

Auditory Ecology: Charakterisierung typischer Alltagssituationen mit objektiven und subjektiven Größen

Franziska Eckardt^{1,2}, Inga Holube², Elmar Fichtl³, Friedrich Müller⁴

¹Medizinische Physik, Carl-von-Ossietzky Universität, Oldenburg

²Institut für Hörtechnik und Audiologie, Jade Hochschule, Oldenburg

³Phonak AG, Stäfa, Schweiz

⁴Institut für experimentelle Wirtschaftspsychologie, Leuphana Universität, Lüneburg

Schlüsselwörter: Alltagssituation, Höranstrengung, Kategorienunterteilungsverfahren, Lautheit, RMS, Bark-Spektrum, Schwerhörige

Einleitung

Für die Beziehung zwischen den individuellen Ansprüchen an die auditive Wahrnehmung und dem jeweiligen akustischen Umfeld führten Gatehouse et al. (1999) den Begriff „auditory ecology“ ein. Gatehouse et al. (1999) untersuchten die akustische Umgebung bezüglich der Pegelvariationen, in denen sich Höreräteträger aufhielten, und konnten Präferenzen hinsichtlich der Hörerätteeinstellungen feststellen. Neben der Analyse der akustischen Umgebungen, in denen sich Normalhörende und Schwerhörige aufhalten, sind die Erfassung der auditorischen Bedürfnisse, der Anforderungen in den Alltagssituationen sowie die Wichtigkeit der Hörverständlichkeit mindestens gleichbedeutend. Beispielsweise ist es in bestimmten Alltagssituationen für ältere Menschen, die eine leicht- bis mittelgradige Hörminderung aufweisen, nur dann möglich den Gesprächspartner zu verstehen, wenn sie sich sehr stark auf das Gesprochene konzentrieren. Diese Problematik kann unter den Begriff Höranstrengung gefasst werden. Die Messung der Höranstrengung vor allem in Alltagssituationen könnte als ein weiteres, sensitives Maß für die Höreräteevaluation genutzt werden. Zudem könnten mit der Erfassung der akustischen Eigenschaften typischer Alltagssituationen in der Zukunft z.B. Sprachverständlichkeitsmessungen im Störgeräusch realitäts- und alltagsnah im Labor durchgeführt werden.

In der vorliegenden Studie wurden alltagsrelevante Hörsituationen durch objektive Signalparameter und subjektive Beschreibungen von Normalhörenden und leicht- bis mittelgradig Schwerhörigen charakterisiert. Bereits Jensen & Nielsen (2006) sowie Wagener et al. (2008) ließen von Höreräteträgern kurze Schallaufnahmen von deren privaten Alltagssituationen vornehmen, evaluierten die Schallaufnahmen hinsichtlich der Schalldruckpegel und befragten die Höreräteträger anschließend zu ihren persönlichen Wahrnehmungen in den jeweiligen Situationen. Besonderheit der vorliegenden Studie ist, dass repräsentativere und objektivere Ergebnisse erhalten werden, da die akustischen Eigenschaften der Alltagssituationen über mehrere Tage aufgezeichnet wurden und die Probanden aufgefordert wurden ihre auditorischen Wahrnehmungen unmittelbar in der Situation festzuhalten.

Material und Methoden

An der Studie haben fünf junge Normalhörende (Ø 26 Jahre), fünf ältere Normalhörende (Ø 65 Jahre) und zehn leicht- bis mittelgradig Schwerhörige mit einer Hochtonhörminderung (keine Höreräteträger) und einem Durchschnittsalter von 67 Jahren teilgenommen.

Das Testequipment zur Erfassung der typischen Alltagssituationen bestand aus vier Komponenten: zwei Höreräte (Phonak Ambra Micro P), eine Schnittstelle (Phonak iCube) und ein Smartphone (HTC P3600). Die zwei Höreräte wurden so konfiguriert, dass die Mikrofone die akustische Umgebung omnidirektional aufnahmen und für die Probanden (Normalhörende und Schwerhörige) keine prozessierten Hörerätesignale über die Lautsprecher der Höreräte zu hören waren. Die akustischen Größen (Effektivwert, d.h. RMS des breitbandigen Signals in dB SPL und frequenzabhängige RMS-Werte von 20 Bark-Bändern) wurden unmittelbar nach Aufnahme der Schallsignale über ein Zeitfenster der Länge von 5 s kontinuierlich berechnet und per Funk an die Schnittstelle übertragen. Die Schnittstelle sendete die berechneten akustischen Größen drahtlos per Bluetooth an das Smartphone, welches die empfangenen Daten speicherte. Die Privatsphäre des Probanden blieb unangetastet, da lediglich die akustischen Größen im Smartphone gespeichert wurden.

