

Erprobung des audiovisuellen Feedbackprogramms CoKo (computergestützter Sprechkorrektor) in der Sigmatismustherapie

Evaluation of the Audio-Visual Feedback Programme CoKo (Computer-Aided Speech Corrector) in Sigmatism Therapy

Autoren

A. Römer¹, K. Willmes², B. J. Kröger³

Institute

¹ Studiengang Lehr- und Forschungslogopädie, RWTH Aachen University

² Lehr- und Forschungsgebiet Neuropsychologie, RWTH Aachen University

³ Klinik für Phoniatrie, Pädaudiologie und Kommunikationsstörungen, RWTH Aachen University

Schlüsselwörter

- Sigmatismus
- computergestützte Therapie
- Biofeedback
- Akustik
- Spektralanalyse

Key words

- sigmatism
- computer-aided therapy
- biofeedback
- acoustics
- spectral analysis

Zusammenfassung

In der logopädischen Therapie werden zunehmend computergestützte, akustisch basierte Biofeedbackverfahren eingesetzt. Ziel der vorliegenden Studie ist es, die Sensitivität des computergestützten Sprechkorrektors CoKo [1] zur Differenzierung von Kindern mit und ohne Sigmatismus (Sensitivitätsstudie) und des weiteren die Anwendbarkeit und Integration dieses Biofeedbackprogramms in die Sigmatismustherapie (Praktikabilitätsstudie) zu überprüfen. In der Sensitivitätsstudie wurden Kurzzeitspektren stationärer /s/-Produktionen mit den Ergebnissen einer auditiven Beurteilung verglichen (n=21, 13 männlich, 8 weiblich, 5;0–7;3 J.). Die Praktikabilitätsstudie erfolgte, indem das computergestützte Biofeedbackverfahren als Bestandteil in die Therapie eines Kindes (männlich, 6;3 J., 10 Therapiesitzungen) integriert wurde. Die Sensitivitätsstudie zeigte, dass anhand der Spektren eine Differenzierung von auffälligen bzw. unauffälligen Kindern bezüglich ihrer /s/-Lautproduktion möglich ist. Die Praktikabilitätsstudie ergab, dass das Programm positiv unterstützend in der Sigmatismustherapie eingesetzt werden kann.

Abstract

Computer-aided, acoustic-based biofeedback programmes are increasingly employed in speech therapy. The aim of this study is to examine whether the computer-based speech corrector CoKo [1] can differentiate between children with and without sigmatism (sensitivity study). Furthermore, the possibility to integrate and apply this biofeedback programme in sigmatism therapy (practicability study) is assessed. In the sensitivity study, the short-time spectra of stationary /s/-phoneme productions were compared with the results of an auditory diagnostic assessment (n=21, 13 male, 8 female, 5;0–7;3 years). The feasibility trial with one child (male, 6;3 years, 10 sessions) was carried out via integration of the computer-aided biofeedback method as part of speech therapy. The sensitivity study showed that, based on the spectra, a discrimination between symptomatic and asymptomatic children with regard to articulation of the phoneme /s/ is possible. The practicability study showed that the programme could be used profitably in assisting sigmatism therapy.

Lernziel

Der Leser soll einen Einblick in das computergestützte Biofeedbackprogramm CoKo erhalten und über die Ergebnisse und Erfahrungen bezüglich der Programmerprobung in der Sigmatismustherapie informiert werden.

Einleitung

Computergestützte Therapie

Studien zur Nutzung von Computerprogrammen in der logopädischen Therapie kommen zu der Schlussfolgerung, dass Computerprogramme die

traditionellen Therapieverfahren zwar nicht ersetzen, bei einer sinnvollen Einbindung in die Therapie aber durchaus förderlich für deren Erfolg [2–5] und die Therapiemotivation [6–8] sein können.

Non-Feedback-Programme Computergestützte Verfahren lassen sich in Biofeedback- und Non-Feedback-Programme unterteilen. Bei den Non-Feedback-Programmen werden dem Patienten beispielsweise Items visuell und/oder akustisch präsentiert. Er kann so seine eigene Artikulation aufgrund dieser normierten Vorgaben bewerten und gegebenenfalls verändern (z.B. Spechtrai-

Bibliografie

DOI 10.1055/s-0029-1242742

Sprache · Stimme · Gehör
2009; 33: 186–192

© Georg Thieme Verlag KG
Stuttgart · New York
ISSN 0342-0477

Korrespondenzadresse

A. Römer

Talstrasse 37
07743 Jena
alix.r@gmx.de

ner [9, 10]). Eine weitere Möglichkeit stellt die akustische Präsentation des Ziel- und Ersatzlautes zur Schulung des auditiven Wahrnehmungskanal (z. B. „Zisch Mal“ Quatschmuschel [11], Audiolog [12]) dar.

