

Sprachverständlichkeit bei Hörgeräten mit verschiedenen Regel-Zeiten

Hojan E., Wojtczak M., Fastl H.*

Institute of Acoustics Adam Mickiewicz University, PL-60-769 Poznań, Poland

*Institute of Man-Machine-Communication, Technical University München, Germany

1. Einleitung

Hörgerätekataloge weisen auf 29 programmierbare Systeme hin, die von 20 verschiedenen Herstellern produziert werden (vgl. Bray, 1994). In allen diesen Systemen ist es möglich, verschiedene Parameter zu regulieren—manche Systeme bieten bis zu 100 regulierbare Parameter. Sehr wichtig wird deswegen die Wahl der Parameterwerte um das Hörgerät optimal an den hörgeschädigten Patienten anzupassen. Hörgeräte eignen sich vor allem für Patienten mit sensorischen Störungen, die meist durch den Recruitment-Effekt gekennzeichnet sind—Reduktion oder sogar Ausfall dynamischer Signalkompression. Die Versuche diese Schädigung in AGC-Systemen zu kompensieren machen uns auf die Zeitkonstanten aufmerksam, die für die Kompression der Dynamik verantwortlich sind.

Meistens behauptet man, daß mit größeren Zeitkonstanten die Ausgangssignale von besserer Qualität werden, ohne typische, kompressionsbedingte Artefakte. Dann aber, bei einer plötzlichen Änderung der Signaldynamik, funktioniert die Kompression praktisch überhaupt nicht (z.B. bei einem Türschlag).

Bei allzu kleinen Zeitwerten kommen unnatürliche Signalverzerrungen vor, die als Reduktion des Zeitkontrastes und—in Systemen mit Mehrkanalkompression—auch des Frequenzkontrastes beschrieben werden.

Wie lang sollen dann die Regelungszeiten sein?

Die Literatur liefert Zeitwerte von 30 ms (vgl. Wojtczak, 1996), bis 200 ms (vgl. Apell et al., 1995) und empfiehlt entsprechende Kompressionswerte, von 2 bis 2,5 und von 3 bis 6 (in drei Kanälen). Andere Autoren (vgl. Ringdahl et al., 1990) haben die optimale Signalqualität mit Kompression in zwei Kanälen verbunden, wobei im Niederfrequenzkanal die Regelungszeiten 500 ms lang, und in dem Hochfrequenzkanal, gleich null waren. Auch Neuman et al (1995) zeigen die Korrelation zwischen diesen Zeiten und Signalqualität.

Wesentliche Faktoren bei der Regelungszeitenanalyse sind die pathologischen Höreigenschaften, vor allem im Bereich der Zeit- und Frequenzdiskrimination des Signals. Bei Schwerhörigen sind im Vergleich zu Normalhörenden meistens Höreigenschaften wie zeitliche Integration, Frequenzunterscheidung, Frequenzauflösung oder Pegelunterscheidung reduziert (vgl. Zwicker und Fastl, 1990).

Gute Sprachverständlichkeit hängt aber gerade von diesen Höreigenschaften ab. Sehr kritisch sieht das in lärmereicher Umgebung aus (vgl. Stempinger et al., 1994).

Darüber hinaus hat sich gezeigt (vgl. Hojan, Fastl, 1996), daß die Unterschiede zwischen den Sprach-Geräusch-Abständen ΔL für gleiche Sprachverständlichkeitsquote $v = 50\%$ beim CCITT Rec. G 227 und Fastl-Geräusch für Schwerhörrende ohne bzw. mit Hörgerät erstaunlich groß sind.

In unserer Pilotstudien wollten wir die Verbindung zwischen Höreigenschaften und erwähnten Regelzeiten zu schildern.

2. Experimente

2.1 Versuchspersonen

An den Experimenten nahmen drei Versuchspersonen im Alter von 29, 52 und 74 Jahren mit beidseitigen Innenohrschwerhörigkeiten teil. Der Hörverlust dieser Versuchspersonen liegt zwischen 40 und 95 dB im Frequenzbereich zwischen 125 und 6000 Hz. Alle Personen tragen schon seit Jahren ein Hörgerät. Ohne Hörgeräte war die Sprachverständlichkeitsquote gleich null.