Es wurde ein Fragebogenprogramm entwickelt, welches auf dem Smartphone implementiert wurde und die Probanden aufforderte die auditorischen Wahrnehmungen in den jeweiligen Alltagssituationen zu beschreiben. Aus 32 verschiedenen Alltagssituationen mussten die Probanden zunächst die Situation, in der sie sich gerade aufhielten, auswählen. Anschließend sollte für jede Situation angegeben werden, ob gleichzeitig eine andere Schallquelle beispielsweise der Fernseher oder das Radio genutzt wurde und mit wie vielen Personen gesprochen wurde.

Als nächstes sollten die Probanden die Hörsituationen hinsichtlich der Sprachverständlichkeit, der Lautheit, der Höranstrengung, der Angenehmheit und der Wichtigkeit bewerten. Es wurde eine Kategorienskala mit sieben verbalen Kategorien für die fünf subjektiven Größen gewählt. Die Lautheitsskala nach DIN-ISO-16832 (2007) wurde als Vorlage für die anderen Skalen verwendet, da das Kategorienunterteilungsverfahren (KU-Verfahren) der Lautheit ein realitäts- und alltagsnahes Beschreibungsverfahren ist und die verbalen Kategorien der alltäglichen Beschreibung von Hörereignissen entsprechen (Heller, 1985).

Ergebnisse

Es wurden insgesamt 470 Bewertungen von der normalhörenden Probandengruppe und 404 Bewertungen von der schwerhörigen Probandengruppe der Alltagssituationen vorgenommen. Jede Probandengruppe trug das System im Schnitt 3,5 Tage jeweils acht Stunden am Tag.

Abbildung 1 zeigt, welche Alltagssituationen von den zehn Normalhörenden evaluiert wurden und wie häufig in Prozent die Situationen unter Berücksichtigung der Tragezeit aufgetreten sind. Die Normalhörenden haben sich in 34 unterschiedlichen Situationen aufgehalten. Die Situation „Gespräche im Haushalt (>1 Person)“ kam am häufigsten vor. Für diese Situation wurden Sprachsituationen mit Hintergrundgeräuschen zusammengefasst, die im Haushalt vorkommen. Die zweit- und dritthäufigsten Situationen sind „Fernsehen“ und „Auto fahren“. Allgemein kamen während der gesamten Tragezeit des Systems mit einem Anteil von 53% Alltagssituationen vor, in denen die Normalhörenden ein Gespräch führten. Fernsehen schauen bzw. Radio hören kam seltener vor als Alltagssituationen, in denen kein Gespräch geführt wurde.