Biofeedback-Programme Im Gegensatz zu den Non-Feedback-Programmen erhält der Patient bei den Biofeedback-Programmen eine direkte visuelle und/oder akustische Rückmeldung der eigenen Sprachproduktion (z. B. Sprechspiegel [5, 13], LingWaves Theralabia [14], CoKo [1]) und zwar entweder durch die akustische Wiedergabe der eigenen Lautproduktion, welche in einigen Fällen zusätzlich mit einer normierten Lautproduktion verglichen werden kann, oder durch die visuelle Umsetzung der eigenen Produktion in eine geeignete optische Form. Diese optische Präsentation der Sprachproduktion kann auf direktem oder indirektem Weg stattfinden. Beim indirekten Weg erfolgt eine abstrakte Umwandlung des auditiven Sprachsignals. Im Falle des Sprechspiegels wird eine gute Artikulation durch den Flug eines Pelikans angezeigt [13]. Bei der direkten visuellen Umsetzung des Sprachsignals kommen Spektren und Spektrogramme zum Einsatz (z. B. LingWaves Theralabia [14], CoKo [1]). Die Abbildung der Lautproduktion in einem Spektrum ermöglicht eine quasi-statische Analyse des Ziellautes. Spektrogramme dienen hingegen auf Silben-, Wort- und Satzebene zur dynamischen Darstellung der Artikulation.

Praxisalltag Im Praxisalltag haben sich bisher eher die Non-Feedback-Programme durchgesetzt, da es bei den Biofeedback-Programmen häufig Probleme aufgrund der eingeschränkten technischen Umwandlung des sprachlichen Inputs gab. Wegen der stetig verbesserten Audio-Signalverarbeitung bei Kopfhörer-Mikrofonsystemen und besonders wegen der Entwicklung von computerunabhängigen Analog-Digital- und Digital-Analog-Systemen (USB-Headsets mit abgestimmten ADDA-Wandlern) in den letzten Jahren ist es nun von Interesse, die bestehenden Biofeedback-Programme erneut zu betrachten.

Computerprogramme können traditionelle Therapieverfahren zwar nicht ersetzen, sie aber sinnvoll ergänzen. Bei den computergestützten Verfahren unterscheidet man Biofeed- und Non-Feedback-Programme.

Der Sigmatismus und seine Therapie

Die beschriebenen computergestützten Verfahren eignen sich alle als Ergänzung für die Therapie kindlicher Artikulationsstörungen. Bei diesen kindlichen Artikulationsstörungen ist der Sigmatismus, also die gestörte /s/-Lautbildung, sehr häufig [15, 16]. Erklärbar ist das hohe Auftreten dieser Störung durch die Komplexität der Artikulation des /s/-Lautes [15, 17]. Je nach Art der Fehlbildung wird der Sigmatismus in verschiedene Unterformen unterteilt. Der Sigmatismus interdentalis bildet die größte Gruppe [18]: Die Zunge liegt bei der Lautproduktion zwischen den unteren und den oberen Schneidezähnen, es entsteht ein unscharfer und stumpfer Klang [19]. Eine sehr etablierte Form der Sigmatismustherapie ist die klassische Artikulationstherapie (KA) nach van Riper und Irwin (1963). Die Behandlung gliedert sich hier in drei Bereiche: Förderung der auditiven Wahrnehmung, Förderung der orofazialen Funktionen und Aneignung des Lautsystems. Der Therapieaufbau erfolgt hierarchisch über Laut-, Silben-, Wort- und Satzebene bis hin zur Diskursebene



Abb. 1 Oben: Beispiel einer normalen /s/-Lautproduktion im Spektrum (x-Achse: Frequenz, y-Achse: Lautstärkendynamik), Unten Mitte: Vollerblühte Blume als Bewertungs-Feedback für gelungene Artikulation.

[20]. Die Effektivität der KA zur Behandlung des Sigmatismus konnte durch verschiedene Studien belegt werden [21–22].

Eine ergänzende Möglichkeit, die Motivation des Kindes in der klassischen Artikulationstherapie zu steigern, kann durch die Integration computergestützter Therapieprogramme erreicht werden.

Das Programm CoKo (computergestützter Sprechkorrektor)

CoKo ist ein computergestütztes audiovisuelles Biofeedbackverfahren, das sich besonders für die Artikulationstherapie von Kindern und Jugendlichen mit Sprech- und/oder Hörschädigungen eignet [23]. Die akustische Analyse des Sprachsignals ist psychoakustisch motiviert [1, 24]. Die visuelle Darstellung gehaltener Laute erfolgt in Form von Spektren, die Darstellung von Silben, Wörtern oder Sätzen in Form von Spektrogrammen. Mittels dieses Programms können Vokale und Frikative auf den verschiedenen sprachlichen Ebenen geübt werden.

Aufgabe und Bewertung Auf der Ebene des ausgehaltenen Lautes muss das Kind beispielsweise durch die Veränderung der Stellung der Artikulationsorgane versuchen, die dynamischen Linien innerhalb einer vorgegebenen Normkurve zu halten. In **Abb. 1** ist ein möglicher Verlauf des Spektrums bei der korrekten /s/-Lautproduktion dargestellt. Ab der Silbenebene erfolgt die Darstellung in Form von Spektrogrammen. Das Kind hat nun die Möglichkeit, seine eigene Lautproduktion mit einer Normstimme visuell und akustisch zu vergleichen. Eine weitere Feedbackmöglichkeit bietet das „Bewertungs“-Icon der Blume (**Abb. 1**). Die Qualität der eigenen Aussprache wird durch das Erblühen der Blume ersichtlich. Je stärker die Blume erblüht, desto besser ist die Aussprache. Die Entwickler des Programms CoKo haben es sich zum Ziel gemacht, die Spektren und Spektrogramme, die in den einzelnen Übungen vorkommen, so darzustellen, dass ein Kind diese gut interpretieren kann, es jedoch nicht zu einer Einbuße der qualitativen Darstellung kommt [1].

