

Erstellung eines Logatomtests für die Konsonantenverständlichkeit

Holube, Inga; Bitzer, Jörg; Förstel, Alexander; Heitkötter, Felix; Knothe, Benina; Muncke, Jan; Ottink, Marco; Stever, Johanna

Jade Hochschule, Institut für Hörtechnik und Audiologie, Oldenburg

Schlüsselwörter: Sprachtest, Logatome, Konsonanten, Verwechslungsmatrizen

Einleitung

Für die Beurteilung einer Hörstörung und die Evaluation von Hörgeräte- und CI-Versorgungen und -algorithmen ist die Untersuchung der Wahrnehmung von Konsonanten wichtig. In der Regel werden in der Audiometrie Wort- oder Satztests (z.B. Oldenburger Satztest; Wagner et al., 1999) eingesetzt, mit deren Hilfe zwar der Erfolg eines Hörgerätes im Alltag abgeschätzt werden kann, eine differenzierte Betrachtung einzelner Frequenzbereiche und deren Beiträge zur Sprachverständlichkeit sind jedoch u.a. aufgrund der Redundanz der Sprache nicht möglich. Für diese Fragestellung bieten sich Logatomtests an, mit denen gezielt bestimmte Phoneme erfasst und ausgewertet werden können. Hierbei sollte jedoch die Wechselwirkung mit vorangegangenen und nachfolgenden Phonemen möglichst minimiert werden. Deshalb wurden in einer Diplomarbeit (Meisenbacher, 2008) in Zusammenarbeit mit der Firma Phonak und in Anlehnung an die C12-Logatome (Spillmann und Dillier, 1986) Logatome so erstellt, dass sie sich nur durch den Konsonanten im Inlaut unterscheiden. Sie wurden von Boretzki und Kegel (2009) und Kegel et al. (2010) für die Evaluation eines Frequenzkompressionsverfahrens eingesetzt. Aufgrund von Unzulänglichkeiten im Sprachmaterial wurden die Logatome in der hier vorgestellten Untersuchung neu aufgesprochen und analysiert.

Material und Methodik

Innerhalb eines studentischen Projektes wurden 21 einsilbige Logatome der Form Vokal-Konsonant-Vokal mit einer hochdeutschen Sprecherin (Grundfrequenz 180 Hz) im Tonstudio des Instituts für Hörtechnik und Audiologie der Jade Hochschule mit einer Abtastfrequenz von 44,1 kHz und einer Auflösung von 24 bit aufgenommen. Zur einfacheren Orientierung der Sprecherin im Hinblick auf die Tonlage und die Artikulationsgeschwindigkeit wurde vor jedem aufzusprechenden Logatom ein Referenzlogatom über Kopfhörer dargeboten. Als Vokal wurde stets /a/ verwendet, so dass die Logatome /aba/, /aɣa/, /aça/, /ada/, /afa/, /aga/, /aha/, /aja/, /aka/, /ala/, /ama/, /ana/, /apa/, /ara/, /aʁa/, /asa/, /aza/, /aʃa/, /aʒa/, /ata/ und /ava/ entstanden. Die Logatome wurden in einer Variante lang und in einer zweiten Variante kurz artikuliert. Die Verkürzung wirkte sich vor allem auf das Anlaut-/a/ aus. Das Anlaut- und das Auslaut-/a/ jedes Logatoms wurden durch den gleichen Repräsentanten (ama bei der langvokaligen Variante und apa bei der kurzvokaligen Variante) ersetzt, so dass sich die Logatome nur noch durch den intervokalischen Konsonanten unterscheiden. Ziel war ein möglichst natürlicher Klang der geschnittenen Logatome. Deshalb wurden teilweise kurze Crossfades, Pegel- und Tonhöhenanpassungen durchgeführt. Die Dauer der Logatome wurde bis auf eine maximale Differenz von 14 ms aufeinander angepasst. Die Logatome wurden mit dem Ankündigungssatz „Ich komme aus“ kombiniert, um ein Gespräch mit einer Person aus einer unbekanntem Stadt zu simulieren. Aus Aufnahmen von Texten (Nordwind und Sonne, Buttergeschichte) mit der gleichen Sprecherin wurde analog zum Olnoise im Oldenburger Satztest (Wagener et al., 1999) durch mehrfache Überlagerung des Sprachmaterials ein Störgeräusch erstellt. Zur Untersuchung der Diskriminationsfunktionen und der Verwechslungsmatrizen für das erzeugte Sprachmaterial in Ruhe und im Störgeräusch wurde die Sprachverständlichkeit bei verschiedenen Pegeln bzw. Signal-Rausch-Verhältnissen in randomisierter Reihenfolge mit zwölf normalhörenden Probanden (21-28 Jahre) bestimmt. Dazu wurden unter Verwendung der Oldenburger Messapparatur in einem geschlossenen Testformat jeweils alle 21 Logatome auf einem Touchscreen dargestellt. Vor Beginn der Messung wurden in einer Übungsphase den Probanden die Unterschiede zwischen den Logatomen (z.B. stimmhaft/stimmlos) demonstriert. Außerdem wurden so viele Übungslisten bei einem Pegel von 60 dB und einem S/N von 4 dB durchgeführt bis die Probanden eine Verständlichkeit von 100% erreichten.