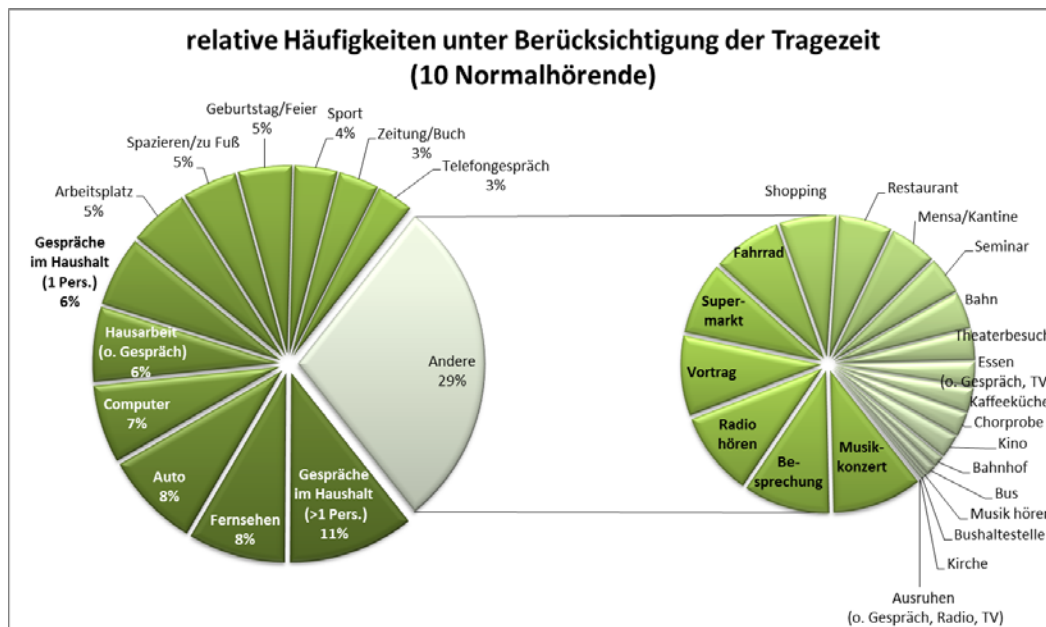


Abbildung 1: Relative Häufigkeitsverteilung der Alltagssituationen von zehn Normalhörenden unter Berücksichtigung der Tragezeit (Zeitdauer) in der jeweiligen Alltagssituation bezogen auf die Gesamttragezeit (Gesamtaufnahmezeit).

Für die Schwerhörigen ist die Häufigkeitsverteilung der Alltagssituationen in Abbildung 2 dargestellt. Am häufigsten haben die Schwerhörigen „Fernsehen“ geschaut, anschließend „Gespräche im Haushalt (1 Person)“ und „Gespräche im Haushalt (>1 Person)“ geführt. Insgesamt haben sich die Schwerhörigen in 26 unterschiedlichen Alltagssituationen aufgehalten. Es kamen bei den Schwerhörigen Sprachsituationen mit einer relativen Häufigkeit von 54% vor. Die Sprachsituationen bestanden zu 33% aus Situationen, in denen Gespräche mit nur einer Person geführt wurden und zu 22% aus Situationen, in denen mit mehr als einer Person gesprochen wurde. Die Schwerhörigen haben häufiger und länger Fernsehen geschaut oder Radio gehört als sich in Situationen aufgehalten, in denen keine Sprache vorgekommen ist.

Grundsätzlich haben sich die Normalhörenden, selbst die fünf älteren Normalhörenden, von denen vier im Zweipersonenhaushalt lebten, am häufigsten im Haushalt mit mehreren Personen unterhalten. Im Gegensatz dazu haben die Schwerhörigen, von denen acht im Zweipersonenhaushalt lebten, über 40% der Tragezeit vor dem Fernseher verbracht und Gespräche im Haushalt mit nur einer Person geführt.

Die relativ große Zahl unterschiedlicher Alltagssituationen der zehn Normalhörenden (34 Situationen) ist damit zu erklären, dass die Ergebnisse der fünf jungen Normalhörenden in der relativen Häufigkeitsverteilung miteinbezogen wurden.

Wird ausschließlich die Verteilung der fünf älteren Normalhörenden betrachtet, reduziert sich die Zahl der Alltagssituationen auf 25. Die Verteilung der Alltagssituationen der älteren Normalhörenden ähnelt den Ergebnissen der jungen Normalhörenden eher als denen der Schwerhörigen.

