

# DIE VORTEILE DER BALANCE ZWISCHEN KOMFORT UND VERSTÄNDLICHKEIT: SITUATIONS OPTIMIZER™ II

Stephen A. Hallenbeck, Au.D. & Charlotte T. Jespersen, M.A.

---

## Kurzfassung

Die Lokalisation oder die Fähigkeit die Position von Schallsignalen in einer Hörumgebung zu bestimmen, ist wichtig. Dynamische Hörumgebungen im täglichen Leben der Hörsystemträger, stellen für diese eine schwierige Kommunikationsaufgabe dar. Die Herausforderung ist, eine Balance zwischen dem Komfort im Störgeräusch und der Sprachverständlichkeit in sich ändernden Kombination von ruhigen und lauten Umgebungen zu finden. Der Situations Optimizer™ II (SO II) von ReSound wurde dazu entwickelt, sich speziell dieser Aufgabe anzunehmen. Der folgende Artikel gibt einen Überblick über dieses Feature. Die an der Universität Gießen durchgeführten Untersuchungen demonstrieren einen Trend bei der Bevorzugung der Patienten für ein Gerät, das mit dem SO II Feature arbeitet. Das Experiment und die Ergebnisse werden diskutiert.

---

Als Basisverstärker kann das Hörsystem leicht den Schalldruckpegel für Sprache und andere Umgebungsgeräusche erhöhen. Aber die Grenzen der dynamischen Kapazität eines Basisverstärkers, eine Balance zwischen dem Komfort und der Verständlichkeit in verschiedenen, variierenden Hörumgebungen zu erzielen, sind schnell erreicht.

Die Verarbeitung, wie z. B. die Wide Dynamic Range Compression (WDRC), hat den Komfort und die Klangqualität gewaltig verbessert, indem sie Schallsignale hörbar macht, ohne laute Eingangspiegel über zu verstärken und vermeidet Verzerrungen aufgrund von Peak Clipping. Die manuelle Lautstärkeeinstellung hat den Endverbrauchern die Möglichkeit gegeben, die Gesamtlautstärke nach ihren Präferenzen in einer gegebenen Situation einzustellen. Selbst mit diesen Verbesserungen kann die WDRC in manchen Situationen mehr Verstärkung als gewünscht liefern. Die Patienten verstehen evtl. nicht immer, wann und wie sie ihren Lautstärkesteller bedienen sollten, oder es mangelt ihnen an manuellen Fähigkeiten, um diesen Steller genau zu bedienen.

Der Situations Optimizer™ II ist dazu vorgesehen, die Balance zwischen Komfort und Verständlichkeit zu erreichen, indem die Verstärkungscharakteristiken, vorgegeben durch die WDRC erhalten bleiben, während sich die Lautstärke automatisch basierend auf dem Verhalten des Benutzers ändert. Zusätzlich wird eine Geräuschreduktion für jede Umgebung so eingestellt,

dass sie den Patienten ein feiner angepasstes Hörerlebnis bietet.

Das SO II Feature arbeitet mit drei Komponenten, um die Balance zwischen Komfort und Verständlichkeit in den sich ändernden Umgebungen zu erhalten; 1) die Situationsklassifikation, 2) Änderungen der Lautstärkeeinstellung und 3) Einstellung der Störgeräuschunterdrückung. Die Analyse der Hörumgebung beginnt mit zwei grundlegenden Messungen in dB SPL und einer Schätzung des Signal-Rauschabstands (SNR). Die Analyse dieser beiden Messungen ermöglicht es dem Hörsystemprozessor, das Umfeld in eine der sieben Hörsituationen zu kategorisieren. Diese sieben Umgebungen werden bezeichnet als „Ruhe“, „Leise Sprache“, „Laute Sprache“, „Sprache im Störgeräusch moderat“, „Sprache im Störgeräusch laut“, „Störgeräusch moderat“ und „Störgeräusch laut“. Kann die Hörsituation mehr als einer Umgebung zugeordnet werden, wird sie auch in mehr als einer Umgebung klassifiziert.