Ergebnisse

Die Diskriminationsfunktionen wurden in Ruhe durch Darbietung der Sprache bei sieben verschiedenen Pegeln zwischen 10 und 40 dB (5-dB-Schritte) erstellt. Im Störgeräusch wurden zehn verschiedene Signal-Rausch-Verhältnisse zwischen -18 und 0 dB S/N (2-dB-Schritte) verwendet. An die zusammengefassten Ergebnisse aller Probanden wurde eine Modellfunktion (Wesselkamp, 1994) angepasst, die als Anpassparameter den Pegel bzw. S/N für eine Verständlichkeit von 50% (SRT) und die Steigung in diesem Punkt enthält. Für die Anpassung war es notwendig anzunehmen, dass die Verständlichkeit bei einem Pegel über 40 dB 100% und bei einem S/N unterhalb von -18 dB 0% beträgt. Tab. 1 zeigt den SRT für die vier verschiedenen Messbedingungen, d.h. langvokalige und kurzvokalige Logatome jeweils in Ruhe und im Störgeräusch. Der SRT weist für die

verschiedenen Logatome große Unterschiede auf und reicht im Störgeräusch von -1,0 dB bis -19,2 dB S/N und in Ruhe von 9,0 bis 31,4 dB.

Tab. 1: SRT in Ruhe und im Störgeräusch in dB für die 21 Logatome.

| Logatom | SRT in dB | | | |
|---------|-----------|-------|-------|------|
| | S/N | | Pegel | |
| | lang | kurz | lang | kurz |
| /aba/ | -6,5 | -2,6 | 27,1 | 21,2 |
| /aça/ | -8,3 | -1 | 21 | 29,1 |
| /aça/ | -4,7 | -5,6 | 28,1 | 31,4 |
| /ada/ | -6,9 | -6 | 23 | 22,9 |
| /afa/ | -11,1 | -12 | 21,5 | 30 |
| /aga/ | -6,9 | -5,2 | 22,4 | 22,3 |
| /aha/ | -12,3 | -4,9 | 18 | 22 |
| /aja/ | -7,8 | -13,2 | 19 | 9 |
| /aka/ | -7,6 | -9,3 | 25,9 | 20,9 |
| /ala/ | -3,4 | -7,9 | 20,1 | 18,9 |
| /ama/ | -4,6 | -5 | 21,9 | 23,3 |
| /ana/ | -2,1 | -10,1 | 23,8 | 17,6 |
| /apa/ | -3,2 | -4,9 | 28 | 26 |
| /aşa/ | -4 | -3,1 | 19,3 | 22,5 |
| /ara/ | -1 | -4,2 | 24 | 26,6 |
| /aza/ | -17 | -17,5 | 18,7 | 25,2 |
| /asa/ | -19,2 | -15 | 18,7 | 20,6 |
| /aʃa/ | -15,5 | -18 | 13,7 | 9,9 |
| /aʒa/ | -14,2 | -14 | 14,9 | 11,5 |
| /ata/ | -18,8 | -15,5 | 18,6 | 24 |
| /ava/ | -1 | -4,1 | 26 | 26,9 |

