgeschwindigkeit reduziert. Vor dem Hintergrund der dargestellten Ergebnisse aus der automatisierten Analyse mit den beiden MODIAS-Programmen kann die Frage nun dahingehend beantwortet werden, dass palatolalische Artikulation auch in quantitativer Hinsicht weniger effektiv ist als die reguläre Sprachlautbildung. Eine hohe artikulatorische Auffälligkeit führt bei LKG-Patienten zu einer signifikanten Verlangsamung der Sprechgeschwindigkeit. Dies zeigt sich sowohl in der signifikant niedrigeren durchschnittlichen Silbenzahl pro Sekunde bei der schnellen Silbenviederholung wie auch bei der signifikant längeren benötigten Gesamtzeit beim Nachsprechen der Testsätze und dem signifikant späteren Start des Zielwortes.

Die sprachtherapeutische Artikulationstherapie bei palatolalischen Patienten führt durch den Erwerb der korrekten Artikulationsmuster zunächst in der Regel zu einer weiteren Verschlechterung der Sprechgeschwindigkeit, da die Sprachlaute zunächst ungewohnt sind und nur langsam automatisiert werden. Es wäre eine interessante Fragestellung für zukünftige Forschung, ob sich langfristig, wenn sich die vom Patienten subjektiv empfundene artikulatorische Effizienz verbessert, auch die durchschnittliche Sprechgeschwindigkeit erhöht.

## Literatur

- 1 Witzel M: Speech evaluation and treatment. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am* 1991;3:501.
- 2 Dalston R: Communication skills of children with cleft lip and palate; in Bardach J, Morris H: *Multidisciplinary Management of Cleft Lip and Palate*. Philadelphia, Saunders, 1990, p 746.
- 3 Peterson-Falzone S: A cross-sectional analysis of speech results following palate closure; in Bardach J, Morris H: *Multidisciplinary Management of Cleft Lip and Palate*. Philadelphia, Saunders, 1990, p 750.
- 4 Stengelhofen J: Nature and causes of communication deficits; in Stengelhofen (ed): *Cleft Palate: Nature and Remediation of Communication Problems*. Edinburgh, Churchill-Livingston, 1989, p 1.
- 5 Godbersen G: Das Kind mit Lippen-Kiefer-Gaumenspalte. *Laryngorhinootologie* 1997;76:562.
- 6 Mühler G: Beurteilung der Sprache von Lippen-Kiefer-Gaumen-Segelspaltenrägern. *HNO-Prax* 1983;8:127.
- 7 Vrticka K: Nasalität und Näseln. *ORL Highlights* 1995;2:8-10.
- 8 Harding A, Grunwell P: Characteristics of cleft palate speech. *Eur J Disord Commun* 1996;31:331.
- 9 Trost J: Articulatory additions to the classical description of the speech of persons with cleft palate. *Cleft Palate* 1981;18:3.
- 10 Wulff J, Wulff H: Sprachliche, funktionelle und psychosoziale Entwicklungsschäden bei Patienten mit Lippen-Kiefer-Gaumenspaltenformen und ihre Beseitigung; in Pfeifer G, Pirsig W, Wulff J, Wulff H (Hrsg): *Lippen-Kiefer-Gaumenspalten*. München, Reinhardt, 1981, p 135.
- 11 Crystal D: *Die Cambridge-Enzyklopädie der Sprache*. Frankfurt a.M., Campus, 1995.
- 12 Ackermann H, Gröne B, Hoch G, Schönle P: Speech freezing in Parkinson's disease: A kinematic analysis of orofacial movements by means of electromagnetic articulography. *Folia Phoniatr Logop* 1993;45:84.
- 13 Ackermann H, Hertrich I, Hehr T: Oral diadochokinesis in neurological dysarthrias. *Folia Phoniatr Logop* 1995;47:15.
- 14 Kent R, Sufit R, Rosenbeck J, Kent J, Weismer G, Martin R, Brooks B: Speech deterioration in amyotrophic lateral sclerosis: A case study. *J Speech Hear Res* 1991;34:1269.
- 15 Ziegler W, Wessel K: Rapid syllable repetition in cerebellar disorders. *Mov Disord* 1992;(suppl 1):38.
- 16 Heller K, Levy J, Sciuuba J: Speech patterns following partial glossectomy for small tumors of the tongue. *Head Neck* 1991;13:340.
- 17 Thoonen G, Maassen B, Wit J, Gabreels F, Schreuder R: The integrated use of maximum performance tasks in differential diagnostic evaluations among children with motor speech disorders. *Clin Phonet Linguist* 1996;10:311-336.
- 18 Ackermann H, Hertrich I: Speech rate and rhythm in cerebellar dysarthria: An acoustic analysis of syllabic timing. *Folia Phoniatr Logop* 1994;46:70.
- 19 Hertrich I, Ackermann H: Acoustic analysis of speech timing in Huntington's disease. *Brain Lang* 1994;47:182.
- 20 Maier R, Sahler N: Untersuchungen zur Zeitstruktur pathologischer Sprachproduktion. *Folia Phoniatr Logop* 1996;48:51.
- 21 Ziegler W, Hartmann E, Hoole P: Syllabic timing in dysarthria. *J Speech Hear Res* 1993;36:683.
- 22 Gay T: Mechanisms in the control of speech rate. *Phonetica* 1981;38:148.
- 23 Westbury J, Dembowski J: Articulatory kinematics of normal diadochokinetic performance. *Annu Bull Res Inst Logop Phoniatr* 1993;27:13.
- 24 Tiffany W: The effect of syllable structure on diadochokinetic and reading rates. *J Speech Hear Res* 1980;23:894.
- 25 Ziegler W, Wessel K: Speech timing in ataxic disorders: Sentence production and rapid repetitive articulation. *Neurology* 1996;47:208.
- 26 Merk M, Ziegler W: MODIAS: A PC-based system for routine analysis of neurogenic speech disorders; in Maassen B, Groenen P (eds): *Clinical Phonetics and Linguistics II*. London, Whurr, im Druck.
- 27 Bressmann T, Merk M, Sader R, Ziegler W, Horch H-H: Computergestützte akustische Sprechanalyse bei Patienten mit Lippen-Kiefer-Gaumenspalten. *Biomed Tech* 1997;42(suppl 2):93.
- 28 Horch H-H: *Lippen-Kiefer-Gaumenspalten*; in Horch H-H (Hrsg): *Praxis der Zahnheilkunde, Bd 10/II. Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie II*, Aufl 3. München, Urban & Schwarzenberg, 1998, p 19.
- 29 Bressmann T, Sader R, Awan S, Busch R, Zeilhofer H-F, Brockmeier J, Horch H-H: Nasalanzmessung mit dem NasalView bei der Therapiekontrolle von Patienten mit Lippen-Kiefer-Gaumenspalten. *Sprache Stimme Gehör* 1998;22:98.
- 30 Bressmann T, Sader R, Merk M, Ziegler W, Busch R, Horch H-H: Perzeptive und apparative Untersuchung der Stimmqualität bei Patienten mit Lippen-Kiefer-Gaumenspalten. *Laryngorhinootologie* 1998;77:700.
- 31 Wendler J: Stimmstörungen: Schwerpunkte der Diagnostik und Therapie. *Laryngorhinootologie* 1997;76:327.
- 32 Nellis J, Neiman G, Lehman J: Comparison of nasometer and listener judgements of nasality in the assessment of velopharyngeal function after pharyngeal flap surgery. *Cleft Palate* 1992;29:157.
- 33 McWilliams B, Morris H, Shelton R: *Cleft Palate Speech*, ed 2. Philadelphia, Decker, 1990.