Nach der Kategorisierung erhöht oder reduziert das SO II Feature automatisch die Verstärkungseinstellungen. Wenn zum Beispiel Sprache im Störgeräusch identifiziert wird, und die bevorzugte Verstärkung für diese Situation 2 dB geringer ist als die berechnete Verstärkung für diesen Hörverlust, reduziert das SO II Feature die Gesamtverstärkung in dieser Umgebung um 2 dB. Wenn sich die Umgebungscharakteristiken ändern, oder sich der Patient in eine andere Hörsituation bewegt, vielleicht eine ruhige mit einem einzelnen

**ReSound**

■■■■■■■■■■  
rediscover hearing

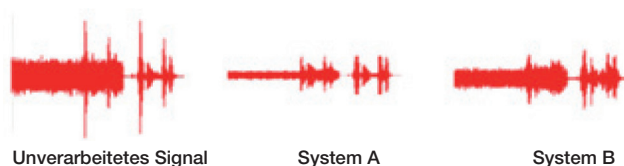
Sprecher, ändert sich die Gesamtlautstärke auf den Pegel, der für diese Bedingung spezifiziert ist. Zusätzlich können verschiedene Level der Geräuschreduktion für jede Hörumgebung erwünscht sein.

Die Schwierigkeit beim Hören im Störgeräusch ist immer noch eine signifikante Ursache für die Ablehnung von Hörsystemen. Das Scheitern beim Hören im Störgeräusch steht oft mit zwei Komponenten in Verbindung: 1) schlechter Signal-Rauschabstand und 2) die laute Umgebung ist unangenehm laut und deshalb sehr verwirrend. Separate aber überlappende Lösungen wurden entwickelt, um diese zwei Komponenten anzugehen.

Die Richtmikrofontechnologie ist die wichtigste Methode, den Signal-Rauschabstand zu verbessern, und die digitale Geräuschunterdrückung verbessert den Hörkomfort und die Klangqualität. Um eine Balance zwischen dem Hörkomfort und der Verständlichkeit zu erreichen, kann der Situations Optimizer™ II in Verbindung mit einer von ReSound's direktionalen Optionen zum Einsatz kommen. Diese direktionalen Optionen können sicherstellen, dass der SNR in einer lauten Umgebung optimiert wird. Die integrierten automatischen Einstellungen der Lautstärke und Geräuschreduktion (NoiseTracker™ II) sind eine Hilfe für die Patienten, die Unbehagen im Störgeräusch erleben.

Die Algorithmen zur Geräuschreduktion funktionieren normalerweise, indem sie das ankommende Signal sampeln und basierend auf den Modulationscharakteristiken entweder Geräusch oder Sprache identifizieren. Einfach gesagt, die in den meisten Algorithmen getroffene Annahme besagt, dass Sprache normalerweise eine hohe Modulation aufweist, während das Geräusch weniger moduliert ist. Nachdem der Algorithmus das Eingangssignal analysiert hat, bewirkt die Signalverarbeitung eine band spezifische Verstärkungsreduktion. Es ist anzumerken, dass nicht alle Algorithmen für die Geräuschreduktion in der Lage sind, Sprache im Störgeräusch genau zu identifizieren. Einige Ansätze von Systemen zur Geräuschunterdrückung haben gezeigt, dass sie fälschlicherweise die Verstärkung reduzieren. Abbildung 1 zeigt, wie zwei verschiedene Systeme der modulationsbasierten Ge-

