

# Beurteilung von Betätigungsgeräuschen im PKW mit dem Semantischen Differential und in einem Präferenzpaarvergleich

Sandra Buss<sup>1</sup>, Jacqueline Rausch<sup>1</sup>, Tobias Beitz<sup>2</sup>, Reinhard Weber<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universität Oldenburg, Physik, Akustik, 26111 Oldenburg, Deutschland, Email: sandra@aku.physik.uni-oldenburg.de

<sup>2</sup> Daimler AG, 71059 Sindelfingen, Deutschland

## Einleitung

Die akustische Rückmeldung über eine erfolgreich oder nicht erfolgreich durchgeführte Mensch-Maschine-Interaktion im Fahrzeug ist wichtig für die Orientierung des Fahrers. Das gilt auch für die sog. Betätigungsgeräusche. Diese lassen sich einerseits auf einer Dimension angenehm-unangenehm beurteilen. Andererseits lässt ihre Analyse durch das Gehör Rückschlüsse auf die initiierte Aktion und ihren Verlauf zu. Für die Analyse der verschiedenen Wahrnehmungsdimensionen von Zentralverriegelungs-Geräuschen bei Experten und Nicht-Experten wird ein Semantisches Differential eingesetzt und die Ergebnisse mit den Resultaten eines Paarvergleichstests zur Präferenz der Geräusche verglichen.

## Experiment

Unter Laborbedingungen in einer schallisolierten Kabine werden 13 Zentralverriegelungs-Geräusche von 21 Probanden (10w, 11m/ 18-54a) beurteilt. Die Geräusche werden über Kopfhörer mit Originalpegel dargeboten. Es handelt sich um Kunstkopfaufnahmen von Zentralverriegelungs-Schließgeräuschen im Fahrzeuginnenraum mit einer Länge von 2,5s. Die Geräusche werden mit einem Semantischen Differential und mit einem Präferenz-Paarvergleich beurteilt. Beide Tests werden von jedem Probanden an zwei Terminen durchgeführt, wobei ca. die Hälfte der Probanden mit dem Präferenztest beginnen und die anderen mit dem Semantischen Differential. Das Experiment wird unter vergleichbaren Bedingungen wiederholt mit 11 Probanden (2w, 9m/ 25-54a), die Experten auf dem Gebiet der Fahrzeugakustik bzw. der Fahrzeugschlösser sind.

## Präferenz-Paarvergleich

Die Zentralverriegelungs-Geräusche werden im vollständigen Paarvergleich bezogen auf ihre Präferenz beurteilt. Der Konsistenzkoeffizient [1] beträgt im Mittel 0,84. Für die Experten ist der Konsistenzkoeffizient im Mittel 0,93. Damit sind die Beurteilungen sehr konsistent.

Aus den Urteilen werden Rangfolgen der Signale sowie intervallskalierte Urteile mit dem Thurstone- und dem BTL-Modell [1] berechnet. Die Rangfolge ist signifikant ( $p \leq 0,05$ ) mit den Skalenwerten korreliert (Tab. 1). Die Rangfolge wird am besten repräsentiert durch die BTL-Skalenwerte. Die Rangfolgen von Experten und Nicht-Experten sind signifikant korreliert ( $p \leq 0,05$ ):  $r=0,73^*$ .

**Tabelle 1:** Paarvergleich: Rangkorrelationen zwischen der Rangfolge der Signale und den Skalenwerten.

Probanden	Skala		
	Thurst. III	Thurst. IV	BTL
Nicht-Exp.	0,88*	0,77*	0,99*
Experten	0,79*	0,89*	0,94*

## Semantisches Differential

Die 13 Zentralverriegelungs-Geräusche werden außerdem mit einem Semantischen Differential beurteilt. Drei Signale werden doppelt dargeboten. Die 16 Geräusche werden in randomisierter Reihenfolge beurteilt. Das Semantische Differential besteht aus 25 Adjektivpaaren, die in Vorexperimenten ausgewählt wurden:

