

# **Einfluss von automatischer Szenenklassifikation auf das Sprachverstehen von CI-Nutzern in komplexen Störgeräuschen**

*Anja Eichenauer, Uwe Baumann, Tobias Weißgerber*

Audiologische Akustik, KHNO, Universitätsklinikum Frankfurt a.M.

**Schlüsselwörter: Cochlea-Implantat, Raumsimulation, Sprachverstehen**

## **Einleitung**

Das Sprachverstehen in Alltagssituationen ist häufig eine Herausforderung für Nutzer von Cochlea-Implantaten (CIs), da Störquellen und Nachhall das Sprachsignal überlagern. Oftmals besteht das Störgeräusch aus „irrelevanter Sprache“ von Personen, die sich um den Zuhörer herum befinden. Innerhalb dieses Stimmengewirrs ist es insbesondere für Menschen mit Hörminderung schwierig, gezielt einen Sprecher zu fokussieren und zu verstehen. Dies wird als Cocktail-Party Phänomen bezeichnet (Cherry, 1953). Um das Sprachverstehen von CI-Trägern zu verbessern, nutzen die aktuellen CI-Prozessoren verschiedene Vorverarbeitungsstrategien (z.B. Störgeräuschunterdrückung, automatische Verstärkungsanpassung, Richtmikrofone, etc.). Die CI-Prozessoren der Firma Cochlear ermöglichen seit der Nucleus 6 Generation eine automatische Szenen-Klassifikation (SCAN). Der SCAN-Algorithmus analysiert die akustische Umgebung und ordnet sie anhand ihrer akustischen Eigenschaften einer von sechs „Szenen“ zu (Ruhe, Sprache, Sprache im Störgeräusch, Störgeräusch, Musik und Wind). Je nach erkannter Szene wird eine geeignete Mikrofoncharakteristik ausgewählt, wodurch das Sprachverstehen im Vergleich zu einem festen Alltagsprogramm verbessert wird (Mauger et al. 2014).

Hörtests zur Bestimmung des Hörerfolgs mit Hörhilfen werden in der klinischen Routine in Hörkabinen unter annähernden Freifeldbedingungen durchgeführt. Sprach- und Störsignale werden nur über ein bis zwei Lautsprecher dargeboten, wodurch komplexe akustische Situationen nicht nachgebildet werden können. Die Ergebnisse solcher Hörtests erlauben nur begrenzt Rückschlüsse auf das Sprachverstehen in Alltagssituationen. Insbesondere der potentielle Hörgewinn durch Vorverarbeitungsalgorithmen kann kaum quantifiziert werden. Aus diesem Grund wurde im Universitätsklinikum Frankfurt ein Laboraufbau entwickelt, mit dem akustische Simulationen von Alltagssituationen möglich sind. Mit Hilfe dieses Wiedergabesystems kann beispielsweise das Sprachverstehen oder die Lokalisationsleistung in komplexen akustischen Umgebungen mit Störgeräuschen und Nachhall durchgeführt werden.

Das Ziel dieser Studie war die Untersuchung des Sprachverstehens von CI-Nutzern in dynamisch wechselnden Hörumgebungen mit und ohne Nachhall. Zusätzlich wurde der Einfluss der Hörumgebung auf das Sprachverstehen unter Nutzung der automatischen Situationserkennung SCAN untersucht.

## **Methode**

### **Probanden**

16 unilateral versorgte CI-Nutzer (mittleres Alter: 62 Jahre  $\pm$  18,5 Jahre) mit Nucleus 6 Prozessoren und 10 Normalhörende (NH, mittleres Alter: 31 Jahre  $\pm$  6,3 Jahre) nahmen an der Studie teil. Die CI-Nutzer wurden jeweils mit automatischer Szenenerkennung (SCAN) und mit Standardmikrofon (Mikrofonrichtcharakteristik „Sub-Niere“), getestet. Während der Tests waren die Vorverarbeitungsalgorithmen ASC (Automatic Sensitivity Control) und ADRO (Automatic Dynamic Range Optimization) aktiviert, SNR-NR (Störgeräuschunterdrückung) war deaktiviert.

### **Akustische Szenen**

Durch Einsatz einer Raumsimulations-Software wurden Reflexionsmuster eines Hörsaals berechnet. Mit Hilfe eines Wiedergabesystems mit 128 Lautsprechern räumlich korrekt dargeboten werden können. Für die Tests wurde eine Vorlesungssituation mit einem Sprecher von vorne (0°) und vier verschiedenen Störgeräusch-Konditionen simuliert. Die Konditionen waren:

- (I) Eine Störschallquelle bei 140° Einfallswinkel, kontinuierliches OINoise im Freifeld (FF)
- (II) eine Störschallquelle bei 140° Einfallswinkel, kontinuierliches OINoise mit Nachhall (RT =1,2 s)

(III) vier asymmetrisch verteilte Störschallquellen, amplitudenmoduliertes OINoise im FF

(IV) vier asymmetrisch verteilte Störschallquellen, amplitudenmoduliertes OINoise mit Nachhall (RT =1,2 s)

### Ablauf

Die Sprachverständlichkeitsschwelle (SVS) im Störgeräusch wurde mit dem Oldenburger Satztest (OLSA, Wagener, 1999) bestimmt. Das OLSA-Sprachsignal wurde fest bei 60 dB SPL, das Störgeräusch mit adaptivem Pegel dargeboten. Nach einer Trainingsliste wurde ein OLSA-Test mit insgesamt 80 Sätzen durchgeführt, in dem die SVS für alle vier Störgeräuschkonditionen bestimmt wurde. Die vier Störgeräuschkonditionen wechselten in randomisierter Abfolge. Jede Störgeräuschsituation wurde für fünf Sätze beibehalten, insgesamt wurden 20 Sätze je Störgeräusch dargeboten.