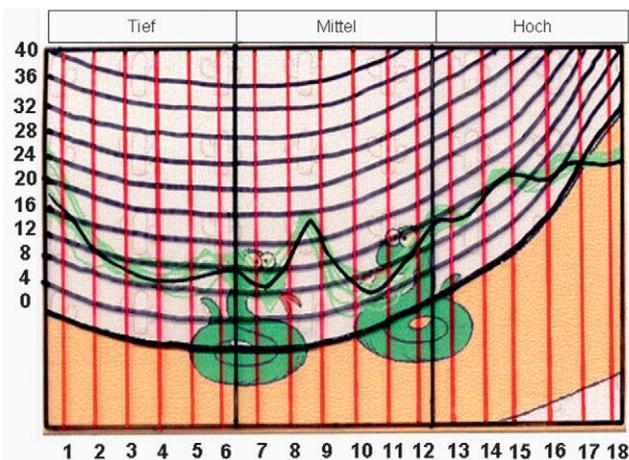


Abb. 2 Mess-Schablone für Spektrum des ausgehaltenen Lautes /s/, x-Achse: tiefe, mittlere und hohe Frequenzen unterteilt in 18 Frequenzpunkte, y-Achse: Abweichungen parallel zur Normkurve in mm. Das Beispiel zeigt eine mögliche Abbildung des Sigmatismus interdentalis.

Studienziel Es ist Ziel der in diesem Beitrag beschriebenen Studie zu überprüfen, ob das Programm CoKo erstens auf der Ebene ausgehaltener Laut sensitiv genug ist, Kinder mit und ohne Sigmatismus zu unterscheiden (Sensitivitätsstudie) und ob es zweitens in der Sigmatismustherapie praktikabel ist (Praktikabilitätsstudie).

Die Sensitivitätsstudie



Hypothesen

Es wurde überprüft, ob die im Programm CoKo als Hintergrundbild für das Spektrum des /s/ festgelegte Kurve (Normkurve, **Abb. 1**) ein geeignetes Instrument für die Differenzierung der auffälligen bzw. unauffälligen Artikulation dieses Lautes ist.

Es wurde erwartet, dass ein Kind ohne Befund im Durchschnitt minimale oder keine Abweichungen von der Normkurve zeigt. Kinder mit einem Sigmatismus zeigen Abweichungen, die mit dem Ausmaß der Störung zunehmen.

Methodik

Probanden An der Studie nahmen 21 Kindergartenkinder im Alter von 5;0–7;3 Jahren teil. Auswahlkriterium war eine anzunehmende Bereitschaft zur Mitarbeit und keine logopädische Vorbehandlungen bezüglich des Sigmatismus.

Durchführung Die Testung der Kinder fand einzeln und innerhalb einer Sitzung in einem akustisch geeigneten Raum statt. Der Laut /s/ wurde anhand einer Spielzeugschlange spielerisch eingeführt.

Auditive Diagnostik Die Überprüfung des Lautbestandes erfolgte durch den Untertest Phonologie der patholinguistischen Diagnostik (Kauschke & Siegmüller 2002). Anschließend fand eine Beurteilung der Artikulation, bezogen auf das Vorliegen und die Art des Sigmatismus statt.

Akustische Messungen Anschließend wurde das Programm CoKo hinzugezogen. Da es bei der Sensitivitätsprüfung nicht um

das Programm CoKo als Feedback-Hilfsmittel, sondern um die Überprüfung der Normkurveinteilung ging, hatten die Kinder bei der /s/-Lautproduktion keine Einsicht auf den Bildschirm. Durch Handzeichen erfolgte die Aufforderung zur Lautproduktion. Nach 2s wurde die dynamische Spektraldarstellung per Stoptaste angehalten. Pro Kind wurden 6 Aufzeichnungen mit jeweils 8 Kurzzeitspektren pro Aufzeichnung gemacht (**Abb. 1**). Jede Aufzeichnung entspricht einer Aufnahme über ein Zeitfenster von 80 ms, also 10 ms pro Kurzzeitspektrum.