2.2 Meßmethode

Der Freiburger Wörertest (Einsilber) und die Störgeräusche nach Fastl (vgl. Fastl, 1993; Westra, 1992) bzw. nach CCITT Rec. G 227 wurden jeweils mit dem gewünschten Signal-Geräuschabstand (von -2 bis +22 dB in 2 dB Stufen) den Schwerhörenden ohne Hörgerät, dann mit dem getragenen Hörgerät sowie mit einem Hörgerät mit einstellbaren Ein- und Ausschwingzeiten über Lautsprecher in einer schallsolierten Meßkabine dargeboten. Die Verstärkungskurve des Hörgeräts mit einstellbaren Ein- und Ausschwingzeiten ist genau auf die Verstärkungskurve des vom Patienten getragenen Hörgerätes bei der Sprachverständlichkeitsquote $v = 50\%$, angepaßt worden. Die Versuchspersonen haben die von ihnen gehörten Wörter laut wiederholt.

Für die Schwerhörenden sind zusätzlich zeitliche Integration, zeitliche Auflösung und Frequenzselektivität gemessen worden (vgl. Zwicker und Fastl, 1990).

3. Ergebnisse

Die gemessenen Unterschiede ΔL im Signal-Rausch-Abstand waren für gleiche Sprachverständlichkeitsquote $v = 50\%$ beim CCITT-Störgeräusch für alle drei Schwerhörigen ohne Hörgerät bzw. mit dem getragenen Hörgerät, sehr gering (≈ 4 dB), beim Fastl-Störgeräusch waren sie jedoch deutlich größer (≈ 11 dB), Tab. 1

Tabelle 1 *

Sprach-Störgeräusch-Abstand ΔL für Schwerhörende und Normalhörende bei Sprachverständlichkeitsquote $v=50\%$ richtig verstandener Einsilber, bei zwei Störgeräuschen - nach CCITT und nach Fastl.

ΔL [dB]					
ohne Hörgerät		mit Hörgerät		Normalhörende *	
CCITT-Geräusch	Fastl-Geräusch	CCITT-Geräusch	Fastl-Geräusch	CCITT-Geräusch	Fastl-Geräusch
+10	+1	+14	+12	-4	-8

*(vgl. Hojan und Fastl, 1996)

Die von den Schwerhörigen getragenen Hörgeräte haben alle festgelegte Ein(EZ)- und Ausschwingzeiten (AZ) der Stell- und Regelschaltungen: beim Schwerhörenden L.H.: EZ=3ms, AZ=50ms, beim Schwerhörenden F.S.: EZ=9ms, AZ=110ms, beim Schwerhörenden H.D.: ohne AGC.

Die gemessene zeitliche Auflösung ist für drei Schwerhörende gemessen worden, Tab. 2, Fig. 1, (vgl. Hojan und Fastl, 1996).

Tabelle 2
Temporal Reduction Factors (TRF)

	TRF		
	500 Hz	1500 Hz	4000 Hz
L.H.	0.67	1.00	1.00
F.S.	0.20	0.50	-0.17
H.D.	4.00	0.00	0.50

