

Therapie von neurogenen und kindlichen Sprechstörungen mit dem PC-Programm „Speech Trainer“

Julia Funk, Susanne Montanus, Bernd J. Kröger

Zusammenfassung

Die Veranschaulichung komplexer artikulatorischer Bewegungsabläufe ist fester Bestandteil der Therapie von neurogenen und kindlichen Sprechstörungen. PC-gestützte Verfahren kommen dabei bisher kaum zum Einsatz. Mit der kostenfreien Software „Speech Trainer“ wird eine neue Vermittlungstechnik vorgestellt, die Artikulation und Koartikulation mit Hilfe dynamischer Animationen transparent macht. In zwei Fallstudien werden erste empirische Nachweise zur Wirksamkeit von Speech Trainer vorgestellt. In der Sprechapraxietherapie wurde Speech Trainer bei einer Patientin mit schwerer, chronischer Sprechapraxie erprobt. In der Artikulationstherapie wurde Speech Trainer bei Vorschul- und Schulkindern eingesetzt. Die Ergebnisse sprechen dafür, dass

1. die Darstellungen am Speech Trainer für die untersuchten Probanden gut nachvollziehbar und für das eigene Sprechen nutzbar sind und
2. Speech Trainer ein wirksames therapeutisches Hilfsmittel zur Modellierung artikulatorischer Bewegungsabläufe ist.

SCHLÜSSELWÖRTER: Sprechstörungen – PC-gestützte Therapie – Sprechapraxie – kindliche Artikulationsstörung – Artikulationsmodell – Vermittlungstechnik – Visualisierung

Einleitung

Sprechen ist eine vergleichsweise komplexe wie überlernte motorische Fertigkeit des Menschen. Einzelne Komponenten des flüssigen Sprechens entziehen sich daher weitgehend der bewussten Kontrolle (vgl. Ziegler, 2003). Das wird Patienten mit Sprechstörungen zum Problem, bei denen dieser Mechanismus noch nicht oder nicht mehr reibungslos funktioniert. Innerhalb der logopädischen Therapie werden oftmals direkte Therapieansätze angewendet, um eine bewusste sprechmotorische Kontrolle zu ermöglichen. Je nach Methode werden unterschiedliche Vermittlungstechniken eingesetzt, die den Patienten eine möglichst konkrete Vorstel-

lung von Artikulationsbewegungen geben sollen. Durch diese zusätzliche sensorische Stimulierung soll das sprechmotorische System stabilisiert bzw. sollen artikulatorische Repräsentationen wieder zugänglich gemacht werden. Es werden meist verhaltenstherapeutische Maßnahmen und technische Hilfsmittel kombiniert. Tab. 1 stellt dar, wie die Vermittlungstechniken eingeteilt werden können.

Biofeedback-Verfahren funktionieren nach dem Prinzip, dass der akustische bzw. kinematische Output des Sprechers unmittelbar rückgemeldet wird, z. B. umgewandelt als visuelles Signal auf dem Monitor. Das Ziel besteht in der Veranschaulichung komplexer artikulatorischer Phänomene und der Förderung der Eigenwahrnehmung. Der Markt



Dipl.-Log. Julia Funk

absolvierte ihre Logopädieausbildung 1997-2000 in Aachen und schloss bis 2005 das Studium der Lehr- und Forschungslogopädie an der RWTH Aachen an. Neben dem Studium arbeitete sie zunächst in einer logopädischen Praxis, dann auf der Neuro-psychologischen Therapiestation der Aachener Uniklinik. Dort war sie u.a. für den Bereich der PC-gestützten Sprachtherapie verantwortlich. Derzeit ist sie in einer Kölner Klinik für neurologische Frührehabilitation beschäftigt mit dem Arbeitsschwerpunkt neurogene Sprach-, Sprech- und Schluckstörungen.



Dipl.-Log. Susanne Montanus

absolvierte ihre Ausbildung zur Logopädin von 1997 bis 2000 in Kaiserslautern. Im Anschluss daran studierte sie Lehr- und Forschungslogopädie an der RWTH Aachen. Neben dem Studium arbeitete sie in einer logopädischen Praxis hauptsächlich im Bereich Kindersprache und beschäftigte sich in ihrer Diplomarbeit mit dem Einsatz des Speech Trainers in der Artikulationstherapie bei Kindern. Seit Februar 2005 ist sie in der Neurologischen Klinik Bad Aibling als Sprach- und Schlucktherapeutin tätig.



Prof. Dr. Bernd J. Kröger

absolvierte 1979 bis 1985 sein Physikstudium an der Universität Münster, promovierte 1989 und habilitierte sich 1997 an der Universität zu Köln im Fach Phonetik. Bis 1998 arbeitete er dort als wissenschaftlicher Assistent mit dem Schwerpunkt artikulatorische und akustische Phonetik. 1999 bis 2001 war er als Gastprofessor an der Humboldt-Universität zu Berlin tätig. Seit 2001 ist er wissenschaftlicher Angestellter am Universitätsklinikum Aachen und außerplanmäßiger Professor an der RWTH Aachen.

23.01.06 Je

Tab.1: Einteilung der Vermittlungstechniken in der Artikulationstherapie

Biofeedback zur Artikulation	Modellierung der Artikulation
Nicht-technische Hilfsmittel z.B. Spiegel	Phonetic Placement / Multimodale Phonetische Stimulation verbale / visuelle / taktil-kinästhetische / gestische / rhythmische Hilfen, z.B. Mundbilder
PC-gestützte Verfahren <ul style="list-style-type: none"> • z.B. EPG (Elektropalatographie, vgl. <i>Hardcastle & Gibbon</i>, 1997); • EMA (Elektromagnetische Artikulographie, vgl. <i>Gröne et al.</i>, 1992); • Sprechspiegel III (<i>IBM</i>, 1996) 	PC-gestützte Verfahren <ul style="list-style-type: none"> • z.B. 3-D-Modell „Baldi“ (<i>Massaro & Light</i>, 2004); • Speech Trainer (<i>Kröger</i>, 2003)

für PC-gestützte Biofeedback-Verfahren ist aufgrund hoher Entwicklungskosten bisher stark begrenzt.