Für alle vier Messbedingungen wurden für jeden Pegel bzw. S/N die Verwechslungsmatrizen bestimmt. Zwei Beispiele sind in Abb. 1 dargestellt. Bei einem Pegel von 25 dB (links) wurden viele Logatome in der Mehrheit richtig erkannt. Schwierigkeiten gab es bei der Erkennung von /aba/, das mit /ava/ verwechselt wurde, und bei der Erkennung von /apa/, /ara/ und /ava/, die z.T. als /aza/ erkannt wurden. Außerdem ist die Verwechslung von /aça/ und /aça/ auffällig, die evtl. auf eine fehlerhafte Interpretation der Bildschirmdarstellung hindeuten könnte. Bei einem Pegel von 20 dB (rechts) reduzierte sich die Verständlichkeit. Nun treten zusätzliche Verwechslungen u.a. zwischen /aça/ und /aha/, /afa/ und /ata/, /aka/ und /aga/, /apa/ und /aba/ sowie den drei Logatomen /ala/, /ama/ und /ana/ auf. Außerdem ist weiterhin zu beobachten, dass /aza/ bei verschiedensten Logatomen als Antwort gegeben wurde. Dagegen wurde für /aha/, /aʃa/ und /aʒa/ immer noch eine hohe Verständlichkeit erreicht. Bei den anderen Messkonditionen sind ähnliche Ergebnisse zu beobachten.

Diskussion

Bei der Anpassung der Modellfunktion an die Diskriminationsfunktion musste der Messbereich durch Annahme von 0 und 100 % außerhalb der dargebotenen Pegel bzw. S/N erweitert werden, da bei manchen Logatomen der SRT nahe der Grenze des Messbereichs lag. Insbesondere im Störgeräusch wäre eine Erweiterung des Messbereichs über einen S/N von 0 dB hinaus sinnvoll gewesen. Diese Randeffekte beeinflussen möglicherweise auch den SRT, der bei den vier verschiedenen Messkonditionen ähnlich, aber nicht identisch ist. Die Unterschiede können jedoch auch auf statistische Schwankungen aufgrund der relativ kleinen Anzahl von zwölf Probanden zurückzuführen sein. Bei der Betrachtung der Verwechslungsmatrizen fällt auf, dass manche Logatome (z.B. /aza/) bei verschiedensten dargebotenen Logatomen auffällig häufig als Antwort gegeben wurden. Um diese Häufungen, die evtl. nicht auf akustischer Ähnlichkeit, sondern auf Assoziationen oder individuellen Vorlieben beruhen, zu vermeiden, sollte die Verwendung der Antwortmöglichkeit „nicht verstanden“ erwogen werden. Damit hätten die Antworten der Probanden möglicherweise eine höhere Aussagekraft.

