

# Einfluss der Bedeutung auf die Lautstärkebeurteilung von Umweltgeräuschen

Alfred Zeitler\*, Hugo Fastl\*\*, Jürgen Hellbrück\*\*\*

\*Sound Quality Research Unit, Dept. of Acoustics, Aalborg University, Denmark;

\*\*AG Technische Akustik, MMK, TU München;

\*\*\*Arbeits-, Umwelt- und Gesundheitspsychologie, Kath. Universität Eichstätt-Ingolstadt;

E-Mail: [az@acoustics.auc.dk](mailto:az@acoustics.auc.dk)

## Einleitung

In vielen Bereichen angewandter Psychoakustik kommt dem Lautstärkeindruck eine herausragende Bedeutung zu. So spielt beispielsweise auch in dem prosperierenden Bereich Sound Quality Engineering die Lautheit von Produktgeräuschen eine große Rolle, und oftmals kann insbesondere bei hohen Intensitäten durch eine entsprechende Reduzierung bereits eine deutliche Verbesserung der Situation erreicht werden.

Zur gehörrichtigen Bestimmung der Lautheit empfiehlt sich die Berechnung nach Zwicker (DIN 45631 bzw. ISO 532 B), welche eine breite Akzeptanz erfahren hat und heutzutage auch Bestandteil vieler kommerziell erhältlicher Schallanalyseprogramme ist. Das Zwickersche Funktionsmodell des Gehörs trägt neben der Lautheit auch anderen sensorisch begründeten Hörphänomenen Rechnung, schließt jedoch nicht-sensorische Faktoren aus [1]. In der gegenwärtigen Diskussion um adäquate Methoden zur Bewertung von Geräuschqualität wird jedoch immer mehr auch die Berücksichtigung kognitiver und affektiver Faktoren gefordert [2]. Im Bereich des Sound Design wird beispielsweise argumentiert, dass die Beziehung einer Person zur Schallquelle eine Rolle spielen kann und somit bei der Bewertung nicht nur die sensorische sondern auch die psychologische Ebene zu berücksichtigen sei.

In diesem Beitrag wird die Frage aufgegriffen, inwieweit dieses Argument auch bei einer elementaren Hörempfindungen wie der Lautstärke zum Tragen kommt. Es soll damit die Hypothese überprüft werden, dass bei bedeutungsvollen Schallreizen das Lautstärkeurteil nicht nur auf den akustischen Eigenschaften des Stimulus sondern auch auf weiteren Eigenschaften der Quelle beruht. Es ist vorstellbar, dass die Bedeutung, die ein bestimmtes Geräusch für eine Person auf Grund vorangegangener Erfahrungen mit der Schallquelle oder damit in Zusammenhang stehenden Ereignissen hat, einen Einfluss auf das Lautstärkeurteil haben kann. Ferner wird angenommen, dass ein derartiger Einfluss eng mit der Identifizierbarkeit der Schallquelle verknüpft bzw. durch diese bedingt ist.

Im Folgenden wird über einen Hörversuch berichtet, in dem die Frage des Einflusses der Identifizierbarkeit der Schallquellen auf die Lautstärkebeurteilung bei einer Serie von Alltagsgeräuschen untersucht wurde. Die Variation dieser Variable im Sinne einer „Original-“ (bedeutungsvoll) versus „Neutral“-Bedingung wurde dabei durch die Anwendung einer speziellen FTT-Prozedur erzielt [3]. Es ist hier von wesentlicher Bedeutung, dass bei dieser Art der Bedeutungsneutralisation die spektrale Hüllkurve sowie die Lautheits-Zeitfunktion erhalten bleiben. Durch die spezielle Art der Signalmanipulation wird eine Veränderung der spektralen Feinstruktur erzielt, derzufolge die die Identifizierbarkeit der Quelle weitgehend eliminiert wird. Die hier untersuchte Frage ist nun, inwieweit sich die subjektiv beurteilte Lautstärke derart manipulierter Schallreize gegenüber jener der Originalschalle unterscheidet.

## Experiment

### Methode

#### Versuchspersonen

Am Hörversuch nahmen 22 weibliche und 6 männliche Studierende im Alter von 19-54 (Median: 22) Jahren teil. Die Stichprobe wurde nach dem Zufallsprinzip in zwei gleich große Gruppen aufgeteilt, die jeweils einer der beiden Versuchsbedingungen („Original“ vs. „Neutral“) zugeordnet wurden.

#### Schalle

Bei den Originalversionen der verwendeten Schalle handelte es sich um Geräuschaufnahmen aus verschiedenen Situationen des alltäglichen Lebens mit einer Dauer zwischen 3.5 und 11 s (siehe Tabelle 1). Der Natur der Schallquellen entsprechend waren es überwiegend nicht-stationäre Schalle. Der Pegel variierte zwischen 65.5 und 85.5 dB(A).