*hakelig/flüssig, laut/leise, präzise/unpräzise, sauber/schleifend, vertrauensvoll/unsicher, hart/weich, gequält/leicht, billig/solide, ruhig/bewegt, schlechte Qualität/gute Qualität, sanft/hart, leicht/schwer, voll/dünn, hochwertig/minderwertig, instabil/stabil, aufdringlich/dezent, unangenehm/angenehm, synchron/asynchron, teuer/billig, kraftvoll/schwach, träge/lebhaft, langsam/schnell, zuverlässig/unzuverlässig, gleichmäßig/schwankend, stumpf/scharf.*

Anhand der drei doppelt beurteilten Signale wird die Konsistenz der Urteile überprüft. Der Korrelationskoeffizient zwischen beiden Urteilen beträgt 0,38\* ( $p \leq 0,05$ ) für die Nicht-Experten und 0,10\* für die Experten. Die mittlere Differenz zwischen beiden Urteilen beträgt 1,29 Skalenteile für die Nicht-Experten und 1,71 Skalenteile für die Experten. Damit ist die Reproduzierbarkeit der Urteile recht niedrig.

Eine Faktorenanalyse über die Adjektivpaare führt bei den Nicht-Experten zu 4 Faktoren, die Varimax-rotiert werden (Abb. 1). Der KMO-Wert 0,939 ist sehr hoch. Die erklärten Varianzen sind 34,1%, 17,3%, 10,4% und 7,2%. Der erste Faktor beschreibt die erwartete Qualität der Zentralverriegelung, der zweite Kraft. Die zum dritten und vierten Faktor zählenden Adjektive spiegeln zeitliche Aspekte der Geräusche wider.

Bei den Experten werden in einer Faktorenanalyse drei Faktoren gefunden, die Varimax-rotiert werden (Abb. 2). Der KMO-Wert 0,926 ist sehr hoch. Hier sind die erklärten Varianzen 42,7%, 17,7% und 7,7%. Diese Faktoren sind ähnlich zu denen der Nicht-Experten: der erste Faktor ist ein Qualitätsfaktor, der zweite beschreibt die

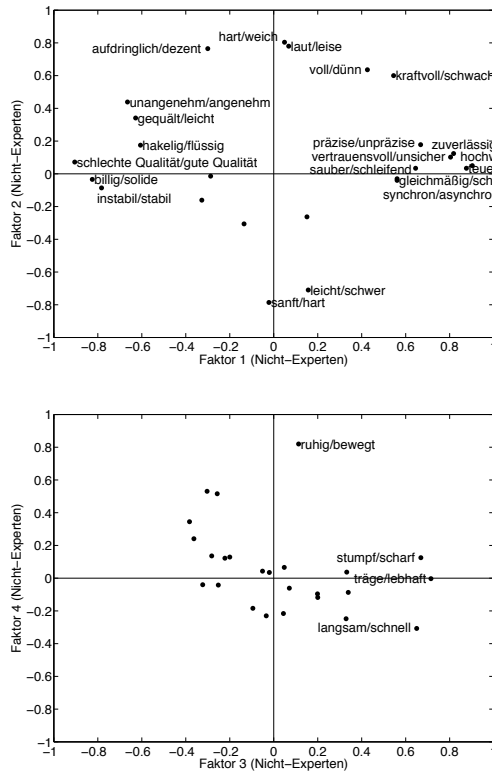


Abbildung 1: Semantisches Differential: Faktorenanalyse über Adjektivpaare (Nicht-Experten).

Kraft und der dritte hauptsächlich zeitliche Eigenschaften.