Modellierungs-Verfahren beruhen auf dem Prinzip des imitatorischen Lernens, wobei die therapeutische Vorgabe als Ideal-Modell fungiert. Bei neurogenen Sprechstörungen werden Modellierungstechniken unter dem Sammelbegriff „Phonetic Placement“ zusammengefasst, bei denen unterschiedliche sensorische Modalitäten im Vordergrund stehen (vgl. Tab. 1) (vgl. *McNeil et al.*, 1997; *Van der Merwe*, 1997). Übergeordnetes Ziel ist die Fazilitierung von Sprechbewegungen, indem der komplexe artikulatorische Bewegungsablauf strukturiert und transparent gemacht wird.

In der Artikulationstherapie bei Kindern erfolgt die Lautanbahnung im Sinne einer multimodalen phonetischen Stimulation unter Einbeziehung der auditiven, taktil-

kinästhetischen und visuellen Merkmale eines Lautes (vgl. *Flossmann et al.*, 2001). Dazu stehen unterschiedliche Methoden wie indirekte (spielerische Erarbeitung über Vorstellungsbilder und Imitation), direkte (Imitation, Ableitungsmethoden) und passive (Hilfsmittel wie Spatel etc.) Verfahren zur Verfügung. Das PC-Programm „Speech Trainer“ stellt eine direkte, passive Methode zur Lautanbahnung dar, die über den visuellen Sinneskanal im Rahmen der multimodalen phonetischen Stimulation bei der Lautanbahnung wichtige phonetische Merkmale vermitteln kann.

PC-gestützte Modellierungs-Verfahren spielen in der Artikulationstherapie bisher eine untergeordnete Rolle. Die Entwicklung PC-gestützter Modelle, die das komplexe Zusammenspiel artikulatorischer Bewegungskomponenten authentisch und anschaulich darstellen, ist sehr aufwendig. Ne-

ben Speech Trainer sei als weitere, technisch weit entwickelte Software das 3-D-Modell „Baldi“ genannt (*Massaro & Light*, 2004), das bisher in der Hörgeschädigtenförderung eingesetzt wird. Trotz des potentiell hohen therapeutischen Nutzens kommen PC-gestützte Modellierungs-Verfahren bisher kaum zur Anwendung, und demzufolge sind auch empirische Wirksamkeitsnachweise selten zu finden.

Das Ziel der vorliegenden Fallstudien bestand darin, die Einsetzbarkeit des PC-Programms Speech Trainer als technisches Hilfsmittel in der Therapie bei unterschiedlichen Artikulationsstörungen empirisch zu untersuchen. Im Erwachsenenbereich wurde Speech Trainer im Rahmen der Sprechpraxietherapie erprobt, im Kinderbereich im Rahmen der Artikulationstherapie.

Das PC-Programm „Speech Trainer“

Das PC-Programm Speech Trainer (*Kröger*, 2003) ist ein visuelles Modell der Artikulation zur Veranschaulichung artikulatorischer und koartikulatorischer Bewegungsabläufe. Das Programm dient dem Aufbau einer bewussten, räumlich-zeitlichen Vorstellung von Sprechbewegungen. Dabei sollen Patienten insbesondere für schlecht einsehbare, hintere Strukturen und Bewegungen sensibilisiert werden. Speech Trainer kann als visuelle Vermittlungstechnik innerhalb von spezifischen, multimodalen Therapiekonzepten zur Behandlung von Sprechstörungen eingesetzt werden.

Programmfunktionen

Mit Speech Trainer lässt sich Artikulation in verschieden komplexer Weise darstellen. Zum einen kann die Form und Beweglichkeit der einzelnen Artikulatoren sprachunabhängig gezeigt werden. Bei Bedarf können einzelne Strukturen markiert sowie die Darstellung des Mediosagittalschnitts vereinfacht werden. Zum anderen können mittels Symbolen des Internationalen Phonetischen Alphabets beliebig lange sprachliche Einheiten eingegeben werden (vgl. Abb. 1).

Das Programm wandelt die Eingabe in eine animierte Filmsequenz um, die in unterschiedlichen Geschwindigkeiten abgespielt werden kann. Items können nach phonetischen Kriterien individuell in Listen zusammengestellt werden. Der Therapeut kann entweder synchron zur visuellen Animation



Abb. 1: Eingabefenster des PC-Programms Speech Trainer.

mitsprechen oder Programmfunktionen zur Vertonung neuer Listeneinträge nutzen (vgl. Kröger, 2001).

Darstellung von Artikulation und Koartikulation

Speech Trainer zeichnet sich durch hohe Realitätsnähe aus. Die mediasagittalen Schnittbilder beruhen auf fMRT-Daten eines Normsprechers. Die Animationen werden nach artikulatorischen Ablaufplänen berechnet, in denen räumliche und zeitliche Aspekte der Bewegung spezifiziert sind. Koartikulatorische Bewegungen sind in der Animation integriert, wie sich anhand Abb. 2 zeigen lässt.

Es sind zwei Standbilder der Silben [ba:] und [bi:] zu sehen. Der Lippenschluss für den bilabialen Plosiv /b/ ist jeweils gleich dargestellt. Der Übergang zum darauffolgenden Vokal erfolgt unterschiedlich: bei der Silbe [ba:] werden Zunge und Unterkiefer bereits während der Lippenannäherung und der Gaumensegelanhebung abgesenkt; bei der Silbe [bi:] dagegen erfolgt synchron zum Lippenschluss eine Anhebung und Vorverlagerung von Zungenrücken und Unterkiefer.

Den therapeutischen Nutzen von Speech Trainer veranschaulichen folgende Fallstudien.