Für die Versuchsbedingung „Neutral“ wurden die Signale einer speziellen FTT-basierten Prozedur unterzogen, die an der TU München entwickelt wurde [3; siehe oben]. Die Schallsignale wurden den Vpn diotisch über Kopfhörer (Beyer DT 770 Pro) mittels eines computergestützten Experimentalprogramms dargeboten. In der Bedingung „Original“ wurden den Vpn auch die Bedeutungen der Schallquellen durch entsprechende Begriffe angezeigt.

Schallquelle	dB(A)	Lautheit (sone)
Bohrmaschine	85.5	47.1
Brüllender Löwe	72.5	25.8
Cembalo	67.4	17.2
Elektr. Kaffeemühle	80.2	40.0
Fahrradklingel	68.3	13.4
Flugzeug	68.2	20.3
Haarföhn	77.6	33.9
Hand-Kaffemühle	69.4	22.4
Kirchenglocken	67.8	17.4
Klavier	65.5	9.8
Krähender Hahn	68.7	15.2
Küchenmaschine	80.5	45.8
Lachendes Baby	70.5	12.6
Martinshorn	80.9	31.8
Presslufthammer	81.2	50.0
Rasenmäher	75.6	37.2
Schreiender Esel	67.2	12.5
Staubsauger	75.8	38.0
Stichsäge	80.6	46.5
Telefonläuten	76.3	19.6
Triangel	65.6	9.4
Trommelwirbel	71.4	30.7
Trompete	73.1	17.1
Vorbeifahrender Zug	74.3	35.1
Wecker (klassisch)	67.3	14.6

Tabelle 1: Mittlere Schallpegel und Lautheit der Schalle.

## Ablauf

In den beiden, voneinander unabhängigen Versuchsbedingungen beurteilten die Vpn jeweils die Lautstärke der Schalle mittels Kategorienunterteilungsverfahren (KU-Verfahren) [4]. Die KU-Skala der Lautstärke umfasst folgende fünf verbale Kategorien mit jeweils 10-stufiger innerkategorialer Feindifferenzierung: „sehr leise“ (1-10), „leise“ (11-20), „mittel“ (21-30), „laut“ (31-40), „sehr laut“ (41-50). Zu Beginn des Versuchs wurden die Vpn vollständig über die jeweilige Schallserie orientiert.

In der Bedingung „Neutral“ wurde den Vpn die Serie nach den Skalierungen noch ein weiteres Mal dargeboten. Dabei sollten sie schriftlich angeben, woran sie die Geräusche jeweils erinnert hätten.

## Ergebnisse

### Mittelwertsunterschiede „Original“ versus „Neutral“

Über die Lautstärkeurteile in beiden Gruppen (jeweils  $N = 14$ ) wurden arithmetische Mittelwerte und Standardabweichungen gerechnet (siehe Abbildung 1). In beiden Bedingungen liegen die Urteilmittelwerte im mittleren und oberen Bereich der Skala, d.h. zwischen 21.9 und 45.7 („Original“) bzw. 21.4 und 43.1 („Neutral“) Skalenpunkten. Die Urteilsstreuungen variieren zwischen 3.7 und 8.7 (Median: 5.5) Skalenpunkten in der Bedingung „Original“ sowie zwischen 4.7 und 8,8 (Median: 5.9) Skalenpunkten in der Bedingung „Neutral“.

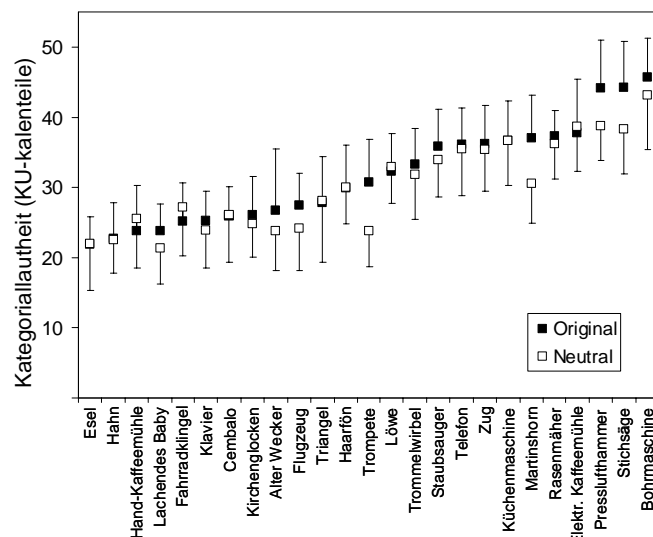


Abbildung 1: Mittelwerte und Standardabweichungen der Lautstärkeurteile.

