



# Valeo<sup>TM</sup>

## SoundSelect Manager

### Zusammenfassung

Es gibt keine «optimale» Signalverarbeitung für alle Hörverluste und alle Hörsituationen. Vielmehr hängt die Wahl der passenden Kompressionsstrategie (WDRC, SC oder linear) vom individuellen Audiogramm, von persönlichen Vorlieben und Gewohnheiten, aber auch von der jeweiligen akustischen Umgebung ab. Aus diesem Grund sind Multi-Signalverarbeitungs-Hörgeräte am besten geeignet, den Kundenbedürfnissen in einer Vielzahl von Umgebungen zu entsprechen und damit die Gesamtzufriedenheit zu erhöhen. Valeo mit SoundSelect Manager wählt abhängig vom Audiogramm für jedes Hörprogramm automatisch eine Kompressionsstrategie, die mit guter Wahrscheinlichkeit den Bedürfnissen des Klienten in allen Hörprogrammen entspricht. Dadurch erhöht sich die Spontanakzeptanz des Hörgerätes. Gleichzeitig verringert sich der Aufwand für die Fein Anpassung und weitere Termine. Der SoundSelect Manager erlaubt bei Bedarf eine kundenorientierte, einfache und intuitive Abstimmung der Kompressionsstrategie in allen Hörprogrammen. So wird das Potenzial einer flexiblen Gestaltung der Hörprogramme voll ausgeschöpft.

**PHONAK**

hearing systems

## Einführung

Die theoretischen Vorteile einer WDRC (Wide Dynamic Range Compression) gegenüber linearen Hörgeräten sind unbestritten. Durch die Abbildung des natürlichen Dynamikbereiches der akustischen Umgebung auf den verbleibenden Dynamikbereich des Schwerhörenden kann dessen Lautheitsempfinden wieder dem eines Normalhörenden angeglichen werden. Der verstärkte Schall ist hörbar, komfortabel und tolerierbar, ohne dass ein Lautstärkeregelner notwendig ist (siehe z.B. Jenstad et al., 2000). Im Gegensatz dazu stehen lineare Hörgeräte, die den Eingangsschall unabhängig vom Pegel verstärken. Das Abschneiden von Pegelspitzen («Peak-Clipping») verhindert zu große Schalldrücke am Trommelfell, erzeugt aber auch Verzerrungen im Ausgangssignal. Einen Kompromiss zwischen linearen und WDRC Hörgeräten stellen Systeme dar, die über einen weiten Dynamikbereich hinweg linear arbeiten, ab einem bestimmten Pegel aufwärts jedoch komprimieren («Super Compression» - SC). Typische Eingangs-/Ausgangskennlinien dieser drei Hörgerätetypen sind in Abbildung 1 dargestellt.

Seit es Hörgeräte mit Dynamikkompression zum Ausgleich des individuellen Recruitment gibt, beschäftigt die Frage nach dem «optimalen» Kompressionssystem die Fachwelt. In einer Vielzahl von Studien wurden die Vor- und Nachteile der WDRC gegenüber linearen Hörgeräten untersucht. Dabei wurde nicht nur das Sprachverstehen berücksichtigt, sondern auch eine Reihe von subjektiven Faktoren wie das Klangempfinden oder die allgemeine Präferenz. Trotz der Vielzahl an Untersuchungen ist es bisher noch nicht gelungen, ein unstrittiges, einheitliches Bild der Dynamikkompression zu erhalten. Geschweige denn, ein «optimales» Kompressionssystem zu finden, welches für alle Schwerhörenden in allen Situationen die besten Ergebnisse liefert. Ein Grund dafür ist die große Bandbreite von verfügbaren Kompressionssystemen. Durch Variation des Kompressionsverhältnisses, des Kompressionskniepunktes, der Zeitkonstanten sowie der Anzahl der Frequenzbänder, in denen unabhängig voneinander komprimiert wird, ändert sich die Charakteristik der Dynamikkompression entscheidend. Durch die Verwendung sehr langer Zeitkonstanten beispielsweise wird das Verhalten des Hörgerätes schließlich linear, da Schwankungen des Eingangspegels nur noch sehr träge erfasst werden. Ein direkter Vergleich der Untersuchungsergebnisse wird dadurch erschwert. Ein weiterer Grund, der es vermutlich unmöglich macht, jemals ein «optimales» Kompressionssystem zu finden, liegt in den individuell verschiedenen Vorlieben, Gewohnheiten und Bedürfnissen der Hörgeräteträger.