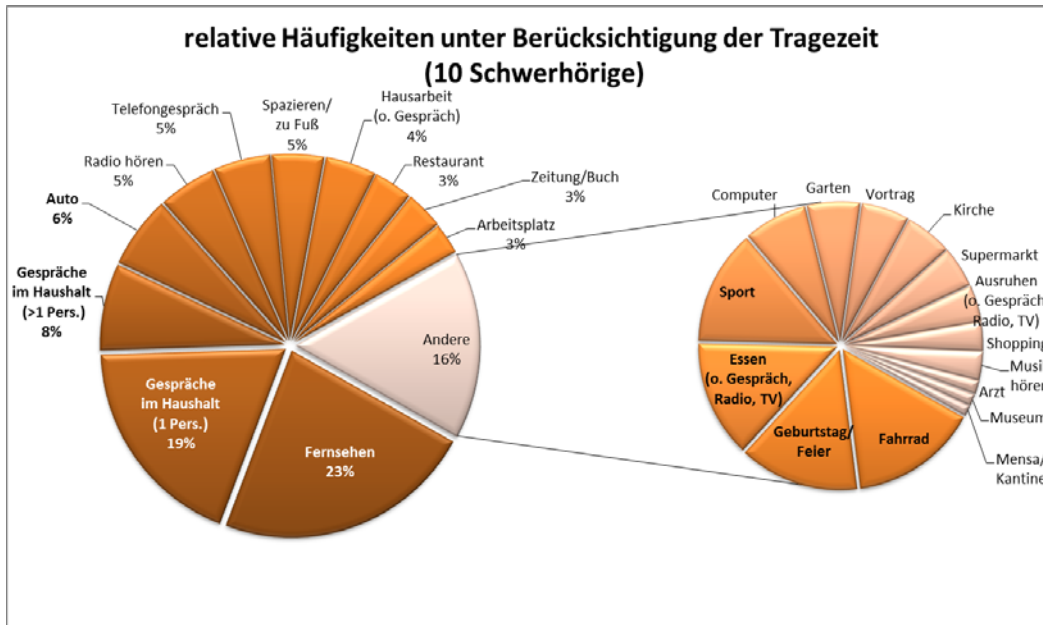


Abbildung 2: Relative Häufigkeitsverteilung der Alltagssituationen von zehn Schwerhörigen (Ø 67 Jahre) unter Berücksichtigung der Tragezeit (Zeitdauer) in der jeweiligen Alltagssituation bezogen auf die Gesamttragezeit (Gesamtaufnahmezeit).

In Abbildung 3 sind für die häufigsten und wichtigsten Alltagssituationen getrennt für die Normalhörenden und für die Schwerhörigen die gemittelten RMS-Pegel und die zugehörigen Standardabweichungen dargestellt. Die Schwerhörigen haben das Fernsehen im Schnitt ca. 6 dB lauter eingestellt und sich in Restaurants aufgehalten, dessen Schalldruckpegel im Mittel 3 dB niedriger ist als der Schalldruckpegel von Restaurants, in denen sich die Normalhörenden aufgehalten haben. Anhand der gemittelten RMS-Pegel lassen sich Unterschiede hinsichtlich der verschiedenen Situationen erkennen (Bsp. Fernsehen Normalhörende: 47 dB SPL, Musikkonzert Normalhörende: 72 dB SPL). Jedoch sind die Standardabweichungen der RMS-Pegel relativ hoch.

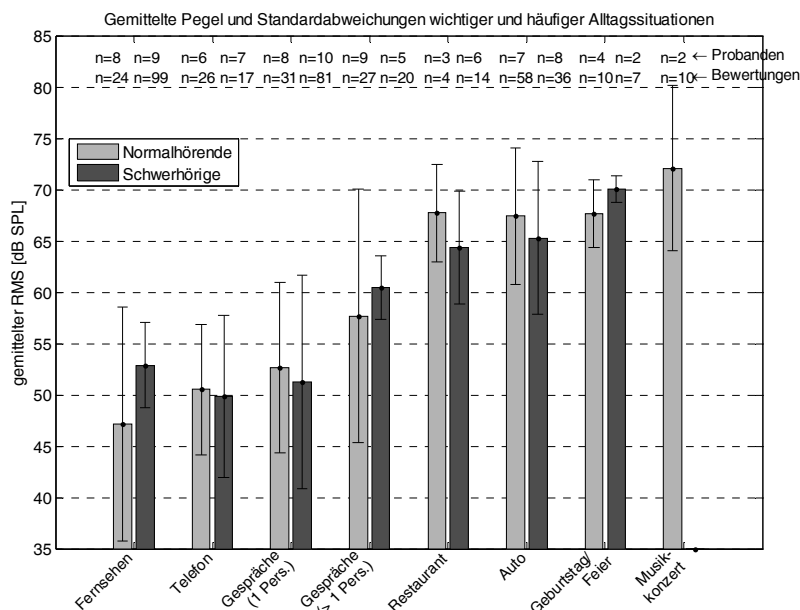


Abbildung 3: Gemittelte RMS-Pegel in dB SPL und die zugehörige Standardabweichungen für die häufigsten und wichtigsten Alltagssituationen für die Normalhörenden und die Schwerhörigen.