Da die automatische Szenenklassifikation mehrere Sekunden Zeit zur Erkennung der aktuellen Situation benötigt, musste auch vor der Satzdarbietung und in der Antwortphase des Probanden ein Sprachsignal und Störgeräusch vorhanden sein. Daher wurden zwischen den OLSA-Sätzen das ISTS (International Speech Test Signal, Holube et al., 2010) mit einem Pegel von 75 dB SPL parallel zum Störgeräusch abgespielt, sodass kontinuierlich ein Sprachsignal vorhanden war. Unmittelbar vor dem OLSA-Satz wurde ein Signal-Ton (75 dB SPL) dargeboten, um die Aufmerksamkeit der Probanden zu einzuleiten.

### Ergebnisse

Abbildung 1 zeigt die Sprachverständlichkeits-Schwelle (SVS) gemittelt über alle vier Störgeräuschsituationen. Die mittlere SVS der NH-Gruppe lag bei -10,6 dB SNR. Mit Standardmikrofon erreichten die CI-Träger eine SVS von 2,9 dB SNR, mit SCAN verbesserte sich die SVS um 2 dB auf 0,9 dB SNR (signifikant mit  $p < 0,01$ ). Die Einzelergebnisse der Störschallsituationen zeigten teilweise Verbesserungen der SVS von über 2 dB bei aktiviertem SCAN. Ein Gewinn von 4 dB war in Szene (I), bei kontinuierlichem OINoise im FF bei 140° Einfallswinkel zu sehen. Keine Veränderung zeigte sich hingegen in Szene (IV), bei amplitudenmoduliertem OINoise im FF. Die SVS der CI-Träger und NH verschlechterte sich gleichermaßen um bis zu 5 dB im Nachhall. Voranalysen zeigten, dass Nachhall das Klassifikationsergebnis von SCAN beeinflussen kann. In beiden getesteten Situationen mit Nachhall zeigte sich eine Verbesserung des Sprachverstehens wenn SCAN genutzt wurde.

### Schlussfolgerung

Mit dem bestehenden Wiedergabesystem kann die Akustik von Alltagsszenen im Labor nachgebildet werden. Es bietet eine wichtige Ergänzung zu bestehenden klinischen Routinemessungen. Die Testergebnisse zeigten, dass CI-Nutzer und Normalhörende eine vergleichbare Beeinträchtigung des Sprachverstehens durch simulierten Nachhall erleiden, jedoch lag die mittlere SVS der CI-Nutzer bereits in den Freifeldbedingungen etwa 13 dB

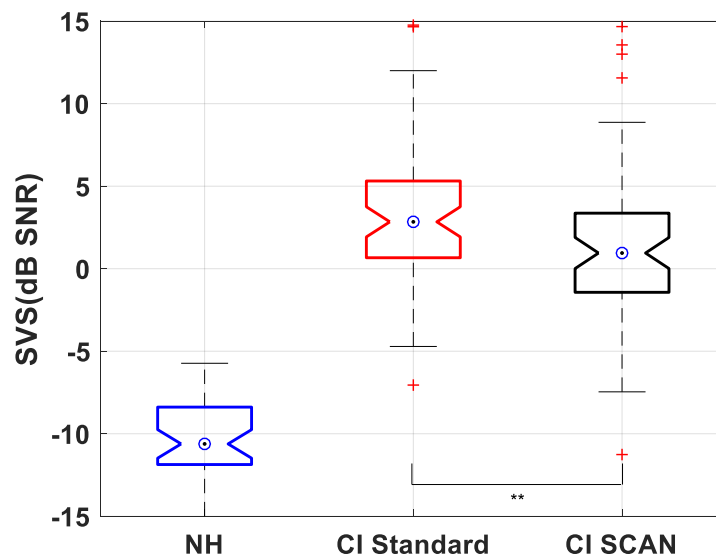


Abbildung 1: Boxplot der SVS, gemittelt über alle Konditionen, für NH und CI-Träger mit Standardmikrofon und automatischer Situationserkennung (SCAN).

oberhalb der NH-Gruppe. Die Ergebnisse der Testungen haben gezeigt, dass sich das Sprachverstehen im Alltag je nach Situation unterscheidet. Der Einsatz einer automatischen Situationserkennung kann das Sprachverstehen der CI-Nutzer in einigen Alltagssituationen verbessern.

### **Danksagung**

Diese Studie wurde unterstützt von der Cochlear Deutschland GmbH & Co. KG.

### **Referenzen**

Cherry, E. (1953). Some Experiments on the Recognition of Speech, with One and with Two Ears. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 25, 975–979.

Holube, I., Fredelake, S., Vlaming, M., & Kollmeier, B. (2010). Development and analysis of an international speech test signal (ISTS). *International Journal of Audiology*, 49(12), 891-903.

Mauger, S., Warren, C., Knight, M. et al. (2014). Clinical evaluation of the Nucleus 6 cochlear implant system: performance improvements with SmartSound iQ (No. 8). *International Journal of Audiology*, 53, 564–576.

Wagner, K., V. Kühnel and B. Kollmeier (1999). "Entwicklung und Evaluation eines Satztests in deutscher Sprache I: Design des Oldenburger Satztests." *Zeitschrift für Audiologie/Audiological Acoustics* 38(1): 4-15.