

# Geräuschbewertungen in komplexen akustischen Umgebungen – Wie tragen einzelne Schallquellen zur subjektiven Bewertung der Lästigkeit einer Soundscape bei?

Sabrina Skoda<sup>1</sup>, Jochen Steffens<sup>1</sup>, Jörg Becker-Schweitzer<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institute of Sound and Vibration Engineering, Fachhochschule Düsseldorf, 40474 Düsseldorf,  
E-Mail: sabrina.skoda@fh-duesseldorf.de

## Einleitung

Der Mensch ist im Alltag von zahlreichen Geräuschquellen umgeben, die sich gegenseitig zu einer komplexen akustischen Umwelt ergänzen. Die Überlagerung mehrerer Geräusche mit individuellen psychoakustischen Eigenschaften und unterschiedlicher räumlicher Verteilung führt zu einer Vielzahl von Wechselwirkungen, wie zum Beispiel zu spektralen und zeitlichen Verdeckungseffekten. Hinzu kommen weitere sensorische Eindrücke und kognitive Faktoren, die die Bewertung einer Geräuschumgebung ebenso beeinflussen, wie auch die persönliche Einstellung des Menschen zu den von ihm wahrgenommenen Umweltgeräuschen [1]. Während die subjektive Bewertung singulärer Hörereignisse bereits gut beschrieben werden kann, stellen sich in Hinblick auf die menschlichen Bewertungsmechanismen in Geräuschumgebungen mit multiplen Schallquellen noch viele Fragen. In der Vergangenheit wurden, häufig im Rahmen von Dosis-Wirkungs-Studien zur kombinierten Wirkung verschiedener Verkehrsgeräusche [2], verschiedene Modelle zur Prognose der Lästigkeit kombinierter Geräuschquellen entwickelt [3]. Als Basis dienten dabei beispielsweise die Summation der Lautheit von Einzelschallereignissen [4] oder der Schalldruckpegel von Geräuschen äquivalenter Lästigkeit [5]. In Ergänzung zu psychoakustischen Betrachtungen von Geräuschqualität adressiert der Soundscape-Ansatz vor allem soziologische, psychologische und kulturelle Einflussfaktoren, welche die Wahrnehmung der akustischen Umwelt durch den Menschen moderieren [6]. Ein wichtiger Gesichtspunkt ist dabei die Betrachtung von Geräuschen als positive Ressource, nicht als zwangsläufiges Problem. So können beispielsweise Naturgeräusche signifikant zur Verbesserung der Geräuschqualität in städtischen Umgebungen beitragen [7]. Im Gegensatz zur ganzheitlichen Betrachtungsweise, die der Soundscape-Ansatz verfolgt, konzentriert sich dieser Beitrag jedoch auf die elementare Betrachtung des Verhältnisses von Bewertungen einzelner Geräusche und der Gesamtbewertung der daraus entstehenden Kombinationen. Um diesen Zusammenhang zu untersuchen, wurde an der Fachhochschule Düsseldorf eine Studie durchgeführt.

## Hörversuch

Ausgehend von der Hypothese, dass sich die Gesamtbewertung durch die Summe der Einzelurteile und ihre Interaktion erklären lässt, wurde das Verhältnis von Einzel- und Gesamtbewertungen nicht bewegter und quasi-stationärer Geräusche analysiert. Die Betrachtung fand auf rein akustischer Ebene unter Laborbedingungen statt, um die größtmögliche Kontrolle von Einflussvariablen zu

gewährleisten. Am Hörversuch nahmen 25 Personen im Alter von 20 bis 54 Jahren teil ( $\bar{x}$  32,4 Jahre, 7 weiblich). Die Teilnehmer waren Mitarbeiter und Studierende der FH.

## Stimuli

Aus einer Geräuschdatenbank wurden Stereoaufnahmen von 8 verschiedenen quasi-stationären Geräuschereignissen ausgewählt, die in einem Wohngebiet üblicherweise auftreten (u.a. Rasenmäher, Straßenverkehr, Vogelzwitschern). Die Auswahl der Geräusche erfolgte im Rahmen eines Pretests. Ziel war es, dass die Geräusche in diesem Laborkontext auf einer subjektiven Bewertungsskala vier verschiedene Stufen von *Angenehmheit* repräsentieren (je zwei Geräuschbeispiele pro Stufe) und dabei möglichst das gesamte Spektrum der Bewertungsskala ausschöpfen. Die Geräusche wurden in zwei Gruppen eingeteilt und dann jeweils paarweise miteinander kombiniert. Dabei wurde der Pegel der Einzelgeräusche nicht verändert, und es wurde auch keine räumliche Verteilung der Geräuschquellen vorgenommen. Die Stimuli hatten eine Länge von je 15s und wurden den Versuchspersonen über Kopfhörer dargeboten.

