

Eine Typisierung von Fahrzeugkunden nach Geräuschvorlieben

David Maiberger¹, Uwe Letens¹, Martin Tischler¹, Reinhard Weber² und Steven van de Par²

¹ Daimler AG, Sindelfingen

² CvO Universität Oldenburg, AG Akustik, Hearing4all

Einleitung

Wie in vielen Bereichen unseres Alltags wachsen auch im Pkw-Bereich die Ansprüche der Nutzer. Neben Fahreigenschaften und finanziellen Aspekten rücken zunehmend auch Umweltaspekte wie z.B. Geräuschbelastung in den Fokus. Neben der etwaigen Belastung haben die Fahrgeräusche für viele Menschen aber eine viel weitreichendere Bedeutung: sie sind Träger von Informationen, sie sind die „Sprache“ des Fahrzeugs, sie können sogar Emotionen auslösen. Die Wirkung der Fahrgeräusche eines Fahrzeugs auf eine Person kann aber ganz unterschiedlich ausfallen, je nachdem in welchem Kontext das Gehörte steht, so z.B. die Beziehung der Person zum Fahrzeug, die Situation, in der sie die Geräusche erlebt, aber sicherlich auch ihre individuelle Einstellung zu Fahrgeräuschen: persönliche Vorlieben und damit verbundene Erwartungen und Ansprüche an das Fahrgeräusch sind moderierende Faktoren bei der Beurteilung von Fahrgeräuschen.

In diesem Beitrag werden die Ergebnisse einer Befragung vorgestellt, bei der die einstellungsbedingten Unterschiede bei der Beurteilung von Fahrgeräuschen im Fokus standen.

Einstellung zu Geräuschen, Fahrzeugen und Fahrgeräuschen

In der Befragung wurde unter anderem die Einstellung der Teilnehmer zu Geräuschen, zu Fahrzeugen und zu Fahrgeräuschen mit 26 Items behandelt, welche als Aussagen formuliert waren. Die Teilnehmer wurden gebeten, den Grad ihrer Zustimmung zu diesen Aussagen auf einer 5-stufigen Skala anzugeben, wobei die 5 Stufen mit „gar nicht“, „wenig“, „mittelmäßig“, „ziemlich“ bzw. „sehr“ bezeichnet wurden (vgl. [1], [2]). Die Zusammenstellung der Items entstand zunächst in einer kleinen Gruppe, wobei neben dem Know-how aus dem Bereich (Fahrzeug-)Akustik auch die Erfahrung eines Kundenforschungsteams einfluss, welches mit der Durchführung vergleichbarer Befragungen sehr gut vertraut ist.

G. Notbohm stellt in [1] einen „Fragebogen zum Erleben der akustischen Umwelt“ vor, der auf die individuelle Wirkung von Geräuschen im Allgemeinen zielt. Anhand der Ergebnisse einer großen Stichprobe werden in derselben Arbeit die 4 Faktoren *Kritische Einstellung zu (Umwelt-)Lärm*, *Aktivierung durch Musik*, *Lärmempfindlichkeit und Gestörtheit durch Lärm* und *Wertschätzung von Ruhe und natürlichen Lauten* mittels Faktorenanalyse gefunden. Für die Befragung, die im vorliegenden Artikel beschrieben wird, wurde jeder dieser 4 Faktoren mit einem Item berücksichtigt; ein weite-

res Item, welches die Lärmempfindlichkeit direkt abfragt, wurde ebenfalls in den Fragebogen übernommen.

Weiterhin wurden die Aspekte Fahreigenschaften, persönlicher Fahrstil, sowie die Rolle des Autos als Gebrauchsgegenstand bzw. Statussymbol mit insgesamt 10 Items behandelt.

R. Guski beschäftigt sich in [3] mit der Frage, welche Moderatorvariablen die empfundene Lästigkeit von Umweltlärm beeinflussen können, und thematisiert unter anderem die *allgemeine Evaluation der Geräuschquelle*. Daher wurden für den Fragebogen 2 Items formuliert, welche die Bewertung von Fahrzeugen im Kontext von Gesundheit und Umwelt behandeln.