Speech Trainer in der Sprechapraxietherapie: Fallstudie 1

Methodik

Der Studie von *Gotto* (2004) liegt folgende Frage zugrunde: Eignet sich Speech Trainer grundsätzlich dazu, um bei Sprechapraxiepatienten eine Verbesserung der Sprechplanung zu erzielen? Da es sich bei Speech

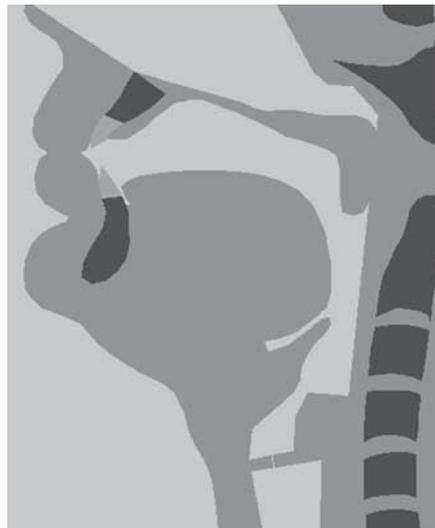


Abb. 2: Standbilder aus dem PC-Programm Speech Trainer innerhalb der Animationen für die Silben [ba:] (links) und [bi:] (rechts)

Trainer um ein Hilfsmittel und nicht um ein eigenständiges Therapiekonzept handelt, lässt sich dessen Wirksamkeit nicht isoliert, sondern nur im Zusammenhang mit einer bestimmten Therapiemethode evaluieren. Im vorliegenden Fall wurde ein individuelles, segmentorientiertes Therapiekonzept mit dem Ziel erstellt, die bewusste sprechmotorische Kontrolle zu verbessern. Die Wirksamkeit von Speech Trainer wurde anhand folgender Hypothese überprüft: Ist Speech Trainer effektiv, dann sollte es nach der Therapie möglich sein, artikulatorische Bewegungsmuster allein aufgrund des visuellen Cues (der Speech Trainer-Animation) zu identifizieren und die entsprechenden Sprechbewegungen adäquat zu realisieren.

Die Studie wurde mit einer 47-jährigen Patientin (R.B.) mit schwerer, chronischer Broca-Aphasie und Sprechapraxie durchgeführt. In den sprechmotorischen Leistungen von R.B. zeigte sich ein inkonstantes und inkonsequentes Fehlermuster bei herausragenden Schwierigkeiten mit initialen

Konsonantenclustern. Die Patientin setzte kompensatorische Kommunikationsstrategien adäquat ein und wies ein unauffälliges neuropsychologisches Profil auf. Die Sprechapraxietherapie wurde über sieben Wochen inhaltlich unabhängig von der sprachsystematischen Therapie täglich eine Stunde lang durchgeführt (insgesamt 24 Therapiesitzungen). Das Therapiekonzept lehnt an die Methode der Phonetischen Kontrastierung an (*Wertz et al., 1984*) und beinhaltet als Kern die Kontrastierung einfacher vs. komplexer Strukturen auf Silbenebene (CV vs. CCV; CCV vs. CCCV im Anlaut). Tabelle 2 verdeutlicht den Aufbau der Therapiestunden.

In der Trainingsphase wurden die Zielstrukturen mittels multimodalem Input geübt. Die Items wurden jeweils visuell (Speech Trainer, Mundbild), auditiv (synchrones Mitsprechen) und orthographisch (Schriftkarten) dargeboten. Die Einbeziehung des taktil-kinästhetischen Kanals erfolgte durch die Einteilung des Ansatzrohrs in drei Artikulationszonen (vorne, mittig, hinten), denen die Zielstrukturen jeweils zugeordnet werden sollten. Zu Beginn jeder Stunde wurde das Kontrastpaar auf Phonemebene eingeführt.

Das eigentliche Training geschah auf Silbenebene, indem die Zielstrukturen in Kombination mit den fünf primären Kardinalvokalen im Kontrast geübt wurden, und zwar hinsichtlich den Kriterien Komplexität (z.B. CV vs. CCV) und Vokalqualität (z.B. /-a:/ vs. /-e:/). Im Anschluss wurden die zehn erarbeiteten Silben in je zwei Fazilitierungswörtern verankert, d.h. in für R.B. relativ zuverlässig abrufbare Schlüsselwörter.

Tab. 2: Ablaufmuster einer Sprechapraxie-Therapiestunde mit Speech Trainer

Training	
Einführen	Kontrastierung auf Phonemebene, z.B. /f/ vs. /fp/
Einüben	Kontrastierung auf Silbenebene, z.B. /pa:/ vs. /ʃpa:/, /pa:/ vs. /pe:/, /ʃpa:/ vs. /ʃpe:/ etc.
Stabilisieren	Verankerung in Fazilitierungswörtern, z.B. /ʃpa:/ → Spaß, sparen
Kontrolle	
Silbenebene	Verbale Realisierung der geübten Silben nach rein visueller Darbietung am Speech Trainer
Wortebene	Nachsprechen der geübten Fazilitierungswörter

23.01.06 Je

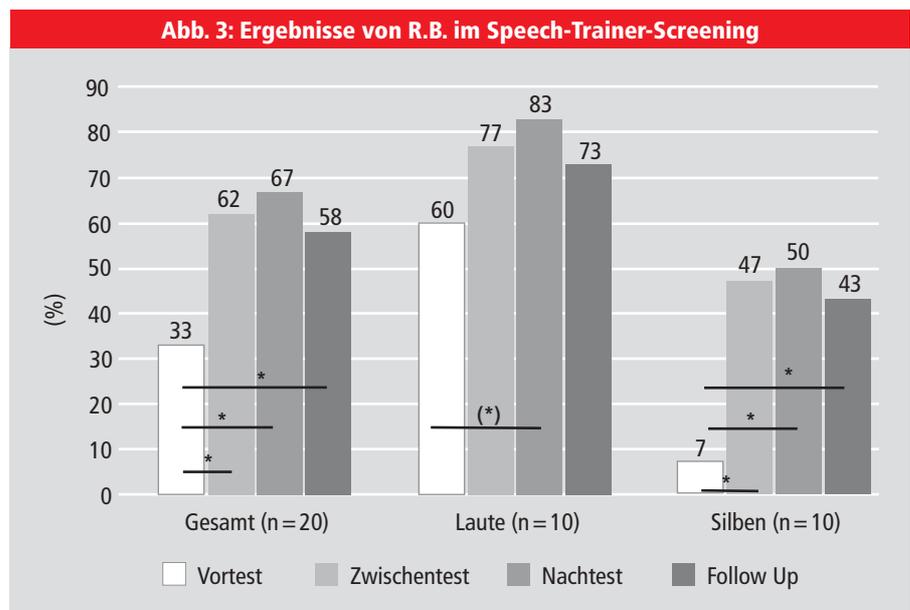
Am Ende jeder Stunde wurde kontrolliert, inwiefern die erarbeiteten Strukturen sicher reproduziert werden konnten. Zunächst wurden die Silben in randomisierter Reihenfolge rein visuell am Speech Trainer dargeboten und sollten von der Patientin verbalisiert werden. Abschließend sollten die Fazilitierungswörter in randomisierter Reihenfolge nachgesprochen werden. Für die Studie wurde ein A/B-Design mit einfachem Phasenwechsel gewählt. Die sprachlichen, sprechmotorischen und neuropsychologischen Fähigkeiten von R.B. wurden in Vor-, Zwischen- und Nachtest sowie nach ca. dreimonatiger Therapiepause in einer Follow-up-Untersuchung erhoben. Im Folgenden werden einige ausgewählte Ergebnisse vorgestellt und diskutiert.