Die Probandenanzahl gibt an, wie viele Probanden sich in solchen Situationen aufgehalten haben. Die Anzahl der Bewertungen gibt an, wie viele gleichartige Situationen von den Probanden mit dem Testequipment bewertet wurden.

Die subjektiven Antworten eines Probanden in Abhängigkeit der gemittelten RMS-Pegel für alle Situationen, in denen sich der Proband aufgehalten hat, sind in Abbildung 4 dargestellt. Alle vier skalierten Geräuscheigenschaften korrelieren mit den gemittelten RMS-Pegeln. Hohe Schalldruckpegel wurden mit hoher Lautheit, höherer Höranstrengung und als unangenehm eingestuft. Die Sprachverständlichkeit reduzierte sich leicht mit ansteigendem Schalldruckpegel. Die Zusammenhänge zwischen den gemessenen Schalldruckpegeln und den skalierten Geräuscheigenschaften sind nur selten so deutlich wie bei dem in Abbildung 4 dargestellten Probanden. Sie variieren für die Lautheit zwischen $r=-0,34$ und $r=0,71$ (Mittelwert $r=0,35$), für die Höranstrengung zwischen $r=-0,31$ und $r=0,82$ (Mittelwert $r=0,27$), für die Angenehmheit zwischen $r=-0,67$ und $r=0,60$ (Mittelwert $r=-0,21$) und für die Sprachverständlichkeit zwischen $r=-0,64$ und $r=0,20$ (Mittelwert $r=-0,18$). Werden die Urteile aller Probanden getrennt für die Normalhörenden und die Schwerhörigen bestimmter Alltagssituationen (z.B. „Gespräche im Haushalt (>1 Person)“) in Zusammenhang mit der objektiven Größe gesetzt und miteinander verglichen, gehen die Korrelationen gegen Null.