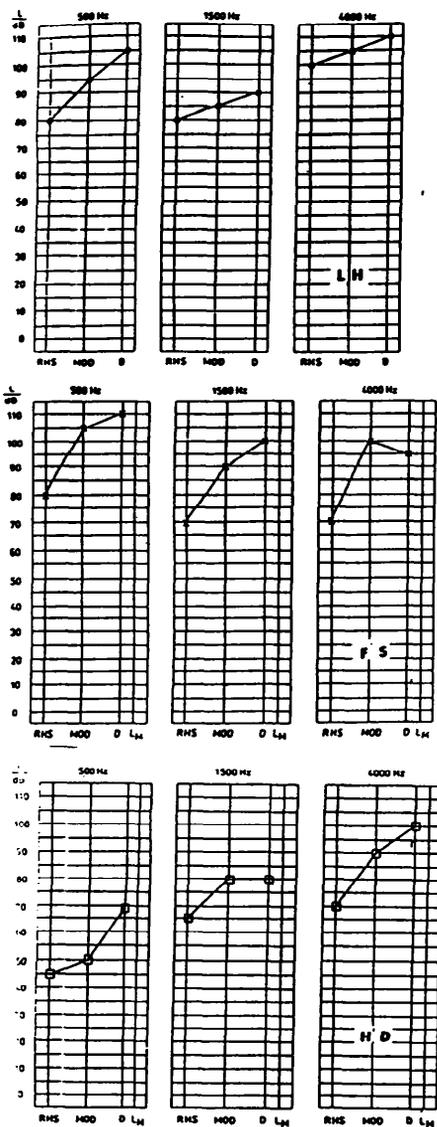


Fig. 1 Zeitauflösung für 500 Hz, 1500 Hz und 4 kHz Testtöne für 3 Schwerhörende.

Die Tab.2 zeigt die Temporal Reduction Factors (TRF) für 500 Hz, 1500 Hz und 4 kHz Testtöne für 3 Schwerhörende : L.H., F.S., H.D.

Für Normalhörende ist der TRF = 1, unabhängig von Frequenz. Die Zeitauflösungsvermögen. Fig. 1 für Patient L.H. bei 500 Hz ist deutlich schlechter als für Normalhörende geworden, bei 1500 Hz und 4000 Hz ist sie aber normal.

Beim den Schwerhörenden F.S. ist die zeitlichen Auflösung ganz schlecht für alle zwei Frequenzen, vor allem für 4 kHz.

Beim Schwerhörenden H.D. ist die zeitliche Auflösung vor allem im Bereich 1.5 kHz im Vergleich zu Normalhörenden wesentlich verschlechtert.

Die gemessene zeitliche Integration ist auch für Schwerhörende gemessen worden, Fig 2, (vgl.Hojan et al., 1996).

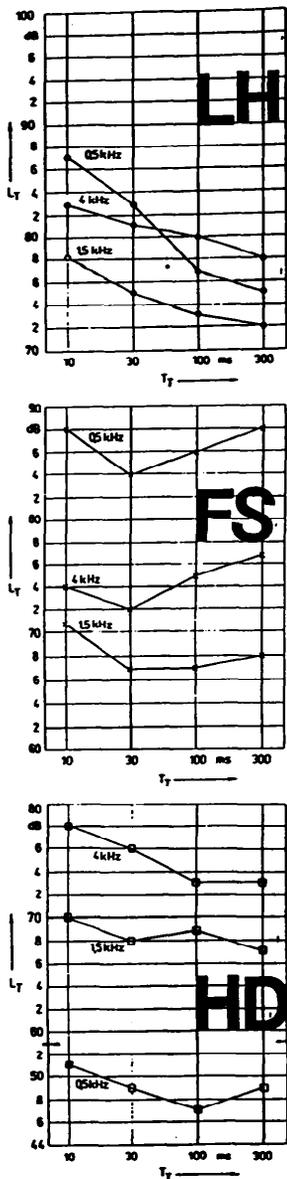


Fig.2. Zeitliche Integration für 500 Hz, 1500 Hz und 4 kHz Testtöne für 3 Schwerhörende.

Für Schwerhörenden L.H. ist die zeitliche Integration vor allem für 1,5 kHz und 4 kHz gestört.

Bei den Schwerhörenden F.S. und H.D. ist die zeitliche Integration dann ganz schlecht.

Für die drei erwähnten Schwerhörenden ist zusätzlich die Sprachverständlichkeitsquote bei zwei Störgeräuschen (nach CCITT und nach Fastl) mit einem Hörgerät mit einstellbaren Ein- und Ausschwingzeiten, bestimmt worden.

Beim Schwerhörenden L.H. (getragenes Hörgerät mit $EZ=3ms, AZ=50ms$) hat sich in vielen Fällen die Sprachverständlichkeitsquote v vergrößert. Nur bei $EZ=0ms, AZ=7ms$ (beim Fastl-Störgeräusch) hat sich v verkleinert.

Den größten Gewinn hat der Schwerhörende L.H. bei $EZ=100ms, AZ=35ms$ erreicht ($v=60\%$ beim CCITT-Störgeräusch und $v=85\%$ beim Fastl-Störgeräusch).