Auswertung Die 8 Kurzzeitspektren pro Aufzeichnung wurden visuell gemittelt (Mittelwertskurven). Danach wurden die Abweichungen der Mittelwertskurve von der Normkurve mithilfe einer geeigneten Messschablone (**Abb. 2**) gemessen. Folgende Kriterien lagen der Mess-Schablone zugrunde: Die y-Achse der Normkurve wurde in die 3 Frequenzbereiche tief, mittel und hoch eingeteilt (tief: ~100–850 Hz, mittel: ~850–2600 Hz, hoch: ~2600–7700 Hz, siehe **Abb. 2**). Diese Bereiche wurden nochmals in 6 weitere äquidistante Abschnitte unterteilt. Die Messung der Abweichung auf der x-Achse fand im 2 mm Abstand anhand zur Normkurve parallel verlaufender Linien statt. Pro Messung ergab dies eine Ermittlung möglicher Abweichungen mit einer horizontalen Auflösung von 2 mm an 18 verschiedenen Frequenzpunkten. Zur weiteren statistischen Analyse wurden Mittelwerte und Standardabweichungen der gewonnenen Rohdaten berechnet. Diese Werte stellen relative Abweichungen in mm dar, die Abweichungen in dB entsprechen.

Die Gruppenvergleiche wurden getrennt für die drei Frequenzbereiche (tief, mittel, hoch) mit dem nicht-parametrischen Kruskal-Wallis Test ausgeführt. Zusätzlich wurde jeweils der Test von Jonckheere und Terpstra auf monotonen Trend in den Gruppenmittelwerten angeschlossen. Die Berechnung erfolgte mit dem Programmpaket SPSS17.

Ergebnisse

Auditive Diagnostik Die Überprüfung des Lautes /s/ ergab für 11 Kinder keinen Befund. Bei 5 Kindern wurde ein addentaler Sigmatismus und bei fünf weiteren ein interdentaler Sigmatismus diagnostiziert.

Akustische Messungen Es zeigte sich, dass die subjektive Diagnostik der Kinder mit den per Computer gewonnenen Abweichungen von der Normkurve übereinstimmte (**Abb. 3**). Die Kinder ohne Befund wichen im Mittelwert nicht oder nur gering von der Normkurve ab. Das Maß der Streuung war gering (**Tab. 1**). Bei den Kindern mit einem addentalen Sigmatismus zeigten sich im Durchschnitt leichte bis mittlere Abweichungen. Die Streuung war im Vergleich zu den unauffälligen Kindern stärker. Die größten Abweichungen von der Normkurve ergaben sich für die 5 Kinder mit interdentalen Sigmatismus. Auch die Streuung der Abweichungen war bei dieser Gruppe am stärksten (**Tab. 1**).

Die subjektive auditive Diagnostik des Sigmatismus stimmte mit den per Computer gewonnenen Abweichungen von der Normkurve überein.

Der nicht-parametrische Kruskal-Wallis Test zeigte für alle 3 Frequenzbereiche (tief, mittel, hoch) sowohl für den Mittelwert

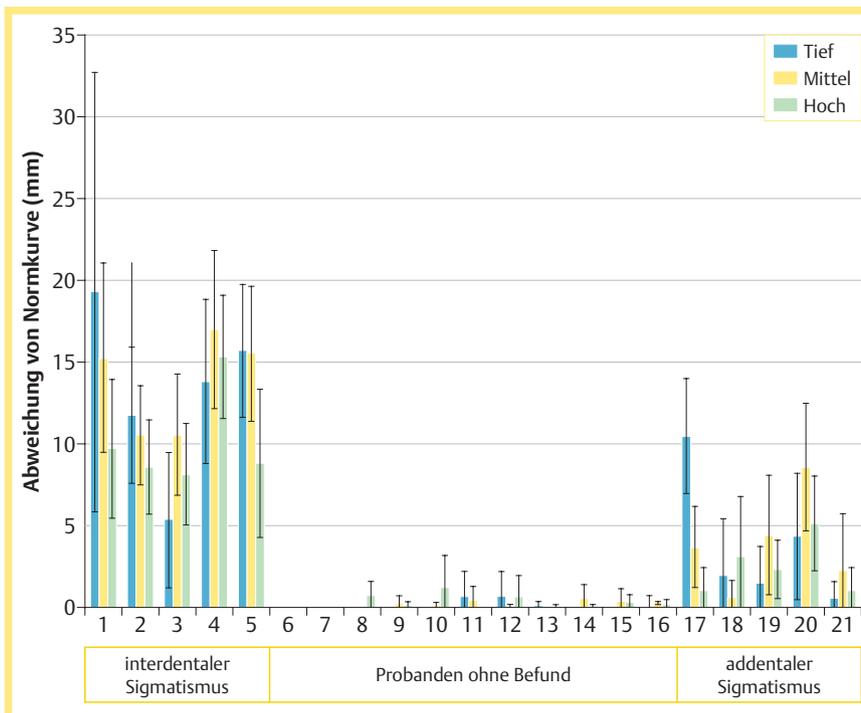


Abb. 3 Abweichungen von der Normkurve (y-Achse) für die Probanden mit interdentalen oder addentalem Sigmatismus sowie der Kinder ohne Befund (x-Achse). Getrennte Darstellung der Abweichungen für alle 21 Kinder in den tiefen, mittleren und hohen Frequenzbereichen (siehe Text).

Tab. 1 Abweichungen von der Normkurve des ausgehaltenen Lautes /s/ für die 3 Gruppen von Kindern; angegeben sind jeweils Mittelwert (Standardabweichung) sowie Median (Minimum-Maximum) der tiefen, mittleren und hohen Frequenzbereiche.