Abb. 1: Typische Eingangs-/Ausgangskennlinien von WDRC, SC und linearer Verarbeitung.

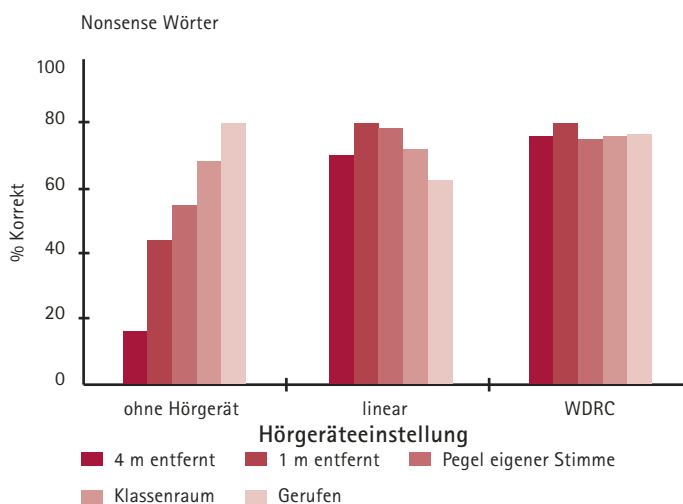


Abb. 2: Sprachverstehen mit WDRC und linearer Einstellung in verschiedenen simulierten Situationen (nach Jenstad et al., 1999).

## Kompression und Sprachverstehen

Da bei WDRC-Hörgeräten leise Eingangspegel vergleichsweise mehr verstärkt werden als bei linearen Hörgeräten, ist vor allen Dingen für leise Sprache eine Verbesserung des Sprachverstehens zu erwarten. Tatsächlich wird dies von einer Reihe von Studien bestätigt. Jenstad et al. (1999) führten Spracherkennungsexperimente in verschiedenen simulierten akustischen Umgebungen durch (z.B. normallaute Sprache aus einer Entfernung von vier Metern, aus einer Entfernung von einem Meter, sowie laut gerufene Sprache aus einem Meter). Dabei erlaubte die WDRC ein durchgehend hohes Sprachverstehen in allen Umgebungen, während die lineare Einstellung bei leiser und laut gerufener Sprache schlechter abschnitt (siehe Abbildung 2).

Dieses Ergebnis wurde durch subjektive Lautheitsbeurteilungen in den jeweiligen Situationen bestätigt. 11 von 12 Versuchs-

### Sprache in ruhiger Umgebung

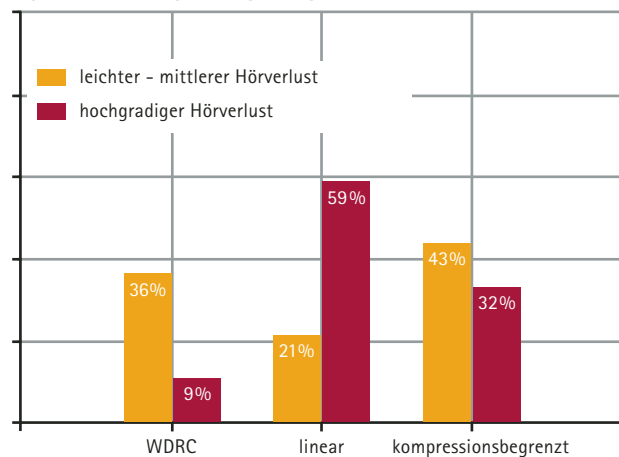


Abb. 3: Bevorzugung verschiedener Signalverarbeitungen durch mittel- bzw. hochgradig Schwerhörende (in ruhigen Sprachumgebungen; aus Hayes 2004).

personen profitierten von der WDRC, verglichen mit der linearen Einstellung. Zu ähnlichen Ergebnissen kamen Souza und Turner (1999). Bei leisen und mittleren Sprachpegeln ermöglichte die WDRC gegenüber einer linearen Einstellung ein verbessertes Sprachverstehen. Das verbesserte Sprachverstehen ging einher mit einer Verbesserung der Hörbarkeit, die durch den Articulation Index ermittelt wurde. Allgemein lässt sich daher sagen, dass eine WDRC in der Regel die Hörbarkeit leiser Eingangsspiegel erhöht und dadurch zum verbesserten Sprachverstehen leiser bis mittellauter Sprache beiträgt.