Ergebnisse

Insgesamt zeigte sich bei R.B. ein erfreulicher Therapieverlauf. Die *verbal-kommunikativen Fähigkeiten* wurden mit dem ANELT (Amsterdam Nijmegen Everyday Language Test, vgl. *Blomert & Buslach, 1994*) gemessen, in dem die verbale Bewältigung von Alltagssituationen erfasst wird. Hier zeigten sich im Vergleich von Vor- zu Nachtest überzufällige Leistungsverbesserungen. Die Patientin befand sich demnach trotz der Chronizität ihrer Störung in sprachlicher Hinsicht auf keinem Lernplateau. Die *sprechmotorischen Fähigkeiten* wurden mit mehreren, teils selbst erstellten Screenings erhoben. Im Speech-Trainer-Screening sollte die Patientin entsprechend der o.g. Hypothese trainierte und untrainierte Laute und Silben nach rein visueller Darbietung am Speech Trainer erkennen und verbal realisieren. In dieser Leistung konnte sich R.B. signifikant und stabil verbessern.

Abb. 3 zeigt, dass die Leistungen sowohl auf Laut- als auch auf Silbenebene kontinuierlich ansteigen und bis zum Follow-up-Test nur statistisch unwesentlich abfallen. Der größte Leistungszuwachs ist bei komplexen Bewegungsmustern auf Silbenebene zu verzeichnen, also jenen Strukturen, die auch in der Therapie anvisiert wurden. Es ist der Patientin gelungen, sich den „visuellen Code“ der Speech-Trainer-Darstellung nutzbar zu machen, und zwar über das reine Auswendiglernen trainierter Animationen hinausgehend.

Anhand des Phonologie-Screenings (*Huber & Singhof, 2002*) wurde das Nachsprechen systematisch bei allen Lauten und Lautverbindungen des Deutschen abgeprüft, d.h. auf Laut- und Wortebene in allen



Vergleich im zeitlichen Verlauf vom Vortest bis zum Follow-Up-Test. Signifikanz-Werte nach dem Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test einseitig¹.

möglichen Wortpositionen. Dabei wurde die Stimulierbarkeit der Items (n=472) untersucht, sprich wie viele Hilfen beim direkten und verzögerten Nachsprechen benötigt wurden. Die wichtigsten Ergebnisse beinhalten:

► Sowohl Items mit einfachen Lauten als auch mit Clustern (CCV und [C]CCC-Strukturen) verbessern sich im Vergleich von Vor- zu Nachtest signifikant (Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test einseitig). Das Ausmaß an Verbesserungen ist jedoch bei CC-Strukturen signifikant höher als bei einfachen C-Strukturen (Mann-Whitney-U-Test zweiseitig). In der Follow-up-Untersuchung wurden nur komplexe Strukturen nochmals untersucht; die Leistungen blieben dabei stabil. Parallel zu den Ergebnissen des Speech-Trainer-Screenings gelingt R.B. auch beim Nachsprechen besonders die Realisierung komplexer Artikulationsbewegungen signifikant besser.

► Sowohl bei trainierten als auch untrainierten Strukturen kommt es im Vergleich von Vor- zu Nachtest zu einem signifikanten Leistungsanstieg (Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test einseitig). Komplexe Artikulationsbewegungen konnten demnach nicht nur angebahnt, sondern auch stabilisiert und generalisiert werden.

► Aufgrund der besonderen Schwierigkeiten von R.B. bei initialen Clustern wurden nur Strukturen in initialer Wortposition trainiert. Im Phonologie-Screening zeigen sich im Vergleich von Vor- zu Nachtest signifikante Verbesserungen in allen Wort-

positionen (Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test einseitig). Gegebenenfalls konnte das zunächst am schwersten zu bewältigende Material erfolgreich erlernt und auf andere Positionen im Wort generalisiert werden.

► Zusätzlich wurde die Konsistenz der Nachsprechleistungen erhoben, indem einige der Items (n=63) pro Untersuchung zwei Mal abgeprüft und die jeweilige Performanz pro Paar verglichen wurde. Im Vortest brachte R.B. der zweite Versuch nicht viel – es wurden ähnlich viele Items beim zweiten Versuch besser wie schlechter artikuliert, und nur 11 % der Items wurden beim ersten wie zweiten Versuch gleichermaßen korrekt produziert. Dieses hohe Maß an Inkonsistenz hat sich im Vergleich zum Nachtest signifikant verbessert (Fisher-Test zweiseitig). Im Nachtest verbessern sich beim zweiten Versuch signifikant mehr Items als sich verschlechtern (Exakter Vorzeichen-Test einseitig). Gleichzeitig hat sich der Anteil der bei beiden Versuchen korrekt produzierten Items mit 27 % mehr als verdoppelt. Dieses Ergebnis kann als generelle Stabilisierung des sprechmotorischen Systems gewertet werden.

Zusammenfassend zeigen sich in den sprechmotorischen Leistungen von R.B. insbesondere bei individuell schwierigen,

¹ Das Signifikanzniveau liegt bei allen statistischen Ergebnissen dieses Beitrags bei $p \leq .05$. Signifikante p-Werte ($p \leq .05$) sind in den Säulen durch „*“ gekennzeichnet, marginal signifikante p-Werte ($.05 < p < .10$) durch „(*)“.

komplexen Strukturen signifikante, stabile Verbesserungen. Aufgrund der Ergebnisse des Speech-Trainer-Screenings ist davon auszugehen, dass Speech Trainer als Vermittlungstechnik gemäß der eingangs aufgestellten Hypothese ein spezifischer Einfluss auf diese Verbesserungen zuzuschreiben ist. Allerdings kann der Wirkmechanismus von Speech Trainer anhand der vorliegenden Daten nicht eindeutig rekonstruiert werden. Die Ergebnisse verdeutlichen jedoch, dass nicht nur einzelne Bewegungsmuster erlernt wurden. Möglicherweise konnte die grundsätzliche Fähigkeit zur Koordination von Bewegungskomponenten verbessert werden. Durch das Üben im variablen vokalischen Kontext wurden keine starren Muster antrainiert, sondern das Verhältnis einzelner Bewegungskomponenten unter verschiedenen Kontextbedingungen. Speech Trainer vermittelt dabei ein Schema der zeitlich-räumlichen Relationen zwischen diesen Komponenten. Möglicherweise wird auf diese Weise der Aufbau und der Zugriff auf zentrale sprechmotorische Repräsentationen unterstützt.