Gruppe		Tiefe Frequenzen		Mittlere Frequenzen		Hohe Frequenzen	
Normal n = 11	Mittelwert (s)	0,13	(0,27)	0,17	(0,18)	0,30	(0,40)
	Md (Min-Max)	0	(0–0,70)	0,11	(0–0,50)	0,11	(0–1,20)
Addental n = 5	Mittelwert (s)	3,74	(4,0)	3,88	(2,99)	2,50	(1,71)
	Md (Min-Max)	1,94	(0,5–10,40)	3,67	(0,60–8,60)	2,29	(1,0–5,1)
Interdental n = 5	Mittelwert (s)	13,16	(5,18)	13,74	(3,04)	10,08	(2,96)
	Md (Min-Max)	13,78	(5,30–19,30)	15,22	(10,50–17,0)	8,79	(8,10–15,30)

wie für die intraindividuelle Standardabweichung einen signifikanten Unterschied zwischen den 3 Gruppen von Kindern (alle $p < 0,001$). Der zusätzlich ausgeführte Jonkheere-Terpstra-Test auf monotonen Trend zeigte bezüglich der Variable „Gruppe“ einen signifikanten monotonen Anstieg im Grad der Abweichung (alle $p < 0,001$, einseitig).

Die Praktikabilitätsstudie

In der Praktikabilitätsstudie wurde das Programm CoKo für den Laut /s/ an einem Einzelfall in der Sigmatismustherapie erprobt. Es wurde anhand ausgewählter Kriterien die Nutzung des Programms beschrieben.

Methodik

Der Proband Der Junge war zu Studienbeginn 6;3 Jahre alt und wurde vom Kinderarzt zu einer logopädischen Therapie überwiesen. Er erfüllte die festgelegten Ein- und Ausschlusskriterien: Zunächst musste die Diagnose phonetische Störung mit dem Sigmatismus als primäres Behandlungsziel gegeben sein und es durften kein peripherer Hörverlust, keine zentral auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsschwäche (ZAVWS) sowie keine myofunktionelle Störung vorhanden sein. Des Weiteren sollten gravierende sprachliche und kognitive sowie motorische Beeinträchtigungen

ausgeschlossen werden. Eine logopädische Vorbehandlung durfte bisher nicht stattgefunden haben.

Durchführung Vor Beginn der 10 Therapiesitzungen wurde eine umfassende Eingangsdiagnostik durchgeführt.

Eingangsdiagnostik Zunächst wurde abgesichert, dass das Kind die Kriterien zur Teilnahme an der Studie erfüllt. Die Einschätzung der kognitiven und motorischen Fähigkeiten fand lediglich beobachtungsdiagnostisch und anhand der Antworten der Mutter aus dem ausführlichen Anamnesegespräch statt. Die Abklärung des Hörvermögens erfolgte über die Beurteilung eines aktuellen Hörtests. Dieser war als unauffällig zu werten, wenn der mittlere Hörverlust 10dB nicht überschreitet [25]. Zum Ausschluss einer ZAVWS wurde der Mottiertest (1951) abgenommen, ein Instrument zur Grobklassifizierung einer ZAVWS [26]. Zur Erfassung des phonetisch-phonologischen Inventars wurde der Untertest Phonologie aus der patholinguistischen Diagnostik nach Kauschke und Siegmüller (2002) durchgeführt, die weiteren sprachlichen Fähigkeiten durch eine Spontansprachaufnahme analysiert. Das mundmotorische Screening fand in Anlehnung an A. Kittel (2004) statt.

Therapie Der Studienzeitraum wurde auf 10 Therapieeinheiten à 45 min pro Woche festgelegt. Die Therapie war an die KA nach van Riper angelehnt. Zusätzlich wurde pro Sitzung in einer Einheit von ca. 10 min das Programm CoKo angewandt. Die Gewichtung der Bereiche Förderung der auditiven Wahrnehmung, Förderung der orofazialen Funktionen und Aneignung

des Lautsystems variierte je nach Bedarf leicht von Sitzung zu Sitzung, wobei aber versucht wurde, den Ablauf der Sitzung annähernd gleich zu halten.

Nach jeder Sitzung wurde der Verlauf der Therapie unter Berücksichtigung ausgewählter Kriterien (z.B. Motivation, visuelles Feedback) dokumentiert.

Da das Programm CoKo von seinem Aufbau an die KA angelehnt ist [23], konnten die einzelnen Übungen genau auf den aktuellen Behandlungsstand abgestimmt werden.

Ergebnisse

Diagnose Die Auswertung der Eingangsuntersuchung ergab einen interdentalen Sigmatismus mit orofazialer Dysfunktion. Zusätzlich wurde ein leichter Schetismus diagnostiziert. Dieser war dem Therapiekind bisher nicht bewusst und wurde somit als sekundäres Behandlungsziel festgelegt. Die Ergebnisse des Mottiertests waren überdurchschnittlich gut (Rohwert von 23 Punkten), die sprachliche Entwicklung, sowie Kognition und Motorik altersgerecht. Der Hörtest war ohne Befund.