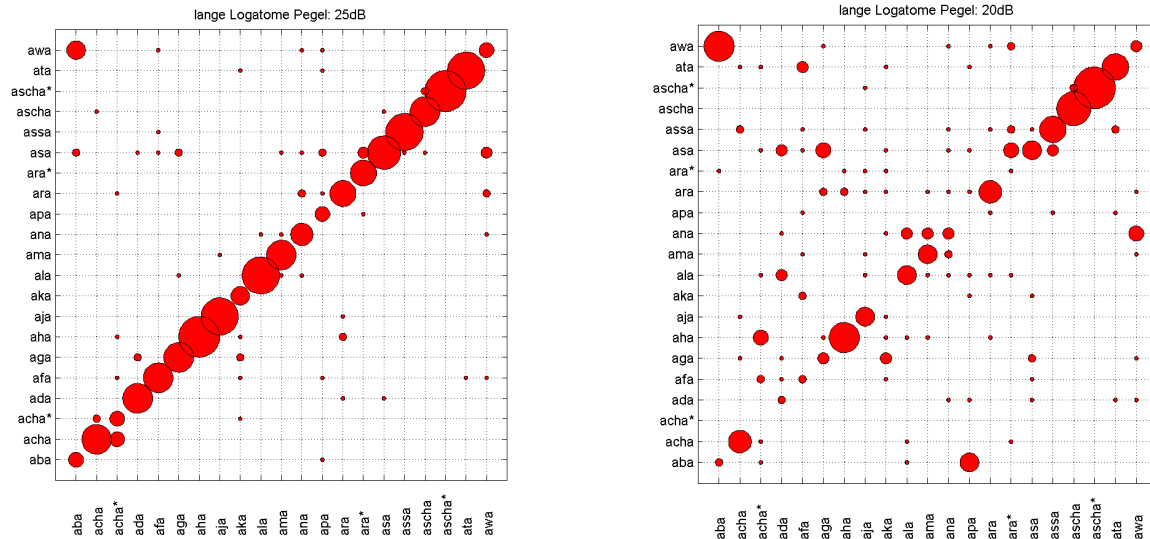


Abb. 1: Verwechslungsmatrizen für die langvokaligen Logatome in Ruhe bei einem Pegel von 25 dB (links) und 20 dB (rechts). Die mit „*“ markierten Logatome kennzeichnen die stimmhafte (/ascha/) bzw. die gerollte (/ara/) und die uvulare (/aχa/) Variante. Die Abszisse zeigt die angebotenen Logatome und die Ordinate die Antworten der Probanden. Die Größe der roten Punkte zeigt die Häufigkeit der Antwort an.

Zusammenfassung und Ausblick

Im Rahmen eines studentischen Projektes wurden 21 Logatome mit konsonantischem Inlaut und identischem /a/ als An- und Auslaut erstellt. Die Verständlichkeit dieser Logatome wurde mit 12 Probanden bei verschiedenen Pegeln und S/N bestimmt. Daraus wurden die Diskriminationsfunktionen der einzelnen Logatome und die Verwechslungsmatrizen in Abhängigkeit vom Pegel bzw. S/N berechnet. Bei weiteren Untersuchungen sollte der Messbereich im Störgeräusch zu höheren S/N hin erweitert werden, da nicht für alle Logatome bei einem S/N von 0 dB eine Verständlichkeit von 100% erreicht werden konnte. Außerdem sollte die Einführung einer Antwortmöglichkeit „nicht verstanden“ in Erwägung gezogen werden, um willkürliche Verwechslungen zu vermeiden. Eine quantitative Analyse der Verwechslungsmatrizen steht noch aus. Denkbar ist die Bildung von Teilmengen von Logatomen, die bei spezifischen, den Zeitverlauf oder das Spektrum betreffenden Fragestellungen zum Einsatz kommen können.

Danksagung

Dieses Projekt wurde von der Forschungskommission der Jade Hochschule gefördert. Wir danken allen Probanden für die unentgeltliche Teilnahme an den Messungen.

Literatur

- Boretzki M, Kegel A (2009) SoundRecover für Menschen mit milder Hörminderung: Hochtonige Sprachlaute besser verstehen. Hörakustik, 8, 8
- Kegel A, Meisenbacher K, Boretzki, M (2010) Logatomtest – Konstruktion und Evaluation eines adaptiven Logatomtests für die Messung der Verständlichkeit von Konsonanten. Dieser Tagungsband der Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Audiologie, Frankfurt
- Meisenbacher K (2008) Entwicklung und Evaluation eines adaptiven Logatomtests zur Ermittlung der Konsonantenverständlichkeit. Diplomarbeit, Fachhochschule Oldenburg/Ostfriesland/Wilhelmshaven
- Spillmann T, Dillier N (1986) Zur prothetischen Versorgung Resthöriger und Gehörloser: Vergleichende Untersuchungen zwischen Hörgerät und Cochlea-Implantat. Sprache – Stimme – Gehör, 10, 136-139
- Wagner K, Kühnel V, Kollmeier B (1999) Entwicklung und Evaluation eines Satztests für die deutsche Sprache I: Design des Oldenburger Satztests. Zeitschrift für Audiologie, 38(1), 4–15
- Wesselkamp M (1994) Messung und Modellierung der Verständlichkeit von Sprache. Dissertation, Universität Göttingen