Speech Trainer in der Artikulationstherapie: Fallstudie 2

Methodik

Im Rahmen einer Therapiestudie (Albert, 2005) wurde der Einsatz von Speech Trainer bei Vorschul- und Schulkindern untersucht. Dabei wurde auf folgende Fragestellungen eingegangen:

- ▶ Erkennen Kinder im Vorschul- und Schulalter am Speech Trainer dargestellte mediosagittale Artikulationsbewegungen, und können sie diese in ihrer eigenen Lautproduktion realisieren?
- ▶ Ist Speech Trainer in der Artikulationstherapie bei Vorschulkindern einsetzbar?

VEL-Test zur visuellen Erkennung von Lautbewegungen

Zur Überprüfung der ersten Fragestellung wurde ein Test zur visuellen Erkennung von Lautbewegungen (VEL-Test) entwickelt (Kröger et al., 2004). Darin werden 15 Laute je dreimal als Speech-Trainer-Animation dargeboten. Die Aufgabe der Kinder ist es, den zu der gesehenen Artikulationsbewegung gehörigen Laut zu produzieren. Es wurde eine Pilotstudie mit 11 Kindern im

Alter zwischen 4;6 und 8;3 Jahren durchgeführt, die keine Erfahrung mit Speech Trainer hatten.

Vor der Durchführung des VEL-Tests wurde mit Vorübungen am Speech Trainer gewährleistet, dass die Kinder die Darstellung der Sprechorgane als Sagittalschnitt verstehen und die für den Test relevanten Organstrukturen (Lippen, Zähne, Zunge und Gaumensegel) korrekt zuordnen können. Die Bewertung der Reaktionen der Kinder auf die am Speech Trainer gesehene Artikulationsbewegungen erfolgte in Anlehnung an das System der distinktiven Lautmerkmale (vgl. Grassegger, 2001). Die Stimuli wurden nach artikulatorisch-visuellen Lautmerkmalen eingeteilt, die Artikulationsort und -art betreffen.

Es wurde anhand von sechs Lautmerkmalen bewertet, inwiefern die Kinder die phonetischen Merkmale der gesehenen Lautbewegung identifizieren und in ihrer eigenen Lautproduktion realisieren (vgl. Tab. 3). Jedes Merkmal kann zwei bzw. drei Werte annehmen. Die Reaktion des Kindes wurde bezüglich der sechs Lautmerkmale mit 1 (= erkannt) oder 0 (= nicht erkannt) bewertet. Wenn ein Kind beispielsweise das // als Reaktion auf die gesehene Artikulationsbewegung des /n/ produziert hat, erhielt es 5 Punkte, da nur die Gaumensegelbewegung nicht korrekt erkannt wurde. So konnte differenziert bewertet werden, in wie vielen Merkmalen der vorgegebene und der produzierte Laut übereinstimmen.

Ergebnisse des VEL-Tests

Die erzielten Leistungen im VEL-Test bestätigen die Hypothese, dass Kinder ab 4;6 Jahren dazu fähig sind, die Artikulationsbewegungen am Speech Trainer zu erkennen und einzelne artikulatorisch-visuelle Lautmerkmale (wie z.B. den Ort der Engebildung oder die Rundung der Lippen)

in ihrer eigenen Lautproduktion zu realisieren. Wie Abbildung 4 verdeutlicht, wird das Lautmerkmal „Rundung der Lippen“ mit 72 % am besten erkannt, gefolgt von dem Merkmal „Ort der Engebildung“ mit 63 %. Zwischen den Merkmalen „Artikulator“ und „Nasalität“, die mit 59 % und 56 % erkannt wurden, besteht kein statistisch signifikanter Unterschied in der Erkennensleistung. Die Merkmale „Stärke der Engebildung“ und „Stimmhaftigkeit“ wurden zu 48 % bzw. 45 % korrekt realisiert.

Eine Erklärung für die gute Erkennensleistung bezüglich der Bewegung der Lippen könnte in der natürlichen visuellen Sprachwahrnehmung liegen. In der Kommunikation ist das Mundbild mit den Lippenbewegungen des Gesprächspartners visuell gut wahrnehmbar. Diese besondere Beachtung der Lippen scheint auf die mediosagittale Darstellung des Mundraums übertragen zu werden.

Das Merkmal „Ort der Engebildung“ wird als zweitbesten Parameter ebenfalls sehr häufig erkannt. Das spricht dafür, dass die Kinder stark auf die Bewegung der Zunge achten und zwar nicht nur im vorderen Bereich des Mundraums, sondern auch im Bereich des weichen Gaumens und der Rachenwand. Die Zungenbewegung ist ein prominentes Merkmal, das in der Speech Trainer-Animation visuell gut wahrnehmbar ist.

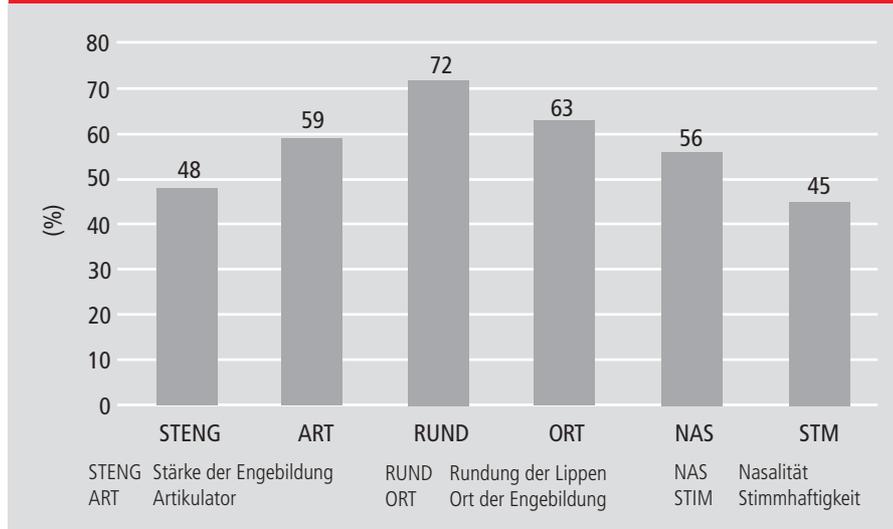
Das Merkmal „Nasalität“ wird zusammen mit dem Merkmal „Artikulator“ am drittbesten erkannt. Das lässt darauf schließen, dass die Kinder die Bewegung des Gaumensegels beachten und erkennen, mit welchem Artikulator ein Laut gebildet wird.

