

Algorithmen zur Störschallunterdrückung in CIs

M. Hey, B. Böhnke, P. Munder, A. Mewes

Audiologie; Klinik für Hals-, Nasen-, Ohrenheilkunde, Kopf- und Halschirurgie;
UKSH; Kiel

Einleitung

Das Cochlea-Implantat (CI) hat sich vom Hilfsmittel zur Hörunterstützung zur eigenständigen Hörprothese für die offene Kommunikation entwickelt. Bei Hörsituationen in Ruhe wird in der Mehrheit der postlingual ertaubten Patienten mit einem CI heutzutage ein sehr gutes Sprachverständnis erreicht (Abb. 1]). Deutlich anspruchsvoller ist das Verstehen in störschallbehafteten Umgebungen. Die Verbesserung des Verstehens stellt eines der zentralen Ziele einer apparativen Versorgung dar. Menschen mit Hörbeeinträchtigung sollen am täglichen Leben im Sinne der Inklusion zunehmend gleichberechtigt teilnehmen können. Diese Teilhabe ist in der Regelschule oder am Arbeitsplatz deutlich schwieriger zu erreichen, als in kleinen Klassen einer Spezialschule oder zu Hause.

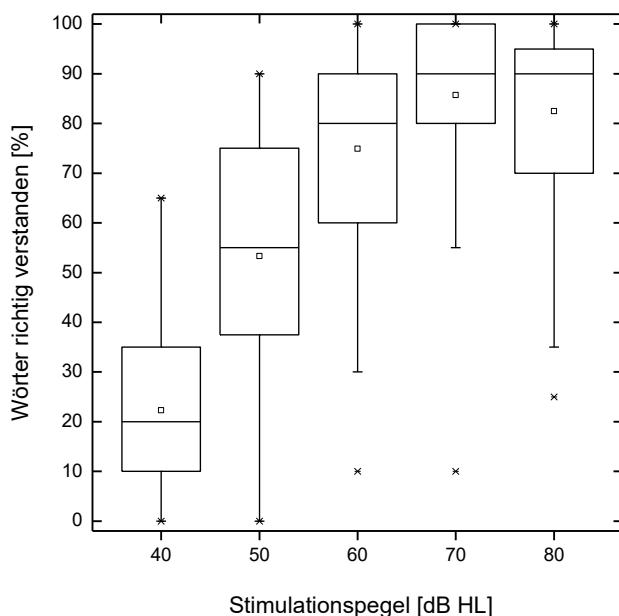


Abbildung 1: Boxplot des Verstehens für Wörter (Freiburger Einsilber) in Abhängigkeit vom Stimulationspegel. (N=68; postlinguale Erwachsene mit > 5 Jahren Hörerfahrung mit CI; CP910-Sprachprozessor)

Algorithmen zur Störschallunterdrückung

Lösungsansätze für die Verbesserung des Verstehens im Störschall sind:

- Bilaterale/bimodale CI-Versorgung,
- Optimierung der akustischen Umgebung,
- Einsatz von FM-Anlagen,
- Störschallunterdrückung.

Letztere beruhen überwiegend auf dem Einsatz von Mehrmikrofontechnologien und auf der akustischen Analyse im Zeit-/Frequenzbereich in den CI-Sprachprozessoren:

- Separierung von Signal und Störschall aufgrund der räumlichen Lokalisation,
- Analyse der Kohärenz der Signale an verschiedenen Mikrofonen zur Windunterdrückung.

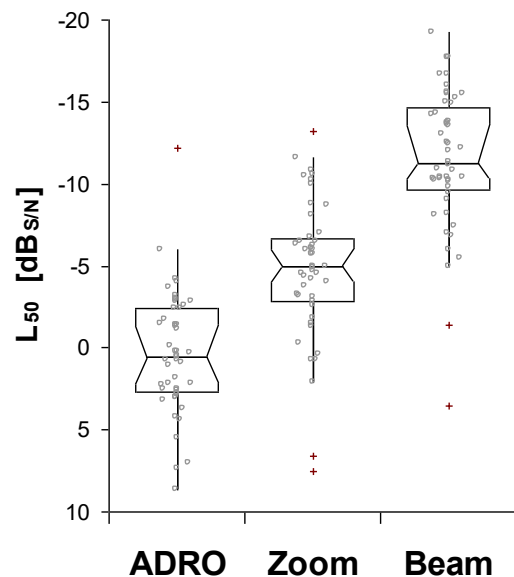


Abbildung 2: Boxplots des Verstehens im Störschall in Abhängigkeit von der Mikrofoncharakteristik. Vergleich des Verstehens für CP810-Sprachprozessoren mit omnidirektionalem Mikrofon (ADRO) zur Zoom- bzw. Beam-Charakteristik. Messung des L_{50} mittels adaptivem Oldenburger Satztest im Störschall (SON90; Störschall @65dB).[1]