Ferner wurden die Urteile einer 2-faktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholung unterzogen (Faktor „Bedingung“ 2-fach gestuft, 25 Messwiederholungen auf dem Faktor „Geräusch“). Es zeigte sich kein Haupteffekt des Gruppenfaktors „Bedingung“ ( $F(1) = 1.146$ ;  $p = .29$ ), jedoch ein signifikanter Interaktionseffekt zwischen „Bedingung“ und „Geräusch“ ( $F(1, 8.58) = 2.12$ ;  $p = .03$ ).

Die weitere Analyse erbrachte signifikante Mittelwertsunterschiede zwischen der „Original-“ und „Neutral-“Bedingung bei folgenden Schallreizen: „Martinshorn“ ( $p < .01$ ), „Presslufthammer“ ( $p < .05$ ), „Stichsäge“ ( $p < .05$ ), „Trompete“ ( $p < .01$ ). In diesen Fällen wurden die Originalschalle jeweils lauter bewertet als die „neutralen“ Signale.

## Identifizierbarkeit der „neutralen“ Schallreize

Die in der Bedingung „Neutral“ durchgeführte Nachbefragung zeigte, dass die weit überwiegende Mehrzahl der Vpn in den meisten Fällen die Quellen nicht identifizieren konnte (exemplarische Beispiele in Tabelle 2).

Originalschall	Assoziationen in der Bedingung „Neutral“
Haarföhn	Regen, rauschendes Wasser
Kirchenglocken	Flugzeug, Kanonenschlag, Gewitter, Klopfen
Martinshorn	Sirene, Sturm, Zug, Metall
Presslufthammer	Hubschrauber, Automotor, Rasenmäher, Presslufthammer
Rasenmäher	Auto, Mähdrescher, Hubschrauber, Presslufthammer, Maschine
Stichsäge	Regen, Wasserhahn/-werfer, Maschine
Triangel	Schüsse, Fußstapfen, Gewitter
Trompete	Bremse, Wind, Blech, Zug, Tonleiter

Tabelle 2: Assoziierte Quellen in der Bedingung „Neutral“.

## Zusammenfassung und Diskussion

Die statistische Auswertung der Lautstärkeurteile erbrachte signifikante Mittelwertsunterschiede zwischen der Bedingung „Original“ und „Neutral“ lediglich bei 4 von 25 Schallreizen. Die in diesen Fällen niedrigeren Urteile für die „neutralen“ Schallreize konnten jedoch nicht etwa durch eine gegenüber der restlichen Serie leichtere Identifizierbarkeit erklärt werden und sind derzeit noch unklar. Es bedarf einer weiteren Untersuchung um auf der Grundlage einer größeren Datenbasis systematische Effekte identifizieren und die aufgeworfenen Fragen weiter klären zu können. In einem Folgeexperiment wäre es auch wünschenswert, einen größeren Bereich auf der Lautstärke skala abzudecken, sodass dann auch Aussagen für den leisen Bereich gemacht werden können. Bei der Lautstärkebeurteilung von Verkehrslärm konnte bereits gezeigt werden, dass der durch die Bedeutung induzierte Effekt vom Lautstärkebereich abhängig ist [5].

Die Untersuchung verweist ferner auf ein methodisches Problem im Zusammenhang mit der Bedeutungsneutralität akustischer Stimuli sowie der experimentellen Kontrolle dieser Annahme. Die in der Nachbefragung geäußerten Assoziationen zu den vermeintlich „neutralen“ Schallreizen lassen daran zweifeln, dass die nicht identifizierten Schallsignale stets auch „neutral“ in dem unterstellten Sinne beurteilt wurden. Es ist stattdessen zu vermuten, dass die Vpn anhand der gegebenen Schallmerkmale, d.h. insbesondere der temporalen Struktur, mögliche Quellen attribuierten und dann auch ihre Urteile darauf bezogen. In weiteren Untersuchungen sollte daher ein spezielles Augenmerk auf dieses Problem gerichtet sowie auch spezifisch der affektive Gehalt der Schalle exploriert werden.

## Danksagung

Die Autoren danken den Teilnehmern des Experimental Psychologischen Praktikums (Eichstätt, WS 2001/2) für ihre Unterstützung.

<sup>1</sup> Zwicker, E. & Fastl, H. (1999). *Psychoacoustics. Facts and Models* (2<sup>nd</sup> ed.). Berlin: Springer.

<sup>2</sup> Blauert, J. & Jekosch, U. (1997). Sound-quality evaluation - a multi-layered problem. *Acta Acustica*, 83, 747-753.

<sup>3</sup> Fastl, H. (2001). Neutralizing the meaning of sound for sound quality evaluation. *Proceedings 17<sup>th</sup> ICA 2001*, Rom (CD-ROM).

<sup>4</sup> Hellbrück, J. & Ellermeier, W. (im Druck). *Hören* (2. Aufl.). Göttingen: Hogrefe.

<sup>5</sup> Hellbrück, J., Fastl H. & Keller, B. (2002). Effects of meaning of sound on loudness judgments. *Proceedings Forum Acusticum 2002*, Sevilla (CD-ROM).