## Versuchsablauf

Der Hörversuch wurde im schallisolierten Tonstudio der FH Düsseldorf durchgeführt. Nach kurzer Instruktion durch den Versuchsleiter führten die Versuchspersonen das Experiment mit Hilfe einer computergestützten Hörversuchsplattform selbständig durch. Zu bewerten waren insgesamt 24 Geräuschbeispiele, bestehend aus Einzelgeräuschen und ihren paarweisen Kombinationen, die ein einziges Mal und in randomisierter Reihenfolge wiedergegeben und jeweils direkt im Anschluss beurteilt wurden. Die Teilnehmer wurden gebeten, die *Angenehmheit* der dargebotenen Geräuschumgebung zu bewerten und sich dabei vorzustellen, dass sie sich in ihrer Freizeit im eigenen Garten befinden. Die Bewertung erfolgte auf einer unipolaren 100-stufigen Skala.

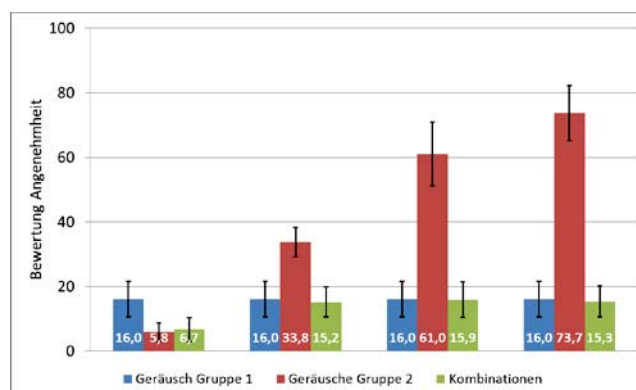
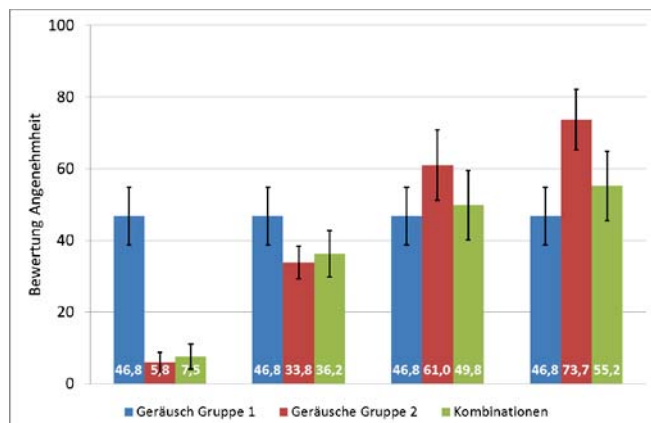


Abbildung 1: Bewertung der *Angenehmheit* von Geräuschereignissen einzeln (blau, rot) und in Kombination (grün).

## Ergebnisse

Die Einzelgeräusche wurden, wie vermutet, hinsichtlich ihrer *Angenehmheit* sehr unterschiedlich beurteilt. In Abb. 1 sind die arithmetischen Mittelwerte der Bewertungen des Rasenmähergeräusches (Gruppe 1) und der vier Geräusche aus Gruppe 2 (Kreissäge, Klimaanlage, Windspiel, Wasser) sowie der Geräuschkombinationen dargestellt. Der Vergleich von Einzel- und Gesamurteilen zeigt, dass letztere sich in allen vier Fällen an der Bewertung des Einzelgeräusches mit der niedrigsten *Angenehmheit* orientieren.