9 Items zielten auf verschiedene Aspekte des Fahrgeräuschs von Pkw, wie die Wichtigkeit des Fahrgeräuschs, Freude über guten „Sound“, Orientierungs- und Warnfunktion, aber auch Störung durch das Fahrgeräusch. Eines der Items, das auf Verkehrslärm zielt, wurde aus [1] übernommen.

Der Fragebogen wurde anschließend in mehreren Vorversuchen getestet und angepasst, insbesondere im Hinblick auf Verständlichkeit und Eindeutigkeit der Items.

Durchführung der Befragung

Die Befragung wurde in Form eines Online-Fragebogens realisiert. Die Teilnehmer bekamen einen Link per E-Mail zugeschickt und konnten mit diesem den Fragebogen im Browser bearbeiten. An der Befragung nahmen insgesamt 1837 Personen teil, wobei der Frauenanteil ca. 20% betrug. Das Durchschnittsalter lag bei 56.9 Jahren.

Es handelt sich bei den Teilnehmern überwiegend um Fahrerinnen und Fahrer von Fahrzeugen aus dem Premium-Segment, die sich grundsätzlich zur Teilnahme an Befragungen rund um Autos bereiterklärt haben, sodass eine gewisse Affinität zu Fahrzeugen unterstellt werden kann. Damit ist die Stichprobe nicht zwingend repräsentativ für die gesamte Bevölkerung.

Ermittlung der Einstellungs-Faktoren

Um zu verstehen, welches die zugrunde liegenden Faktoren bei der Beantwortung der Fragen zur Einstellung der Teilnehmer sind, wurde mit den Ergebnissen der oben genannten Items eine Faktorenanalyse durchgeführt, in deren Verlauf 2 Items ausgeschlossen wurden. Das Kaiser-Meyer-Olkin-Kriterium (KMO), das Auskunft über die Eignung eines Datensatzes für eine Faktorenanalyse gibt, beträgt für die verbleibenden 24 Items 0.87, weshalb die Daten als gut für eine Faktorenanalyse geeignet angesehen werden können (siehe z.B. [4]). Das damit verwandte „*Measure of Sampling Adequacy*“ (MSA) liegt für alle

Items zwischen 0.74 und 0.92.

Als Extraktionsmethode wurde die Hauptkomponentenanalyse gewählt, und für die anschließende Rotation das Varimax-Verfahren, welches unabhängige Faktoren findet. Kaiser-Guttman-Kriterium und Scree-Plot legen eine Anzahl von 4 bis 7 Faktoren nahe (vgl. [5]). Mit 6 Faktoren, die zusammen 56 % der beobachteten Varianz erklären, ergibt sich eine inhaltlich plausible Faktorenstruktur. Cronbach's α -Koeffizient, der eine Maßzahl für die Reliabilität eines Faktors darstellt, liegt für die 6 Faktoren zwischen 0.51 und 0.79.

Die folgenden Faktoren wurden gefunden (jeweils mit Varianzaufklärung und einem Beispiel-Item):

1. Dynamik und Fahrgeräuschorientierung (24 %)

„Wenn ich alleine mit dem Auto unterwegs bin, ist es mir wichtig, ein Auto mit sportlichen Fahreigenschaften zu fahren.“

2. Lärmempfindlichkeit (11 %)

„Im Allgemeinen bin ich sehr lärmempfindlich.“

3. Fahrgeräuschbewusstsein und -ästhetik (7 %)

„Für mich ist es unwichtig, wie ein Auto klingt, solange es sich gut fährt.“ (umgepolt)

4. Statusaspekt (5 %)

„Es macht mir nichts aus, wenn meinen Freunden und Bekannten mein Auto nicht gefällt, solange es alltagstauglich bzw. praktisch ist.“ (umgepolt)

5. Autovorbehalte (5 %)

„Autos sind für mich ein großes Umweltproblem.“

6. Komfortwunsch (4 %)

„Wenn ich alleine mit dem Auto unterwegs bin, ist es mir wichtig, ein Auto mit komfortablen Fahreigenschaften zu fahren.“