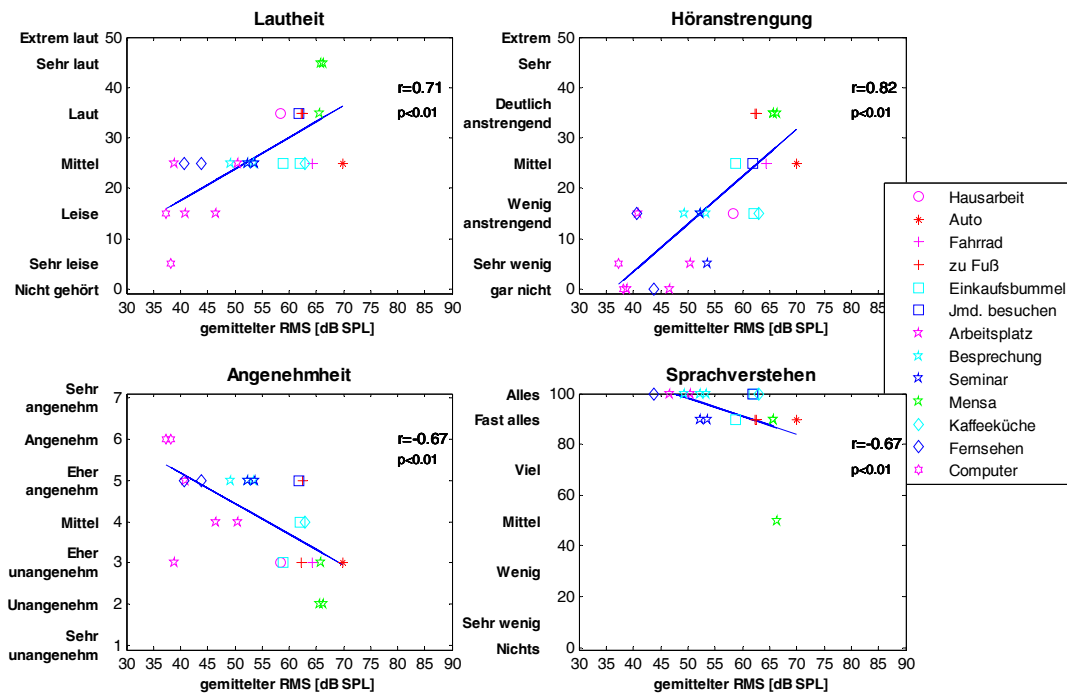


Abbildung 4: Skalenwerte für Lautheit, Höranstrengung, Angenehmheit und Sprachverstehen eines normalhörenden Probanden in Abhängigkeit von den geometrisch gemittelten RMS-Pegeln [dB SPL] aller Alltagssituationen, in denen sich der Proband aufgehalten hat. Die Korrelationskoeffizienten wurden nach Spearman berechnet.

Zusammenfassung

Insgesamt 40% der Tragezeit haben die Schwerhörigen vor dem Fernseher verbracht und sich zu Hause mit einer Person unterhalten. Es liegt die Vermutung nahe, dass durch die Hörminderung komplexe, anspruchsvolle Sprach- bzw. Alltagssituationen im Störgeräusch gemieden werden. Die relativen Häufigkeiten schwieriger Alltagssituationen (z.B. Restaurantbesuch) verdeutlichen, dass die Schwerhörigen diese Situationen nicht gemieden haben, sondern sich mindestens gleichhäufig in den komplexen Hörsituationen aufgehalten haben wie die Normalhörenden. Der Alltag der Probanden ist hinsichtlich der vorkommenden Schalldruckpegel sehr unterschiedlich. So lassen sich nicht mittels der RMS-Pegel die Alltagssituationen eindeutig charakterisieren, da die Pegelstreuungen relativ hoch sind. Die Bestimmung weiterer objektiver Maße (z.B. SNR, Nachhallzeit) ist notwendig. Anhand der relativen Häufigkeitsverteilungen der Schalldruckpegel in definierten Bark-Bändern lässt sich erkennen, ob in der Situation Sprache oder keine Sprache enthalten ist. So könnten möglicherweise in Zukunft mit der Charakterisierung der Alltagssituationen Klassifikationsalgorithmen von Hörgeräten weiterentwickelt werden. Für die subjektiven Bewertungen aller Probanden in Abhängigkeit der RMS-Pegel für einzelne Alltagssituationen schwindet der lineare Zusammenhang.

Es wird deutlich, dass der Alltag extrem vielfältig ist und individuelle psychische und physische Faktoren mit in die Bewertung der Alltagssituationen einfließen.

Der individuelle Bezugsrahmen für Alltagssituationen mit den dargebotenen Kategorienskalen ist nur bedingt gegeben und die Skalen sollten in kommenden Studien modifiziert werden. Beispielsweise könnten die Kategorien von sieben auf fünf reduziert werden und die Bezeichnungen der Kategorien abgeändert werden. Zudem sollte die Stichprobe erhöht werden, um repräsentativere Ergebnisse zu erhalten.

Acknowledgement

Gefördert durch den Forschungsschwerpunkt "Hören im Alltag Oldenburg (HALLO)".

Literatur

DIN-ISO-16832, 2007. *Akustik: Lautheitsskalierung mit Hilfe von Kategorien*. Deutsches Institut für Normung.

Gatehouse, S., Elberling, C. & Naylor, G., 1999. Aspects of auditory ecology and psychoacoustic function as determinants of benefits from and candidature for non-linear processing in hearing aids., 1999. Auditory models and nonlinear hearing instruments. 18th Danavox Symposium.

Heller, O., 1985. Hörfeldaudiometrie mit dem Verfahren der Kategorienunterteilung (KU). *Psychologische Beiträge*, 27, pp.478-93.

Jensen, N.S. & Nielsen, C., 2006. Auditory ecology in a group of experienced hearing-aid users: Can knowledge about the hearing-aid users' auditory ecology improve their rehabilitation? Kolding, 2006. Herausgegeben von Norby, A., Rasmussen, T., Paulsen, T., Anderson C., Brenner, L., 21th Danavox Symposium.

Wagener, K.C., Hansen, M. & Ludvigsen, C., 2008. Recording and classification of the acoustic environment of hearing aid users. *Journal of the American Academy of Audiology*, 19, pp.348-70.