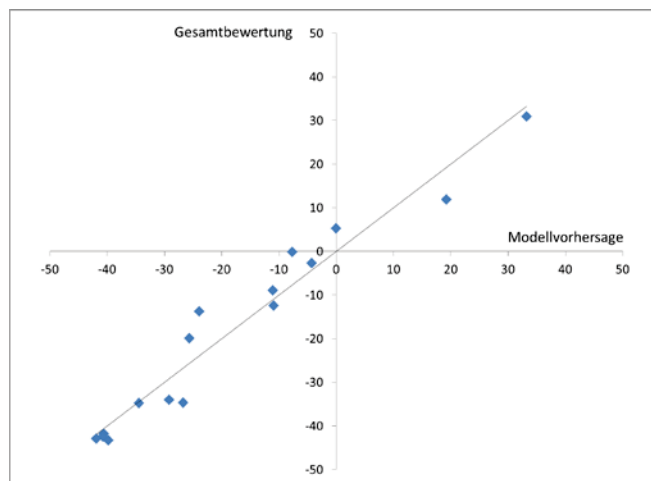


**Abbildung 2:** Bewertung der *Angenehmheit* von Geräuschereignissen einzeln (blau, rot) und in Kombination (grün).

Im Gegensatz dazu ist in Abb. 2 zu erkennen, dass die Kombination zweier Geräusche mittlerer *Angenehmheit* zu einer Gesamtbewertung führt, die zwischen den beiden Einzelbewertungen liegt. Zudem zeigt sich in diesem Fall, dass bei zunehmender *Angenehmheit* der Geräusche aus Gruppe 2 die Bewertung der Kombinationen auch entsprechend höher ausfällt. Der Einfluss positiver Geräusche ist dennoch geringer als der Einfluss negativer.

## Regressionsanalyse

Nach Mittelwertnormalisierung der Bewertungsergebnisse für die Einzelgeräusche (0 = neutrale *Angenehmheit*) wurde eine Regressionsanalyse durchgeführt. Das resultierende Modell (siehe Abb. 3) beinhaltet als statistisch signifikante Prädiktoren ( $p < 0,01$ ) für die Gesamtbewertung der *Angenehmheit* zweier kombinierter Geräuschereignisse zum



**Abbildung 3:** Regressionsmodell für die Gesamtbewertung.

einen die beiden Einzelurteile der Geräusche ( $\beta_1 = 0,62$ ,  $\beta_2 = 0,76$ ) und zum anderen das Produkt der Einzelurteile als Interaktionsterm ( $\beta_3 = 0,40$ ). Mit einem Bestimmtheitsmaß von  $R^2 = 0,95$  ( $\alpha = 0,05$ ) weist das Modell eine sehr hohe Anpassungsgüte auf.

## Diskussion und Fazit

Die Ergebnisse des Hörversuchs bestätigen die eingangs formulierte Hypothese, dass die Gesamtbewertung zweier kombinierter Geräusche durch die Summe der Einzelbewertungen und ihrer Interaktion erklärt werden kann. Dabei haben Geräusche niedriger *Angenehmheit* einen stärkeren Einfluss auf die Gesamtbewertung als positiv bewertete Geräusche. Dies kann zum einen auf Verdeckungseffekte, aber auch auf den sogenannten negativity bias zurückgeführt werden, der besagt, dass unangenehme Erinnerungen besser aus dem Gedächtnis abgerufen werden als angenehme Erinnerungen. Bei der Kombination von Geräuschen ähnlicher *Angenehmheit* ist die Interaktion der Einzelurteile gering, und die Gesamtbewertung basiert vorwiegend auf dem Mittelwert der beiden Einzelurteile. Das vorgestellte Regressionsmodell liefert auf Basis der Einzelurteile eine sehr genaue Vorhersage der Gesamtbewertung der *Angenehmheit* für einfache Geräuschszenarien. Die erhobenen Befunde werden im Rahmen weiterer Experimente bei schrittweiser Erhöhung der Komplexität der Geräuschumgebung überprüft. Ferner gilt es, die Erkenntnisse dieser Studie in Hinblick auf weitere Einflussfaktoren, wie z.B. visuelle Stimuli oder räumlich bewegte Quellen, zu erweitern.

## Literatur

- [1] Schulte-Fortkamp, B.: Noise from combined sources: How attitudes towards environment and sources influence the assessment. Proceed. Internoise 99, Ft. Lauderdale, FL (1999).
- [2] Miedema H., Oudshoorn C.: Annoyance from transportation noise: Relationships with exposure metrics DNL and DENL and their confidence intervals. Environ Health Persp 109(4) (2001), 409-16.
- [3] Powell, C. A.: A summation and inhibition model of annoyance response to multiple community noise sources, NASA Technical Paper 1479 (1979).
- [4] Berglund, B. et al.: Loudness or annoyance summation of combined Community noises. J. Acoust. Soc. Am. 70 (1981), 1628–1634.
- [5] Miedema, H.: Relationship between exposure to multiple noise sources and noise annoyance”, J. Acoust. Soc. Am. 116 (2004), 949–957.
- [6] Dubois, D. et al.: A cognitive approach to soundscape: using verbal data to access everyday life auditory categories”, Acta Acustica united with Acustica, 92(6) (2006), 865-974.
- [7] De Coensel, B. et al.: Effects of natural sounds on the perception of road traffic noise”, J. Acoust. Soc. Am. 129(4) (2011), EL148-153.