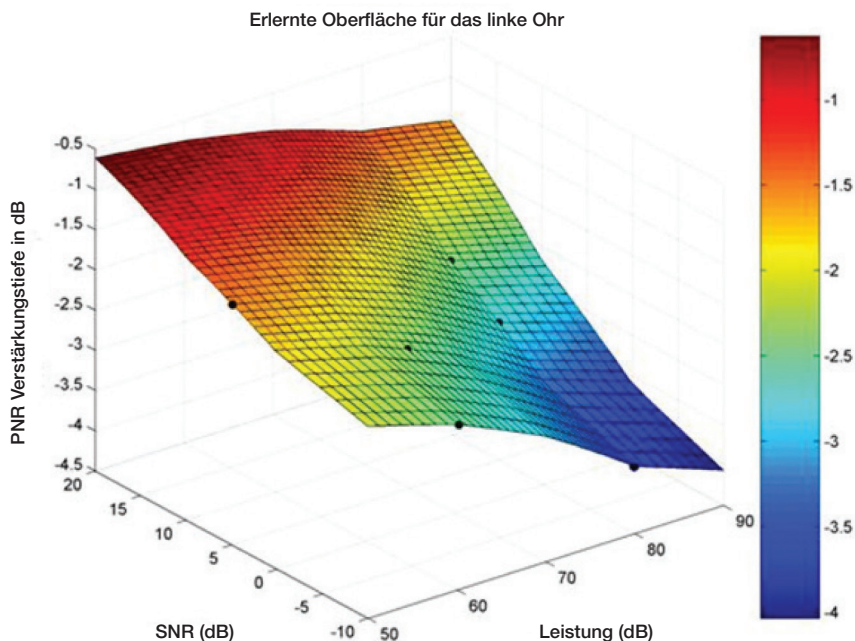
räuschunterdrückung ein Dauergemisch und Sprache, die in diesem Geräusch eingebettet ist, beeinflussen. Während beide Systeme den Geräuschpegel im Vergleich zu dem Originalsignal in gewissem Maße reduzieren, werden auch der Pegel und die Spitzen der Sprache reduziert. Diese Strategie kann möglicherweise die Verstärkung von wichtigen Sprachinformationen reduzieren und dazu führen, dass die Hörbarkeit vermindert oder die Klangqualität gedämpft ist. Aus diesem Grund ist eine Geräuschreduktionsmethode besser, die das Geräusch speziell in den Frequenzbereichen reduziert, in denen der Signal-Rauschabstand gering ist.



**Abbildung 1.** Modulationsbasierte Geräuschunterdrückungssysteme können Geräuschpegel reduzieren, aber auch die Verstärkung für Sprache beeinflussen. Wellenformen, die mit zwei verschiedenen Systemen aufgenommen wurden, zeigen die Reduktion von Sprachspitzen, was sowohl die Klarheit als auch die Hörbarkeit der Sprache beeinflussen kann.

Mit den Jahren, wurden die meisten Geräuschunterdrückungssysteme so realisiert, dass die Signalverarbeitung für die verschiedenen Hörumgebungen fest eingestellt ist entweder auf ein Ein-/Aus-Muster oder eine Einstellung als „Maß für die Geräuschreduktion“ (mild, moderat, stark, usw.). Verschiedene Geräuschreduktionslevels könnten manuell auswählbaren Programmen zugeordnet werden, die für den Einsatz in speziellen Situationen in einem Mehrprogramm Hörsystem vorgesehen sind. Während diese Strategie für Einige evtl. annehmbar wäre, erfordert dies von Endverbraucher, dass er weiß, wann und wie er diese individuellen Programme verwendet. Wenn man bedenkt, dass konstante Einstellungen für die Geräuschreduktion in Abhängigkeit von der Umgebung einen negativen Einfluss entweder auf die Sprachverständlichkeit oder den Komfort haben könnten, wurde das Konzept der einstellbaren Geräuschreduktion ähnlich der Funktion eines Lautstärkestellers untersucht.

In einem internen Versuch wurden die Teilnehmer gebeten die Geräuschunterdrückung in Umgebungen,



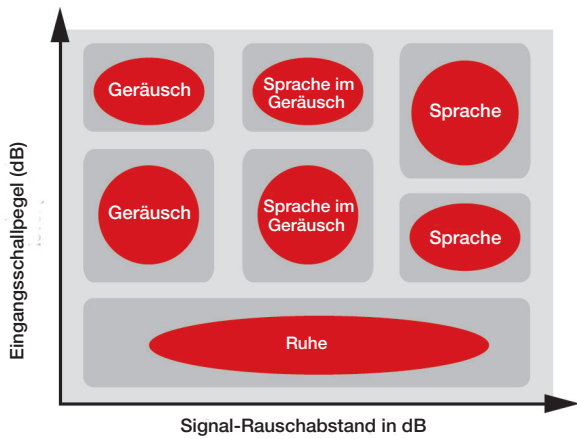
**Abbildung 2.** Beispiel der Ergebnisse eines internen Tests, in dem die Versuchspersonen gebeten wurden, die Geräuschreduktion in Situationen einzustellen, die sich im Schalldruckpegel und SNR unterscheiden. In Umgebungen mit hohen Pegeln und geringem Signal-Rauschabstand bevorzugten die Patienten eine Geräuschreduktion auf einem hohen Level. Wenn dagegen die Umgebung einen leiseren Gesamtpegel und einen geringeren geschätzten SNR hatte, wurde weniger Geräuschreduktion bevorzugt.