Durch den Einsatz von mehreren Mikrofonen kann mittels digitaler Signalverarbeitung eine Trennung von Signal und Störschall durchgeführt werden. Damit erzielt man eine Verbesserung des Signal-Störschall-Verhältnisses. In Abb. 2 ist die hochsignifikante Verbesserung der Spracherkennungsschwelle im Störschall durch den Beamformer um im Mittel bis zu 12 dB_{SNR} dargestellt.

Weiterhin beruhen Störschallunterdrückungsverfahren auf Analysen des akustischen Signals im Zeitbereich:

- Verbesserung des SNR,
- Verringerung des Nachhalls,
- Windunterdrückung (basierend auf mehreren Mikrofonen).

In einer Studie wurde bei den Nucleus® CI-Systemen mit den Signalvorverarbeitungen ADRO [2] und SNR-NR [3] die Prozessorprogrammierung im Hinblick auf das Verstehen optimiert. In dieser Studie wurde untersucht, ob CI-Patienten mit oder ohne Störgeräuschunterdrückung ein besseres Sprachverstehen erzielen. Die Untersuchung des Verstehens wurde dabei in Ruhe und im Rauschen durchgeführt. Die größte Verbesserung im Verstehen im Störschall ist durch den Einsatz der Signalvorverarbeitung SNR-NR zu erzielen (Abb. 3).

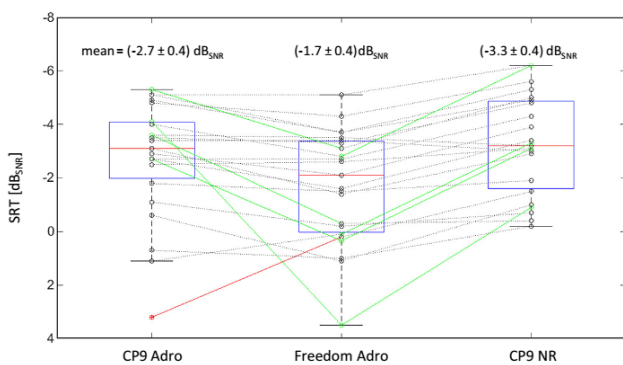


Abbildung 3: Boxplots des Verstehens im Störschall in Abhängigkeit von der Signalvorverarbeitung. Vergleich von Verstehen mit Freedom Prozessor zum CP910-Prozessor mit ADRO bzw. ADRO&SNR-NR. Messung des SRT mittels adaptiven Oldenburger Satztest im Störschall (S₀N₀; Störschall @65dB) [4]

Grenzen der Störschallunterdrückung

Trotz aller aktuellen Fortschritte in der Signalverarbeitung bestehen oftmals Probleme mit CIs in komplexen Hörsituation. Diese Probleme existieren im täglichen Leben z. B. durch

- Vor- und Nachverdeckung bei fluktuierendem Störschall (Abb. 4). Normalhörende nutzen die zeitlichen Lücken zum Informationsgewinn. Bei CI-Patienten stellt sich dies genau umgekehrt als Verlust im Verstehen dar.
- Nachhall (Abb. 5). Im Nachhall wird das Verstehen für CI-Patienten deutlich schlechter und die Verfahren der Störschallunterdrückung erzielen zusätzlich einen geringeren Verständnisgewinn.

Außerdem profitieren CI-Patienten mit einem guten Verstehen weniger von neuen Algorithmen als CI-Patienten mit einem schlechten Verstehen.