Therapieverlauf Im Verlauf der 10 Sitzungen wurde die korrekte Lautproduktion bis auf Satzebene gefestigt. Das Feedbackprogramm CoKo wurde ab der 2. Therapiesitzung auf der Ebene des ausgehaltenen Lautes /s/ eingesetzt und im Verlauf der Therapie bis zur Satzebene erprobt.

Beschreibung des Einsatzes des Computerprogramms in der Therapie

Feedback Im Verlauf der Therapie stellte sich heraus, dass das Kind sehr unterschiedlich auf die verschiedenen Formen des Feedbacks reagierte.

Auditives Feedback Das auditive Feedback konnte ab der Stufe der Lautverbindungen gewählt werden. Das Kind konnte das Zielitem von einer Musterstimme vorgesprochen bekommen und diese im Anschluss an seine Lautproduktion mit der eigenen Aufnahme seiner Artikulation vergleichen. Diese Form des Feedbacks verwendete das Kind sehr gerne. Es gelang ihm, seine eigene Artikulation adäquat zu beurteilen und nach dem Abgleich mit der Musterstimme positiv zu verändern.

Visuelles Feedback Die visuelle Rückmeldung erfolgte über 2 verschiedene Wege. Zum einen gab es im Programm die Möglichkeit, die eigene Produktion in Form eines kindgerechten Spektrogramms darzustellen und diese, ab der Ebene der Lautverbindungen, mit einer Normdarstellung zu vergleichen. Zusätzlich verfügte das Programm über eine Bewertung der Äußerung in Form eines Blumentopfes, welcher je nach Qualität der Äußerung eine Pflanze in unterschiedlichen Wachstumsstadien zeigte (vgl. [Abb. 1](#)).

Der Abgleich der Normdarstellung mit der eigenen Produktion im Spektrogramm fiel dem Kind schwer. Eine relativ genaue Übereinstimmung konnte, trotz (subjektiv empfundener) stetig verbesserter Artikulation, nur selten erreicht werden.

Je komplexer die Items waren, desto geringer die Übereinstimmung. Die visuelle Rückmeldung über die Blume nutzte das Kind sehr gerne. Es konnte mithilfe der Blume die verschiedenen Abstufungen seiner Artikulation wahrnehmen und im Verlauf der The-

rapie diese Abstufungen auch angemessen beschreiben. Auf Satzebene war es dem Kind, im Vergleich zur Silben- und Wortebene, aber kaum möglich, die Blume vollständig erblühen zu lassen. Das Erblühen der Blume und die Übereinstimmung der beiden Spektrogramme erfolgten nur, wenn die Normstimme bezüglich ihrer Artikulation als auch bezüglich ihres Aussprachetempos imitiert wurde.

Verständlichkeit des Programms Nach einer kurzen Einführung konnte der Patient die Anforderungen der einzelnen Übungen gut erfüllen. Durch den redundanten Ablauf der Übungsteile gewann er schnell Sicherheit im Umgang mit dem Programm.

Motivation Das Kind hatte von Anfang an große Freude an der Arbeit mit CoKo. Es verweigerte sich nie und wollte meist aus der eigenen Motivation heraus mit dem Programm arbeiten. Die eigene Stimme zu hören war eine neue und offensichtlich sehr positive Erfahrung.

Einziges demotivierendes Element war die „Strenge“ des visuellen Feedbacks bei der Silben-, Wort- und Satzproduktion. Trotz von der Therapeutin gut empfundener Leistung kam oftmals eine negative Rückmeldung (die Blume erblühte nicht oder das Normbild wich sehr stark von der Patientendarstellung ab).

Die stärkste Motivation konnte durch das Erblühen der Blume und den Vergleich der eigenen Stimme mit der Normstimme erzielt werden.

Integration in die KA Das Programm ließ sich aufgrund seines hierarchischen Aufbaus, welcher sich deutlich am Verlauf einer KA orientiert, sehr gut in die Therapie integrieren. Die Arbeit war auf Laut-, Silben-, Wort und Satzebene möglich und konnte je nach Bedarf unterschiedlich stark genutzt werden.

Diskussion



Zur Sensitivitätsstudie

Die von der Therapeutin gestellten Diagnosen bezüglich der /s/-Lautbildung standen in einem direkten Zusammenhang mit den Ergebnissen der Lautproduktion der Kinder im Programm CoKo für den ausgehaltenen Laut /s/. Kinder ohne Befund blieben im Durchschnitt innerhalb des Normbereiches, während sich auffällige Kinder im Mittel außerhalb dieses Bereiches befanden.

Es kann bestätigt werden, dass die von den Programmentwicklern [1] festgelegten Dynamik- und Frequenzbereiche der Normkurve gelungene Kriterien für die Unterscheidung von Kindern mit und ohne Sigmatismus sind.