die sich im Eingangsschalldruckpegel und SNR unterscheiden, manuell einzustellen. Abbildung 2 illustriert, das in Umgebungen mit hohen Pegeln und geringem Signal-Rauschabstand die Patienten eine Geräuschunterdrückung bevorzugten, die auf einen hohen Level eingestellt war. Wenn die Umgebung dagegen einen leiseren Gesamtpegel und einen geringeren geschätzten SNR hatte, wurde weniger Geräuschunterdrückung bevorzugt.

Obwohl das Ziel der Geräuschunterdrückung ist, Hintergrundgeräusch zu reduzieren, ohne das Sprachsignal zu beeinflussen, kann der Level der Geräuschreduktion die Einschwingzeit und die Höhe der Verstärkungsreduktion pro Band bedingt verändern. Aus diesem Grund hat eine auf der Umgebung basierende Geräuschreduktion klare Vorteile. Spezielle Einstellungen können realisiert werden, ohne das man ein manuelles Bedienelement wie z.B. eine Taste betätigen muss. Ein verbessertes Hören in verschiedenen Umgebungen ist möglich mit einer stark reduzierten Höranstrengung.

Zusätzlich zu der für jede Umgebung automatisierten Einstellung des „NoiseTracker™ II“, wurde das SO II Feature aktualisiert, damit es eine verfeinerte Strategie für die Umgebungsklassifikation anwendet. In vielen Fällen passt die Umgebung nicht klar in eine der sieben vom System definierten Kategorien hinein. Zum Beispiel bei einem Essen mit der Familie zuhause, ändert sich die klassifizierte Umgebung, wenn die Unterhaltung leiser und wieder lauter wird, und Hintergrundgeräusche wie z.B. Musik, der Fernsehton oder das Abräumen des Tisches stören.

Der Algorithmus steuert die Lautstärke und die Einstellungen von NoiseTracker™ II so, dass die lineare Kombination der berechneten Einstellungen für die drei am besten geeigneten Kategorien kontinuierlich geändert wird (Abbildung 3). Da das Hörsystem ständig in der Lage ist Kombinationen von Klassifikationen zu abrufen, ermöglichen graduelle Änderungen der Hörsystemfunktionen im Hintergrund der Szenen, dass der Hörssystemträger transparente Klangübergänge erlebt.

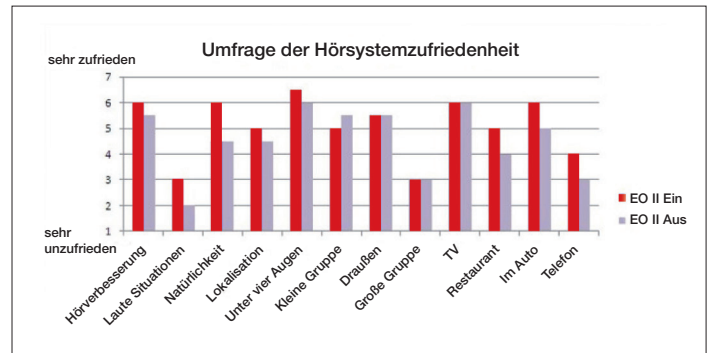


**Abbildung 3.** Die Kategorisierung von Umgebungen anhand des Eingangspegels und der SNR-Schätzung findet kontinuierlich statt. Der Algorithmus steuert die Lautstärke und die Einstellungen des NoiseTracker II, damit sich die lineare Kombination der berechneten Einstellungen für die drei am besten geeigneten Kategorien kontinuierlich ändert.

Als Teil einer Studie, welche den Benefit von dem SO II Feature untersucht hat, trugen zehn erfahrene Hörsystemträger die Geräte Alera 960 Receiver-in-the-Ear (RIE) während einer Testphase von zwei Wochen. In einem Zeitabschnitt war das SO II Feature bei den berechneten Einstellungen aktiviert, und im anderen war dieses Feature nicht aktiviert. Die Verstärkungseinstellungen wurden in den beiden Zeitabschnitten konstant gelassen, und die Bedingungen waren ausgeglichen.