Das die Merkmale „Stärke der Engebildung“ und „Stimmhaftigkeit“ am schlechtesten erkannt wurden, könnte daran liegen, dass beide Merkmale im Speech Trainer kleinflächig sind. Es sind visuell eher feine Unterschiede, die beachtet werden

Tab. 3: Artikulatorische Merkmale zur Bewertung der Reaktionen im VEL-Test

Bereich	Merkmal	Werte		
		Wert 1	Wert 2	Wert 3
Mundraum	Stärke der Engebildung	Öffnung	Engebildung	Verschluss
	Artikulator	Lippen	Zungenrücken	Zungenspitze
Lippen	Rundung	gerundet	ungerundet	-
Mundraum u. Rachenraum	Ort der Engebildung	Lippen, Alveolaren u. harter Gaumen	weicher Gaumen	Rachenwand
Gaumensegel	Nasalität	oral	nasal	-
Stimmritze	Stimmhaftigkeit	stimmhaft	stimmlos	-

23.01.06 Je

Abb. 4: Ergebnisse der Pilotstudie mit 11 Kindern zum VEL-Test**Prozentwerte der erkannten und korrekt realisierten Lautmerkmale**

müssen, um einen Unterschied zwischen oraler Engebildung vs. Verschluss bzw. Schluss der Stimmlippen vs. Öffnung der Stimmlippen erkennen und in der eigenen Lautproduktion interpretieren zu können. Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass Speech Trainer bei Kindern ab 4;6 Jahren einsetzbar ist und die Kinder artikulatorisch-visuelle Lautmerkmale wahrnehmen sowie in ihrer eigenen Lautproduktion realisieren können.

Einsatz von Speech Trainer in der Artikulationstherapie

Im Weiteren wurde der Frage nachgegangen, inwiefern Speech Trainer in der Artikulationstherapie einsetzbar ist, und ob er visuelle Informationen über das Mundbild des Therapeuten hinaus vermitteln kann, besonders in Bezug auf den hinteren Mundraum. Es wurde eine Therapiestudie mit zwei 4;6 und 4;7 Jahre alten Kindern durchgeführt, bei denen im Rahmen einer phonologischen Therapie der Laut /k/ angebahnt wurde, da dieser Laut bei beiden Kindern nicht im Phon-Inventar enthalten war. Der Einsatz von Speech Trainer bei der

Anbahnung des velaren Lautes /k/ wurde gewählt, da der Artikulationsort des /k/ durch das Mundbild des Therapeuten nicht visuell verdeutlicht werden kann, so dass der Einsatz von Speech Trainer, der eine mediasagittale Darstellung des Velums und eine dynamische Darstellung der Artikulationsbewegung des Lautes /k/ ermöglicht, hier entsprechende therapeutische Effekte zeigen kann.

Es wurde ein Therapiekonzept unter Einbeziehung von Speech Trainer auf der Grundlage der klassischen Artikulationstherapie entwickelt (vgl. *Flossmann et al., 2001; Van Riper & Irwin, 1994*). Beide Kinder konnten vor der Therapie den Laut /k/ nicht isoliert bilden und erhielten innerhalb einer fünfwöchigen Trainingssequenz je 10 Therapieeinheiten à 45 Minuten, in denen das /k/ mit Hilfe von Speech Trainer angebahnt und bis auf Wortebene stabilisiert werden sollte. Eine differenzierte Diagnostik aller sprachlichen Modalitäten ergab, dass die Kinder im Bereich Semantik/Lexikon, Morphologie/Syntax und visueller Wahrnehmung altersgemäß entwickelt waren. Speech Trainer wurde in die drei Therapiebereiche „Förderung der auditiven Wahrnehmung“, „Förderung orofazialer Funktionen“ und „Aneignung des Laut-

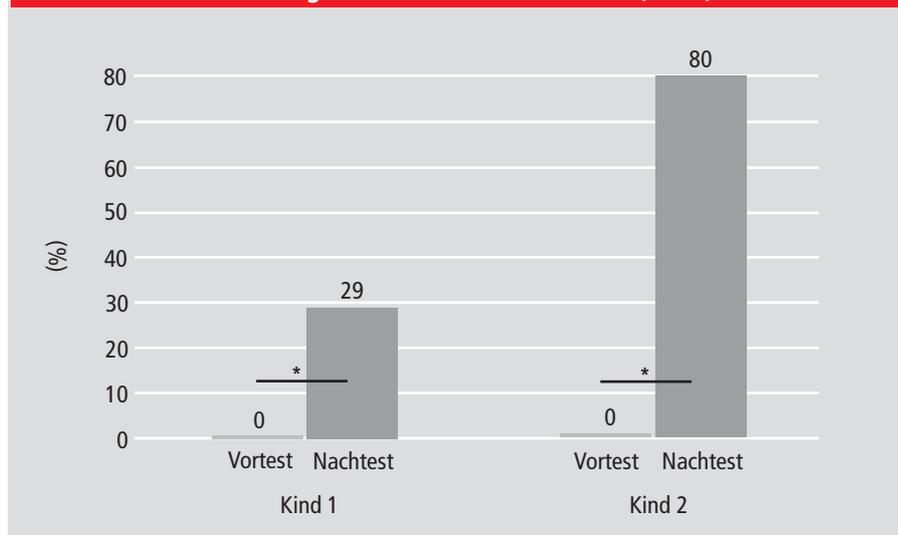
systems“ eingebunden. Im Therapiebereich „Förderung der orofazialen Funktionen“ wurde die taktil-kinästhetische Wahrnehmung der Artikulatoren und die bewusste Bewegungsausführung in enger Verknüpfung mit dem visuellen Modell von Speech Trainer gefördert.