### Der Einfluss des Hörverlustes

Obwohl die WDRC zu verbessertem Sprachverstehen bei leisen Eingangssignalen beiträgt, wird sie nicht von allen Schwerhörenden generell bevorzugt. Offenbar spielen also noch andere Faktoren eine Rolle. Kiessling et al. (1997) untersuchten den Einfluss des Tonaudiogramm-Typs auf die Bevorzugung von WDRC bzw. SC. Während Probanden mit flachem Hörverlust meistens die WDRC bevorzugten, tendierten Schwerhörende mit einem ausgeprägten Hochtonabfall klar zur SC-Strategie. Allerdings wurde ein einkanaliges Hörgerät verwendet, mit dem frequenzabhängige Unterschiede in der benötigten Kompression nicht ausgeglichen werden konnten.

In einer jüngeren Studie zu einem 4-Kanal Hörgerät mit umschaltbaren Kompressionsstrategien zeigte sich ebenfalls eine deutliche Abhängigkeit zwischen dem Grad des Hörverlustes und der bevorzugten Signalverarbeitung (Hayes 2004). Während Versuchspersonen mit mittelgradigem Hörverlust eher eine WDRC-Einstellung bevorzugten, wählten Probanden mit hochgradigem Hörverlust viel häufiger eine lineare Strategie (siehe Abbildung 3).

Dieses Ergebnis spiegelt die häufige Erfahrung aus der Praxis

wider, dass hochgradig Schwerhörende eher eine lineare Verarbeitung akzeptieren. Eine mögliche Erklärung dafür liegt in den Besonderheiten einer hochgradigen Schwerhörigkeit. Da das spektrale Auflösungsvermögen mit zunehmendem Hörverlust immer schlechter wird (die auditorischen Filter in der Cochlea werden breiter), sind hochgradig Schwerhörende insbesondere auf die zeitliche Struktur des Schalls angewiesen. Eine WDRC mit hohen Kompressionsfaktoren «glättet» die zeitliche Struktur des Schalls. Dadurch gehen möglicherweise wichtige Informationen für das Sprachverstehen verloren (Souza, 2002). Ein möglicher weiterer Grund für die Bevorzugung einer linearen Verarbeitung mag die oft langjährige Verstärkungserfahrung dieser Klientel sein, welche historisch bedingt eher linear versorgt ist. Durch die lange Gewöhnung an lineare Verarbeitung bei gleichzeitig hoher Abhängigkeit vom Hörgerät wird eine kompressive Verarbeitung oft nicht akzeptiert.

### Der Einfluss der Umgebung

Neben dem individuellen Hörverlust hat die jeweilige akustische Umgebung einen großen Einfluss auf die bevorzugte Signalverarbeitung. Während in ruhigen Situationen noch relativ häufig eine WDRC bevorzugt wird, wird in stark störgeräuschbelasteten Umgebungen oft eine lineare Verarbeitung gewünscht. Das «Anheben» des Störgeräuschteppichs durch die WDRC wird dann als störend empfunden und die Schwerhörenden fühlen sich überfrachtet mit Geräuschen, die sie eigentlich gar nicht hören wollen (Hayes 2004; Kiessling et al.,

## Musik

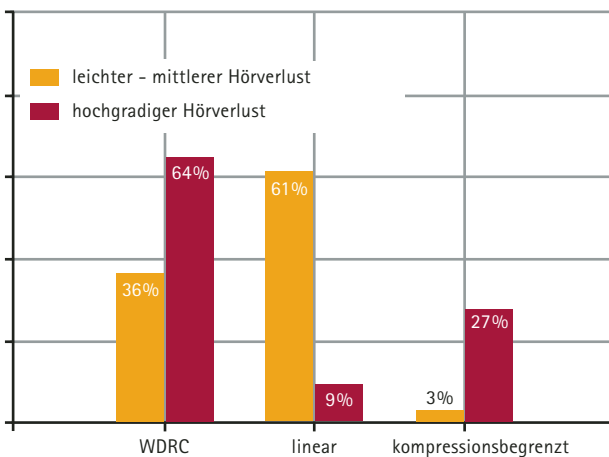


Abb. 4: Beim Musikhören: Bevorzugung verschiedener Signalverarbeitungen durch mittel- bzw. hochgradig Schwerhörende (aus Hayes 2004).