Zur Praktikabilitätsstudie

Die Arbeit mit dem Programm CoKo zeigte, dass das komplexe visuelle Feedback in Form des Spektrums des ausgehaltenen Lautes /s/, das auditive Feedback und das einfache visuelle Bewertungs-Feedback durch die Blume für das Kind sehr geeignete Feedbackformen waren. Es konnte seine Lautproduktion schnell selbst einschätzen und positiv verändern. Besonders die Bewertung durch das Erblühenlassen der Blume motivierte das Kind

sehr stark, seine Lautproduktion zu verändern. Die Blume als Feedback war zwar für das Kind sehr hilfreich, unklar sind hier aber die gewählten Bewertungskriterien, d. h. wann die Blume in welchem Ausmaß erblüht. Somit entscheidet die Einteilung der Programmentwickler bei dieser Form des Feedbacks über das Ausmaß der Rückmeldung an das Kind. Ob sich solche Abstufungen überhaupt adäquat festlegen lassen, erscheint fraglich.

Optimierung des Feedback Die dargestellten Spektrogramme ermöglichen eine sehr genaue Analyse der Lautproduktion und scheinen im Vergleich zu anderen Programmen, z. B. LingWaves Theralabia [14], wesentlich kindgerechter gestaltet. Allerdings war auch diese optisch vereinfachte Form für das Kind nur schwer zu erfassen. Es müsste eine weitere Reduzierung der Informationsdichte und Sensitivität stattfinden. Hierbei gilt es besonders, bei Items auf Silben-, Wort- und Satzebene den zeitlichen Aspekt zu beachten, da eine Tempovariation des Kindes nicht zwangsläufig eine auffällige Aussprache bedeuten muss. Dieser Eindruck wurde aber teilweise durch das visuelle Feedback vermittelt. Zu einer positiven Rückmeldung kam es nur, wenn das Sprachtempo der Musterstimme eingehalten wurde, dies war besonders auf der Satzebene nur schwer zu erreichen.

Motivation des Probanden Wie unter anderem auch Günther und Hautvast [22] berichten, ist die Motivation ein ausschlaggebendes Kriterium für den Therapieerfolg.

Der Wunsch, mit dem Programm zu arbeiten, war über die gesamte Therapiezeit hinweg vorhanden. Somit kann, wie bei [2–5] bereits beschrieben, bestätigt werden, dass der Computer einen positiven Einfluss auf den Erfolg der Therapie hat.

In diesem Einzelfall zeigte die Verwendung des Biofeedbackprogramms eine eindeutig positive Wirkung auf die Motivation des Kindes.

Programmoptimierung Wünschenswert wäre es, die gewonnenen Daten innerhalb des Programms abspeichern zu können. Bisher gehen sie nach der Beendigung des Standbildes verloren. Diese Datenspeicherung wäre beispielsweise für eine Dokumentation des Therapieverlaufs von Nutzen. Eine weitere Optimierung des computergestützten Sprechkorrektors wäre die Darstellung des Programms im Vollbildmodus; bisher ist es nur in einem Drittel des Monitorbereiches abzuspielen.

Fazit

Den Entwicklern von CoKo ist es gelungen, ein technisch ausgereiftes Programm mit einer ansprechenden grafischen Darstellung zu produzieren. Die Arbeit mit dem Programm wirkt sich motivierend auf die Mitarbeit des Kindes aus. Besonders die Anbahnung auf Lautebene durch die Übung „ausgehaltener Laut“ kann als gelungen eingestuft werden. Allgemein zeigt sich, dass Spektrogramme als Biofeedbackmethode sehr anspruchsvoll in ihrer Interpretation sind. Diesbezüglich hat CoKo im Vergleich zu anderen Programmen schon einen wichtigen Schritt bezüglich der kindgerechteren Darstellung gemacht, eine Weiterentwicklung und eine Vereinfachung der Darstellungsform wären wünschenswert.

Zur Person



Alix Römer beendete 2004 ihre Ausbildung zur Logopädin in Karlsruhe. Anschließend absolviert sie den Studiengang Lehr- und Forschungslogopädie an der RWTH Aachen, den sie im Dezember 2009 als Diplom-Logopädin abschließt. Während des Studiums arbeitete sie in 2 logopädischen Praxen im Kreis Aachen. Die in diesem Beitrag in Auszügen vorgestellte Studie entstand im Rahmen ihrer Diplomarbeit.



Prof. Dr. Klaus Willmes-von Hinkeldey absolvierte 1969–1979 sein Mathematik- und Psychologiestudium an der RWTH Aachen, promovierte 1987 an der Universität Trier und habilitierte sich 1994 an der Universität Bielefeld im Fach Psychologie. Er ist Professor für Neuropsychologie an der RWTH Aachen und Leiter des Lehr- und Forschungsgebietes Neuropsychologie an der Neurologischen Klinik. Forschungsschwerpunkte: Numerische Kognitionsforschung, Aphasie- und Aufmerksamkeitsforschung.



Prof. Dr. Bernd J. Kröger absolvierte von 1979 bis 1985 sein Physikstudium an der Universität Münster (Dipl.-Phys.), promovierte 1989 und habilitierte sich 1997 an der Universität zu Köln im Fach Phonetik bei Univ.-Prof. Dr. Georg Heike (Direktor des Instituts für Phonetik der Universität zu Köln). Bis 1998 arbeitete er am Institut für Phonetik der Universität zu Köln als wissenschaftlicher Assistent mit dem Schwerpunkt artikulatorische und akustische Phonetik. 1999 bis 2001 war er als Gastprofessor am Institut für Deutsche Sprache und Linguistik der Humboldt-Universität zu Berlin und am Zentrum für Allgemeine Sprachwissenschaft (ZAS) in Berlin tätig. Seit 2001 ist er wissenschaftlicher Angestellter an der Klinik für Phoniatrie, Pädaudiologie und Kommunikationsstörungen des Universitätsklinikums Aachen (Direktorin: Univ.-Prof. Dr. med. Christiane Neuschaefer-Rube) und außerplanmäßiger Professor an der medizinischen Fakultät der RWTH Aachen.