Dazu sollten die Kinder auf die Stellen der Speech-Trainer-Darstellung zeigen, die zuvor im eigenen Mund taktil stimuliert worden waren. Die oralen Stimulationsreize wurden mit einem Spatel oder einem brausegetränkten Wattestäbchen gesetzt. Zuvor wurden die Artikulatoren mit den Kindern am Sagittalschnittbild von Speech Trainer unter direkter Bezugnahme auf die Artikulatoren der Kinder erarbeitet. Besonders die dritte Artikulationszone wurde in die taktil-kinästhetische Stimulation einbezogen. Im Therapiebereich „Förderung der auditiven Wahrnehmung“ sollten die Kinder zur auditiven Identifikation und Diskrimination der richtigen und abweichenden Artikulation des Standardmusters befähigt werden. Für Diskriminationsübungen wurden Listen mit Lauten, Silben und Wörtern am Speech Trainer erstellt, die den Ziellaut an verschiedenen Wortpositionen beinhalten.

Darüber hinaus wurden auch Listen mit Minimalpaaren zusammengestellt, die den Ziel- und Ersatzlaut enthalten. Der Therapeut sprach jeweils synchron zur Animation, und die Kinder sollten entscheiden, ob der Ziellaut enthalten ist. Im Laufe der Therapie wurde die visuelle Unterstützung zugunsten einer rein auditiven Analyse ausgeblendet. Das Therapieziel im Bereich „Aneignung des Lautsystems“ ist die Erarbeitung von Standardmustern für fehlende Phoneme im Phoneminventar. Die Lautanbahnung erfolgte durch die visuelle Modellierung der wesentlichen phonetischen Merkmale am Speech Trainer und synchrone auditive Vorgabe durch den Therapeuten. Die Kinder lernten somit durch Imitation der visuellen und auditiven Vorgabe.

Nach der Lautanbahnung erfolgte die Stabilisierung des Ziellautes unter Beachtung koartikulatorischer Einflüsse und mit steigendem linguistischem Schwierigkeitsgrad. Dazu wurden individuelle Listen mit ent-

Abb. 5: Ergebnisse im Bilderbenenntest (n=41)



Prozentualer Anteil der korrekt produzierten Wörter mit dem trainierten Phonem /k/. Vergleich von Vor- und Nachtest. Signifikanz-Werte nach dem Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test.

sprechenden Silben und Wörtern erstellt. Die Erstellung von Satzlisten erscheint nicht sinnvoll, da es schwierig ist, den komplexen Videosequenzen zu folgen. Die Kinder sollten die erstellten Listen mit Einsilbern, zweisilbigen Neologismen und Wörtern, die den Ziellaut enthalten, parallel zur Artikulationsbewegung von Speech Trainer mitsprechen. Eine Kontrastierung der Merkmale des Ziellauts /k/ und des Ersatzlauts /t/ durch die visuelle Darstellung am Speech Trainer wurde ebenfalls durchgeführt. Dabei wurden die kontrastierenden Artikulationsorte deutlich hervorgehoben. Die Kinder wurden dazu angeleitet, diese Unterschiede bei sich selbst wahrzunehmen.

Ergebnisse der Therapiestudie

Vor und nach der Therapie wurde mit den Kindern ein Bilderbenenntest mit 41 Items durchgeführt, der die Produktion des Lautes /k/ in allen Positionen im Wort überprüft. Die Ergebnisse in Abbildung 5 zeigen, dass sich beide Kinder nach 10 Therapieeinheiten signifikant verbessern konnten. Kind 1 realisierte im Nachtest des Bilderbenenntests 29% der /k/-Wörter korrekt, Kind 2 sogar 80%. Zusammenfassend zeigt die Therapiestudie, dass Speech Trainer in den drei Bereichen der Artikulationstherapie eingesetzt werden kann. Kinder, die Schwierigkeiten im Bereich der auditiven Wahrnehmung haben oder mit neuen Übungen konfrontiert werden, kompensieren in der Regel durch eine

verstärkte visuelle Kontrolle (vgl. Weinrich & Zehner, 2003). Visuelle Hilfen können somit bei Schwierigkeiten des Kindes im Bereich der auditiven Wahrnehmung eine wichtige Unterstützung sein. Darüber hinaus besteht die Stärke des PC-Programms Speech Trainer in der Visualisierung hinterer Artikulationsorte, die durch das Mundbild des Therapeuten nicht verdeutlicht werden können.

Fazit und Ausblick

Die vorliegenden Daten weisen darauf hin, dass Speech Trainer effektiv in der Therapie von Sprechstörungen einsetzbar ist. In Bezug auf die Sprechapraxietherapie wird diese Vermittlungshilfe den sprechpraktischen Defiziten sowohl in Artikulation als auch in Koartikulation gerecht. Die Informationen zur Beweglichkeit des Vokaltraktes, v.a. zur Koordination einzelner Bewegungskomponenten scheinen dabei von hoher Bedeutung zu sein. Im Kontext der Artikulationstherapie hat sich v.a. die Visualisierung schlecht einsehbarer, hinterer Strukturen und Bewegungen als vorteilhaft erwiesen. Erste empirische Wirksamkeitsnachweise sprechen auch für den Einsatz von Speech Trainer in der Dysarthrietherapie (O'Neill, 2004). In puncto Praxistauglichkeit überzeugt Speech Trainer als kostenfreies, bedienerfreundliches Hilfsmittel. Das Programm ergänzt die Therapie sinnvoll, wenn:

- ausreichende Motivation zur Arbeit mit dem PC besteht,

- ausreichend Kapazitäten zur Verarbeitung komplexer Informationen vorhanden sind,
- der Therapieansatz nicht rein stimulierend wirken soll, sondern den Aufbau einer (vorläufig) bewussten sprechmotorischen Kontrolle zum Ziel hat.

Die bisherigen Erfahrungen mit Speech Trainer sind vielversprechend. Sowohl in inhaltlicher als auch in technischer Hinsicht bieten sich viele Ansätze zur Weiterentwicklung des Programms. Im Praxisalltag sollte Speech Trainer nicht nur in der Therapie, sondern auch in der Patienten- und Angehörigenberatung erprobt werden. Rückmeldungen über die Erfahrungen mit Speech Trainer im Praxisalltag sind sehr willkommen!