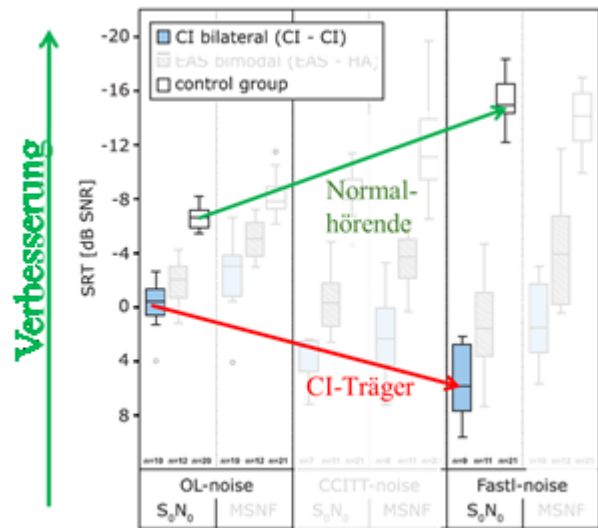


Abbildung 4: Verstehen im Störschall bei stationärem (Oldenburger Rauschen) und fluktuierendem Störschall (Fastl-Rauschen) für Normalhörende und CI-Träger (modifiziert aus [5]).

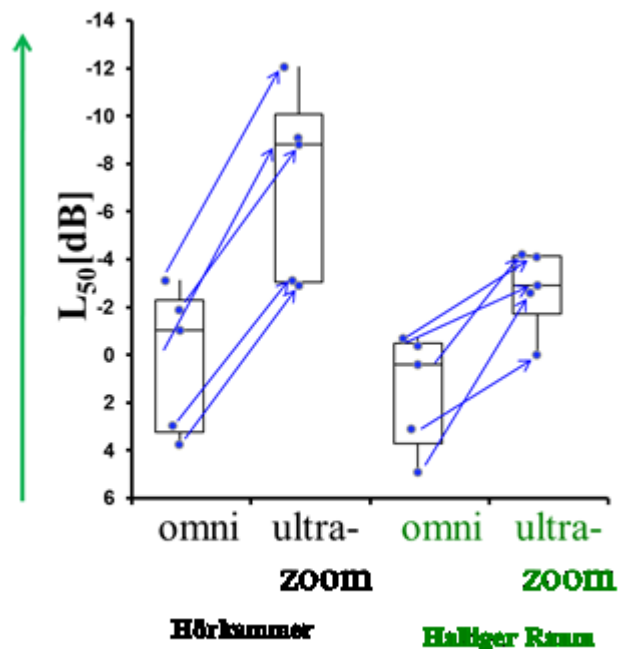


Abbildung 5: Verstehen im Störschall bei stationärem sprachsimulierendem Störschall (Olsa-Rauschen) [6] in verschiedenen Hörumgebungen (Hörkammer bzw. halliger Raum) für Normalhörende und CI-Träger (modifiziert aus [7]).

Fazit

Durch den Einsatz von Algorithmen der Störschallunterdrückung kann mit modernen CI-Systemen in Hörsituationen mit Störschall eine Verbesserung des Verstehens erreicht werden. Diese Verbesserungs-

möglichkeiten stoßen in komplexen Hörsituationen des täglichen Lebens mit Nachhall und fluktuierendem Störschall an ihre Grenzen und bedürfen weiterer Optimierungen.

Literatur

- [1] J. Müller Deile, G.Brademann, H.Hessel, M. Hey. Signal preprocessing BEAM and ZOOM can improve listening in noise with CP810 soundprocessor. Stockholm 2010
- [2] Müller-Deile J, Schmidt BJ, Rudert H (1995) Effects of noise on speech discrimination in cochlear implant patients. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 166:303–306
- [3] Mauger SJ, Warren CD, Knight MR, Goorevich M, Nel E (2014) Clinical evaluation of the nucleus 6 cochlear implant system: performance improvements with SmartSound iQ. *Int J Audiol* 53(8):564–576
- [4] Hey M, Hocke T, Mauger S, Müller-Deile J. A clinical assessment of cochlear implant recipient performance: implications for individualized map settings in specific environments. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2016 Nov; 273(11):4011-4020.
- [5] Rader, Fastl, Baumann: Speech Perception With Combined EAS and Bilateral CI in a Multisource Noise Field. *Ear & Hearing* 2013; 34; 324–332
- [6] Hey M, Hocke T, Hedderich J, Müller-Deile J (2014) Investigation of a matrix sentence test in noise: reproducibility and discrimination function in cochlear implant patients. *Int J Audiol* 20:1–8
- [7] B. Böhnke, J.Müller-Deile, M. Hey. Einfluß der Signalvorverarbeitung auf das Sprachverstehen mit Naida CI Q70. DGA 2015 Bochum