Literatur

- 1 Vicsi K, Hacki T. Computergestützter Sprechkorrektor mit audiovisueller Selbstkontrolle für artikulationsgestörte und hörbehinderte Kinder. *Sprache Stimme Gehör* 1996; 20: 141–145
- 2 Rouss M, Drautzburg M. Sprechtraining mit ‚visible speech‘: Entwicklung und Evaluierung eines neuen Systems. *Folia Phoniatria* 1990; 42: 184–200
- 3 Weniger D, Weber C. Computergestützte Therapieverfahren in der Logopädie: Mehr als nur ein modischer Trend? *Sprache Stimme Gehör* 1992; 11: 11–14
- 4 Harnischmacher C. Eine Evaluationsstudie zur auditiven Wahrnehmungsförderung durch computergestützte Lernsituation bei sprachbeeinträchtigten Kindern. *Die Sprachheilarbeit* 2001; 46: 164–169

- 5 Neuschaefer-Rube C, Angerstein W, Klajman S. Einsatz des „SpeechViewer II“ zum Stimmtraining bei Stimmlippenpareesen. *Laryngo Rhino Otol* 1994; 73: 492–495
- 6 Vicsi K et al. A Multimedia, Multilingual Teaching and Training System for Children with speech disorders. *International Journal of speech technology* 2000; 3: 289–300
- 7 Vicsi K, Szaszák G. Distinctive training methods and Evaluation of a Multilingual, Multimodal Speech Training System SPECO. 15th ICPHS Barcelona 2003
- 8 Wren Y. Software and Speech – A review of software in phonology therapy. *International Journal of Language and Communication Disorders* 2001; 36 (Suppl): 487–492
- 9 Kröger Bj. Ein visuelles Modell der Artikulation. *Laryngo Rhino Otol* 2003; 82: 402–407
- 10 Kröger Bj. Visuelle Animation der Artikulation als Therapiehilfe bei Sprechstörungen: Eine neurophonetische Begründung. *Sprache Stimme Gehör* 2009; 33: 179–185
- 11 Quatschmuschel „Zisch mal!“ 2006. Interaktive Lernspiele. www.quatschmuschel.de
- 12 Flexoft Education 2005, Audilog 3.0 www.flexoft.de/software/ausiolog/audiolog-uebersicht.htm
- 13 Lauer N. Zentral-auditive Verarbeitungsstörungen im Kindesalter – Grundlagen-Klinik-Diagnostik-Therapie. 2. Aufl., Stuttgart: Thieme; 2001
- 14 LingCom 2006, LingWaves Theralabia. www.logopaedinfo.de/bcs/software.htm
- 15 Böhme G. Sprach-, Sprech-, Stimm- und Schluckstörungen Bd. 1: Klinik, 4. Aufl. München: Urban & Fischer 2003
- 16 Fox AV. Kindliche Aussprachestörungen – Phonologischer Erwerb, Differenzialdiagnostik, Therapie. Idstein: Schulz Kirchner; 2003
- 17 Kittel AM. Myofunktionelle Therapie. Idstein: Schulz Kirchner; 2004
- 18 Honová J, Jindrab P, Pešák J. Analysis of Articulation of Fricative Praealveolar Sibilant “s” in Control Population. *Biomed Papers* 2003; 147: 239–242
- 19 Peuser G, Winter S. Lexikon zur Sprachtherapie. München: Wilhelm Fink; 2000
- 20 Ripper C van. Speech Correction: Principles and methods. NewYork: Englewood Cliffs, Prentice Hall; 1963
- 21 Powell T, Elbert M, Miccio A et al. Facilitating /s/ produktion in young children: an experimental evaluation of motoric and conceptuel treatment approaches. *Clinical Linguistics and Phonetics* 1998; 12: 127–146
- 22 Günther T, Hautvast S. Ergänzung der klassischen Artikulationstherapie durch Kontingenzmanagement und Shared-Decision-Making: Eine Therapieeffektstudie. *Sprache Stimme Gehör* 2009; 33: 9–15
- 23 Vicsi K, Hacki T. Handanweisung zum CoKo Sprechkorrektor 2004
- 24 Zwicker E. Psychoakustik. Berlin: Springer; 1982, S. 40–67
- 25 Löwe A. Kinder-Audiometrie – Eine Einführung aus pädagogischer Sicht. Berlin: Marold; 1974
- 26 Leurpendeur A, Weikert M, Fuhrmann J et al. Diagnostik der auditiven Wahrnehmungs- und Verarbeitungsstörung. Ein pragmatisches Konzept aus der phoniatischen-logopädischen Praxis. *Logos Interdisziplinär* 2006; 2: 113–121