Nach jedem Zeitabschnitt wurde die Hearing Aid Satisfaction Scale (HASS) durchgeführt, um den Einfluss des SO II Features abzufragen.<sup>1</sup> Abbildung 4 zeigt den Median der Bewertungen der Zufriedenheit für die Features und die Hörsituationen, wobei evtl. zu erwarten war, dass der SO II einen Vorteil zusätzlich zu der grundlegenden Hörsystemverarbeitung bietet.

In Übereinstimmung mit den Erwartungen waren die Unterschiede zwischen den beiden Bedingungen subtil. Die Zufriedenheit der Teilnehmer war, wenn der SO II eingeschaltet war, für Situationen wie z.B. eine Unterhaltung unter vier Augen, in Restaurants und im Auto ein wenig höher. Insgesamt gab es eine kleine aber signifikant höhere Bewertung der Zufriedenheit mit eingeschaltetem SO II im Vergleich zum ausgeschalteten ( $p=0,002$ ).



**Abbildung 4.** Median der Bewertungen der Zufriedenheit für die Bedingungen Ein und Aus des Situations Optimizer™ II.

Die Gesamtzufriedenheit mit dem Hörsystem wurde durch die Fähigkeit des Situations Optimizer in mehreren Hörumgebungen verbessert. Dieses Konzept ist von herausragender Wichtigkeit, wenn man bedenkt, dass die Hörsysteme für ein kontinuierliches Tragen über den ganzen Tag vorgesehen sind.

Eine Hörsystemanpassung beginnt normalerweise mit einer berechneten Einstellung für die Kompressionscharakteristiken basierend auf den individuellen audiometrischen Daten. Diese Verstärkungs- und Parametereinstellungen erfüllen normalerweise nicht die Höranforderungen in allen Bedingungen. Während des Tages möchte der Endverbraucher evtl. verschiedene Aspekte des verstärkten Schallsignals in unterschiedlichen Situationen erhöhen oder verringern. Der Situations Optimizer™ II verbessert die Zufriedenheit, indem er die Lautstärke und die Geräuschreduktion an die vorteilhaftesten Einstellungen für jede Hörumgebung des Hörsystemträgers nahtlos adaptiert.

## ZUSAMMENFASSUNG

In einer einfach verblindeten, randomisierten Studie, die vorher beschrieben wurde, konnte die Präferenz der Patienten für den Situations Optimizer™ II demonstriert werden.

Es sollte angemerkt werden, dass andere geräuschvermindernde Strategien wie z.B. Richtmikrofone nicht verwendet wurden, um sicherzustellen, dass nur die Effekte des Situations Optimizers zum Tragen kamen.

Angesichts dieser Ergebnisse kann das Feature SO II die Präferenzen der Benutzer in ihren dynamischen Hörumgebungen zufriedenstellen, indem er eine automatische, personalisierte Lautstärkeeinstellung bietet. Viele der negativen und unpraktischen Probleme in Verbindung mit einer häufigen oder notwendigen Betätigung eines manuellen Lautstärkestellers oder Programmschalters wurden abgestellt. Die Funktion eines automatischen Lautstärkestellers wird mit einer individuell zugeschnittenen adaptiven Geräuschunterdrückung kombiniert, um die Verstärkung sowohl für verschiedene Hörumgebungen als auch den Komfort im Geräusch anzupassen.

Das SO II Feature kann über die automatisierten Einstellungen sowohl der Verstärkung als auch der Einstellungen des NoiseTracker™ II den Nutzen des Hörsystems in den verschiedenen Hörumgebungen verbessern und ein zufriedenstellenderes Hörerlebnis bewirken.

#### **LITERATUR**

1. Kochkin, S. 1997. MarkeTrak IV hearing aid satisfaction survey. In Subjective measures of satisfaction and benefit: Establishing norms. Seminars in Hearing, 18(1), 37-48.
2. Kochkin S. Increasing hearing aid adoption through multiple environmental listening utility. The Hearing Journal. 2007; 60 (11), 28-31.