1997). Ein wieder anderes Bild zeigt sich für Musik. Für Klassik und Jazz bei 60–70dB bevorzugten die meisten hochgradig Schwerhörenden eine WDRC (vielleicht um auch die feineren Nuancen mitzubekommen), während die Probanden mit mittelgradigem Hörverlust eher eine lineare Verarbeitung wünschten – vielleicht, um die Musik möglichst «unverzerrt» genießen zu können (Abbildung 4).

Die akustische Umgebung hat offenbar großen Einfluss auf die Bevorzugung der einen oder der anderen Signalverarbeitung. In einer umfassenden Untersuchung wurde der Einfluss unterschiedlichster Faktoren auf die Wahl einer bestimmten Kompressionsstrategie überprüft (Gatehouse et al., 2000). Dabei zeigte sich ein eindeutiger Zusammenhang zwischen dem «akustischen Lebensstil» und der bevorzugten Verarbeitung.

Und so wird klar, dass es nicht «die» Kompressionsstrategie für alle Hörverluste und alle Hörsituationen geben kann. Zudem unterscheiden sich die individuellen Bedürfnisse zum Teil klar voneinander. Ein modernes Hörsystem muss diesen Gegebenheiten Rechnung tragen, damit ein Höchstmaß an Zufriedenheit und Nutzen erreicht werden kann.

### Vorteile von Multi-Programm Hörgeräten

Multi-Programm Hörgeräte wie Valeo ermöglichen, in verschiedenen Hörsituationen die jeweils passende Verarbeitungstrategie zu aktivieren. Sie verfügen über mehrere Hörprogramme mit unterschiedlichen Schallverarbeitungen.



Sie geben dem Hörgeräteakustiker die Flexibilität, die Geräte entsprechend des Hörverlustes an verschiedene Hörsituationen anzupassen. Der Benutzer kann manuell in das jeweils gewünschte Hörprogramm umschalten. Das Umschalten erfolgt entweder über eine Fernbedienung oder direkt am Gerät. In einer Umfrage zur Zufriedenheit mit Hörgeräten (Kochkin 1996) konnte gezeigt werden, dass die Multi-Programm-Option signifikant zu höherer Kundenzufriedenheit beiträgt. Gleichzeitig steigt die Gesamtzufriedenheit mit dem Hörgerät mit der Anzahl der spezifischen Alltagssituationen, in denen der Schwerhörende zufrieden mit dem Gerät ist (Kochkin, 2002).

### Valeo SoundSelect Manager

Im Valeo Multi-Programm Hörgerät wird der aktuelle Stand der Forschung zu verschiedenen Signalverarbeitungsstrategien konsequent umgesetzt. In der Vorberechnung wird abhängig vom Audiogramm für jedes Hörprogramm automatisch eine Kompressionsstrategie gewählt, die mit guter Wahrscheinlichkeit den Bedürfnissen des Klienten entspricht. Dadurch erhöht sich die Spontanakzeptanz des Hörgerätes. Gleichzeitig verringert sich der Aufwand für die Feinanpassung und weitere Termine. Die Auswahl der Kompressionsstrategien erfolgt aus einem Satz von vier «Grundtypen» von Hörgeräteträgern in der PFG Anpass-Software. Falls der automatisch voreingestellte Grundtyp für den jeweiligen Kunden nicht geeignet sein sollte, erlaubt der SoundSelect Manager durch die Wahl eines anderen Grundtyps eine einfache und intuitive Anpassung der Kompressionsstrategie an die individuellen Bedürfnisse (siehe Abbildung 5). Die Auswahl ist dabei unmittelbar kundenorientiert. Der Hörgeräteakustiker kann die Rückmeldungen des Schwerhörenden direkt und schnell umsetzen, ohne für jedes Hörprogramm einzeln die passende Signalverarbeitungsstrate-



Abb. 5: SoundSelect Manager: Auswahl der vier Grundtypen von Hörgeräteträgern.



Abb. 6: Manuelle Auswahl der Kompressionsstrategie in den einzelnen Hörprogrammen.

gie auswählen zu müssen. Die Anpassung wird effektiver gestaltet, da die Bedürfnisse des Kunden im Mittelpunkt stehen, und nicht die Technologie des Hörgerätes.