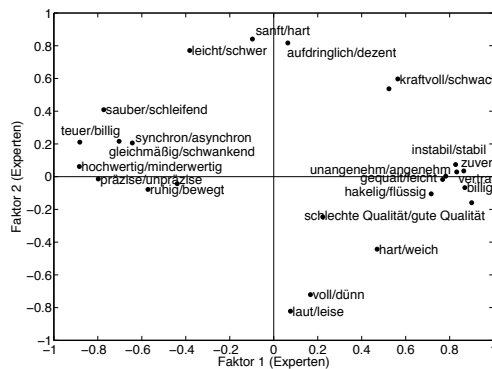


Abbildung 2: Semantisches Differential: Faktorenanalyse über Adjektivpaare (Experten).

### Präferenz und Semantisches Differential

Eine Korrelationsanalyse zwischen Präferenzurteilen und Bewertungen mit dem Semantischen Differential gibt Aufschluss darüber, welche Eigenschaften von Zentralverriegelungs-Geräuschen einen Einfluss auf die Präferenz der Geräusche haben. In Tab. 2 sind die Adjektivpaare aufgelistet, bei denen ein signifikanter Zusammenhang zu den Präferenzdaten besteht ( $p \leq 0,05$ ). Die Faktoren sind wie in Tab. 3 mit den Präferenzdaten korreliert. Die höchsten Korrelationen zu den Präferenzurteilen werden für Adjektive und Faktoren

Tabelle 2: Signifikante Rangkorrelationen zwischen Präferenzurteilen und Urteilen mit Semantischem Differential.

Adjektivpaar	Nicht-Exp.	Experten
schlechte/gute Qualität	-0,69*	-0,78*
unangenehm/angenehm	-0,62*	-0,79*
vertrauensvoll/unsicher	0,61*	0,73*
präzise/unpräzise	0,61*	0,69*
teuer/billig	0,60*	0,75*
instabil/stabil	-0,59*	-0,68*
hochwertig/minderwertig	0,58*	0,76*
ruhig/bewegt	0,57*	0,74*
gleichmäßig/schwankend	0,57*	0,70*
voll/dünn	0,57*	0,43
sauber/schleifend	0,56*	0,70*
zuverlässig/unzuverlässig	0,54	0,74*
gequält/leicht	-0,53	-0,79*
billig/solide	-0,53	-0,76*
synchron/asynchron	0,51	0,88*
hakelig/flüssig	-0,49	-0,75*
langsam/schnell	-0,42	-0,59*
aufdringlich/dezent	-0,27	-0,62*
träge/lebhaft	-0,20	-0,60*
stumpf/scharf	-0,16	0,61*

gefunden, die ein Qualitätsurteil darstellen, und für Adjektive, die zeitliche Signaleigenschaften beschreiben. Adjektive, die sich auf die Lautstärke oder die Kraft beziehen, stehen nicht im Zusammenhang mit der Präferenz.

Tabelle 3: Rangkorrelationen zwischen Präferenzurteilen und Faktoren des Semantischen Differentials.

Faktor	Nicht-Experten	Experten
1	0,60*	0,70*
2	0,09	-0,30
3	-0,12	-0,15
4	0,58*	-

### Zusammenfassung

Zentralverriegelungs-Geräusche werden in einem Präferenz-Paarvergleich und mit einem Semantischen Differential von Experten und Nicht-Experten beurteilt. Beide Gruppen beurteilen die Geräusche im Paarvergleich konsistent. Die Reproduzierbarkeit der Urteile mit dem Semantischen Differential ist recht gering. Für das Semantische Differential werden vier bzw. drei Faktoren für die Beurteilungen durch Nicht-Experten bzw. Experten gefunden. Diese repräsentieren die Dimensionen Qualität, Kraft und zeitliche Eigenschaften. Das Präferenzurteil gibt im Wesentlichen ein Qualitätsurteil wider, wobei zu einem gewissen Anteil auch zeitliche Geräuschcharakteristiken eine Rolle spielen.

### Literatur

[1] Sixtl, F.: Meßmethoden der Psychologie. Beltz, Weinheim, 1982.