Ganz anders sehen die Daten für den Schwerhörenden F.S. (getragenes Hörgerät mit $EZ=9ms, AZ=110ms$) aus, bei dem in allen Fällen die Sprachverständlichkeitsquote v verkleinert worden ist.

Auch beim Schwerhörenden H.D. (getragenes Hörgerät ohne AGC), ist in allen Fällen die Sprachverständlichkeitsquote v verkleinert worden.

Offensichtlich sind mit Hörgeräten mit einstellbarer Ein- und Ausschwingzeit insbesondere dann Erfolge zu erwarten, wenn wie beim Schwerhörigen L.H., das Zeitaufklärungsvermögen und die zeitliche Integration nicht zu sehr gestört sind.

4. Schlußbemerkungen

Beim Schwerhörigen tritt eine Reduktion des Sprachverstehens vor allem in lärmgefüllter Umgebung auf. Die Größe dieser Reduktion hängt von verschiedenen Gehöreigenschaften des Patienten ab. Der wesentliche Effekt erklärt sich durch ein zwar gestörtes, jedoch noch vorhandenes zeitliches Auflösungsvermögen der Patienten.

Bemerkenswert ist, daß die getragenen Hörgeräte bei Schwerhörigen noch vorhandene, annähernd normale Gehöreigenschaften verschlechtern; es ist zu vermuten, daß es sich dabei (hier) vor allem um das Zeitaufklärungsvermögen handelt.

Die Größe der Reduktion der zeitlichen Auflösung des Gehörs entscheidet dann darüber, ob es noch möglich ist, mit einem Hörgerät mit einstellbaren Ein- und Ausschwingzeiten, die Sprachverständlichkeitsquote zu verbessern.

Diese Arbeit wurde von der Deutschen Forschungsgemeinschaft im Rahmen des SFB 204 „Gehör“ München sowie von der Alexander von Humboldt Stiftung gefördert.

Literatur:

APPEL J.E., HOHMANN V., KOLLMEIER B. (1995)
„Vergleich verschiedener digital realisierter Signalverarbeitungsstrategien für Dreikanal-Hörgeräte mit Dynamikkompression“, Audiologische Akustik 3, 134-143.

BRAY V.H. (1994)
„A Classification System for Programmable Hearing Instruments“, Lecture by Resound, July 5.

FASTL H. (1993)
„A masking noise for speech intelligibility tests“, Proc. TC Hearing Acoust. Soc. of Japan, H-93-70.

HAUTMANN I., FASTL H. (1993)
„Zur Verständlichkeit von Einsilbern und Dreisilbern im Störgeräusch“, DAGA, 784-787.

HOJAN E., FASTL H. (1996)
„Verständlichkeitsuntersuchungen in unterschiedlichen Störgeräuschen bei Schwerhörigen mit bzw. ohne Hörgerät“, Audiologische Akustik, (eingereicht).

NEUMAN A.C., BAKKE M.H., MACKERSIE C., HELLMAN S., LEVITT H. (1995)
„Effect of release time in compression hearing aids: Paired-comparison judgments of quality“, JASA, 98(6), 3182-3187.

RINGDAHL A., ERIKSSON-MANGOLD M., ISRAELSSON A., LINDKVIST A., MANGOLD S. (1990)
„Clinical trials with a programmable hearing aid set for various listening environments“, British Society of Audiology, 24, 235-242.

STEMPLINGER I., FASTL H., SCHORN K., BRÜGEL F. (1994)
„Zur Verständlichkeit von Einsilbern in unterschiedlichen Störgeräuschen“, DAGA, 1469-1472

WESTRA (1992)
„Westra Audiometrie Disc Nr. 11: Zahlen-Wörtertest nach DIN 45621 mit Störgeräusch Prof. Dr.-Ing. H. Fastl“

WOJTCZAK M. (1996)
„Study on intensity and frequency discrimination in people with normal and impairments hearing“, Dissertation, University of Poznań, Poland

ZWICKER E., FASTL H. (1990)
„Psychoacoustics-Facts and Models“, Springer Verlag, Berlin.