Mit der Auswahl des Grundtyps werden im Hintergrund die jeweils passenden Kompressionseinstellungen in den einzelnen Hörprogrammen aktiviert (siehe Tabelle 1).

Die Auswahl der Kompressionsstrategien in den einzelnen Hörprogrammen stützt sich dabei auf Phonaks langjährige und umfassende Erfahrung mit Multi-Signalverarbeitungsstrategien in Hörgeräten mit mehreren Hörprogrammen. Die Auswahl folgt dabei unmittelbar aus den Bedürfnissen der vier Grundtypen von Hörgeräteträgern in den jeweiligen Situationen (siehe Kasten).


Falls die Ansprüche eines Kunden noch individueller sein sollten, ist eine manuelle Anpassung der Kompressionsstrategie in den einzelnen Hörprogrammen möglich (siehe Abbildung 6).

Dadurch kann Valeo buchstäblich auf die Bedürfnisse des jeweiligen Kunden «massgeschneidert» werden. So wird ein Höchstmaß an Akzeptanz und Zufriedenheit in allen Hörsituationen gewährleistet.

	Programm 1: Basisprogramm	Programm 2: Party-Geräusche + AZ	Programm 3: Telefon (ohne T-Spule)
A	dWDRC	dWDRC	dWDRC
B	dWDRC	dSC	dLim
C	dSC	dSC	dSC
D	dLim	dSC	dLim

Tab.1: Kompressionseinstellungen in den einzelnen Hörprogrammen, abhängig vom gewählten Grundtyp.

<b>A</b>	dWDRC in allen Hörprogrammen. Passend für Erstversorgungen sowie für Kunden, die optimale Hörbarkeit und Komfort in allen Hörprogrammen wünschen. Auch für Kunden, die an reine dWDRC Geräte gewöhnt sind und gut damit klarkommen.
<b>B</b>	Für Kunden mit leichtem bis fast hochgradigem Hörverlust. Kunde schätzt Komfort und Hörbarkeit in ruhigen Situationen, daher dWDRC im Basisprogramm. Will in Störgeräuschsituationen aber nicht mit Höreindrücken «überfrachtet» werden, daher dSC im Programm Party-Geräusche.
<b>C</b>	Kunde mit hochgradigem Hörverlust. Schätzt klare, kontrastreiche Sprachqualität. Ist eher gewöhnt an lineare oder kompressionsbegrenzte Verarbeitung.
<b>D</b>	Kunde mit hochgradigem Hörverlust, langer Hörgeräteerfahrung und starker Gewöhnung an lineare Verarbeitung.



## Bibliografie

Gatehouse S, Elberling C, Naylor G (2000). Aspects of auditory ecology and psychoacoustic function as determinants of benefits from and candidature for nonlinear processing in hearing aids. Paper presented at the International Hearing Aid Conference, Lake Tahoe, CA, 2000.

Hayes D (2004). Multiple Processing Strategies to Accommodate Various Listening Preferences, Audiology Online ([www.audiologyonline.com](http://www.audiologyonline.com))

Jenstad LM, Seewald RC, Cornelisse LE, Shantz J (1999). Comparison of linear gain and wide dynamic range compression hearing aid circuits: aided speech perception measures. *Ear and Hearing* 20(2): 117-26.

Jenstad LM, Pumford J, Seewald RC, Cornelisse LE (2000). Comparison of linear gain and wide dynamic range compression hearing aid circuits II: aided loudness measures. *Ear and Hearing* 21(1): 32-44.

Kiessling J, Margolf-Hackl S, Hartmann A (1997). Nutzen und Akzeptanz unterschiedlicher Kompressionssysteme. *Hörakustik* 32(9): 4-14.

Kochkin S (1996). Customer satisfaction and subjective benefit with high-performance hearing instruments. *Hearing Review* 3(12): 16-26.

Kochkin S (2002). MarkeTrak VI: 10-year customer satisfaction trends in the US hearing instrument market. *Hearing Review* 9(10): 14-25, 46.

Souza PE, Turner CW (1999). Quantifying the contribution of audibility to recognition of compression-amplified speech. *Ear and Hearing* 20(1): 12-20.

Souza PE (2002). Effects of compression on Speech Acoustics, Intelligibility, and Sound Quality. *Trends in Amplification* 6(4): 131-165.