Die aktuelle Version von Speech Trainer ist kostenfrei aus dem Internet herunterzuladen unter <http://www.phoniatrie.ukaachen.de> > Forschung > Speech Trainer

Literatur

- Blomert, L. & Buslach, D.C. (1994). Funktionelle Aphasiadiagnostik mit dem Amsterdam-Nijmegen Everyday Language Test (ANELT). *Forum Logopädie* 2 (8), 3-6
- Flossmann, I., Schrey-Dern, D., Tockuss, C. (2001). Therapie bei kindlichen Sprach- und Sprechstörungen. In: Böhme, G. (Hrsg.). *Sprach-, Sprech-, Stimm- und Schluckstörungen. Band 2: Therapie* (3. Aufl.). München: Urban & Fischer
- Grassegger, H. (2001). *Phonetik – Phonologie*. Idstein: Schulz-Kirchner
- Gröne, B., Hoch, G. & Schönlé, P.W. (1992). EMA – Elektromagnetische Artikulographie. In: Roth, V.M. (Hrsg.). *Computer in der Sprachtherapie: neue Wege*. Tübingen: Narr
- Hardcastle, W. & Gibbon, F.E. (1997). Electropalatography and its clinical applications. In: Ball, M.J. & Code, C. (Hrsg.). *Instrumental Clinical Phonetics* (149-193). London: Whurr Publisher
- Huber, W. & Singhof, Ch. (2002). *Phonologie-Screening*. Unveröffentlichte Arbeitsversion
- IMB Sprechspiegel III (1996). Deutsche Demo-Version (CD-ROM). Vertrieb: Phoenix, Bonn
- Kröger, B.J. (2003). Ein visuelles Modell der Artikulation. *Laryngo-Rhino-Otologie* 82,402-407
- Massaro, D.W. & Light, J. (2004). Using visible speech to train perception and production of speech for individuals with hearing loss. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research* 47, 304-320
- McNeill, M.R., Robin, D.A. & Schmidt, R.A. (1997). Apraxia of speech: Definition, differentiation, and treatment. In: McNeil, M.R. (Hrsg.). *Clinical management of sensorimotor speech disorders* (311-344). New York: Thieme
- O'Neill, G. (2004). *The use of a new computer programme in the treatment of dysarthria: A single case*. Bachelor Thesis, Trinity College Dublin

23.01.06 Je

Van der Merwe, A. (1997). A theoretical framework for the characterization of pathological speech sensorimotor control. In: McNeil, M.R. (Hrsg.). *Clinical management of sensorimotor speech disorders* (1-25). New York: Thieme

Van Riper C. & Irwin, J.V. (1994). *Artikulationsstörungen – Diagnose und Behandlung* (5. Aufl.). Berlin: Edition Marhold

Weinrich, M. & Zehner, H. (2003). *Phonetische und phonologische Störungen bei Kindern*. Berlin: Springer

Wertz, R.T., LaPointe, L.L. & Rosenbeck, J.C. (1984). *Apraxia of speech in adults. The disorder and its management*. Orlando: Grune & Stratton

Ziegler, W. (2003). Zur Autonomie sprechmotorischer Kontrollfunktionen. *Forum Logopädie* 2 (17), 6-13

Internet

Albert, S. (2005). *Einsatz eines visuellen Artikulationsmodells in der Artikulationstherapie bei Kindern*. Diplomarbeit im Studiengang „Lehr- und Forschungslogopädie“, RWTH Aachen. <http://www.phoniatrie.ukaachen.de> > Forschung > Speech Trainer

Gotto, J. (2004). *Therapie der Sprechapraxie: Eine Einzelfallstudie zum PC-Programm „Speech Trainer“*. Diplomarbeit im Studiengang „Lehr- und Forschungslogopädie“, RWTH Aachen. <http://www.phoniatrie.ukaachen.de> > Forschung > Speech Trainer

Kröger, B.J. (2001). *Speech Trainer für Windows – Version 1.0 Handbuch*. <http://www.phoniatrie.ukaachen.de> > Forschung > Speech Trainer

Kröger, B.J., Gotto, J., Albert, S., Neuschaefer-Rube, C. (2004). *Evaluation eines visuellen Artikulationsmodells in der Therapie von Sprechstörungen*. Deutsche Gesellschaft für Phoniatrie und Pädaudiologie. 21. Wissenschaftliche Jahrestagung der DGPP. Freiburg/Breisgau, 10.-12.9.2004. Düsseldorf: German Medical Science. <http://www.egms.de/en/meetings/dgpp2004/04dggp60.shtml>

Summary

Therapy for neurogenic and developmental speech disorders with the PC-programme "Speech Trainer"

The illustration of complex articulatory movements is integral part of therapy for neurogenic and developmental speech disorders. Yet, PC-assisted therapy is used hardly ever in this context. The software "Speech Trainer" (free of charge) is a new therapeutic aid that visualizes articulation and coarticulation by means of dynamic animations. First empirical evidence for the efficacy of Speech Trainer is provided by two single case studies. Regarding apraxia of speech, Speech Trainer was evaluated in therapy for a patient with severe, chronic apraxia of speech. In articulation therapy, Speech Trainer was used in the treatment of children at pre-school and school age. The evidence points to the fact that

1. the animation of Speech Trainer is well understood by the participants and useful for their own speech
2. Speech Trainer is an effective therapeutic aid in modeling articulatory movements.

KEY WORDS: Speech disorders – PC-assisted therapy – apraxia of speech – developmental articulation disorder – model of articulation – therapeutic aid – visualization

Autoren

Dipl.-Log. Julia Funk
RehaNova Köln, Neurologische / Neurochirurgische
Rehabilitationsklinik GmbH
Ostmerheimer Straße 200
51109 Köln
funk.julia@gmx.de

Dipl.-Log. Susanne Montanus
Neurologische Klinik Bad Aibling
Kolbermoorer Straße 72
83043 Bad Aibling
susanne.montanus@gmx.de

Prof. Dr. phil. Dipl.-Phys. Bernd J. Kröger
Klinik für Phoniatrie, Pädaudiologie und
Kommunikationsstörungen
Universitätsklinikum, RWTH Aachen
Pauwelsstraße 30, 52074 Aachen
bkroeger@ukaachen.de