Der erste Faktor *Dynamik und Fahrgeräuschorientierung* verbindet die dynamische Fahrweise mit dem Wunsch nach einem funktionalen Fahrgeräusch. Dies impliziert, dass beide Aspekte (zumindest in der Stichprobe) korreliert sind. Der zweite Faktor *Lärmempfindlichkeit* vereint mehrere der von Notbohm gefundenen Faktoren, und spiegelt somit eine allgemeine, nicht zwingend fahrzeugbezogene Lärmempfindlichkeit wider. Im dritten Faktor *Fahrgeräuschbewusstsein und -ästhetik* finden sich Items, die eine hohe Priorität des und Fokussierung auf das Fahrgeräusch des eigenen Fahrzeugs widerspiegeln. Der vierte Faktor *Statusaspekt* fasst diejenigen Items zusammen, welche die Rolle des Fahrzeugs als Gebrauchsgegenstand bzw. Statussymbol thematisieren. Der fünfte Faktor *Autovorbehalte* beinhaltet Items, die eine kritische Haltung gegenüber Fahrzeugen als Gesundheits- und Umweltproblem ausdrücken. Der sechste Faktor *Komfortwunsch* drückt die Präferenz für ein komfortables Fahrzeug und einen entspannten Fahrstil aus.

Durch Mittelung derjenigen Items, die hoch auf einen bestimmten Faktor laden, lässt sich pro Teilnehmer ein *Skalenwert* für den entsprechenden Faktor berechnen, der die Stärke der Ausprägung des jeweiligen Faktors bei diesem Teilnehmer ausdrückt (vgl. [1]). In Abbildung 1 sind

die über alle Teilnehmer gemittelten Skalenwerte der 6 Faktoren dargestellt. Während die meisten Faktoren im Stichprobenmittel eine mittlere Ausprägung zeigen, ist erkennbar, dass der Komfortwunsch hoch ausgeprägt ist, was vermutlich auf die Zusammensetzung der Stichprobe zurückzuführen ist, die überwiegend aus dem Premiumsegment stammt.

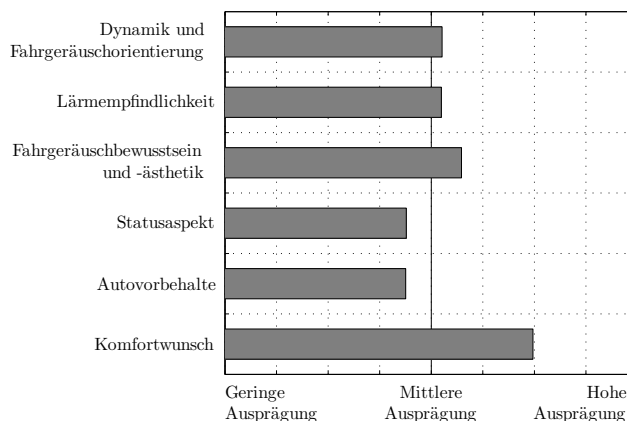


Abbildung 1: Gemittelte Skalenwerte (Ausprägungen) der 6 Einstellungs-Faktoren bzgl. Geräuschen, Fahrzeugen und Fahrgeräuschen.

Fahrertypen

Es stellt sich die Frage, ob sich die Teilnehmer völlig beliebig im Raum der 6 gefundenen Einstellungs-Faktoren verteilen. Vielmehr liegt die Vermutung nahe, dass es bestimmte typische Einstellungs-Profile gibt, die gewissermaßen „stereotypischen Fahrertypen“ entsprechen. Die vielen möglichen Kombinationen von Ausprägungen der 6 Skalenwerte ließen sich in diesem Fall auf einige wenige, typische Fälle reduzieren, die weiter untersucht werden könnten. Solche typischen Kombinationen zu finden ist Aufgabe der *Clusteranalyse*, wobei unter „Cluster“ in diesem Fall eine Personengruppe des gleichen Fahrertyps verstanden wird.

Auf die vorliegenden Daten wurde ein zweistufiges Verfahren angewendet, das aus einer agglomerativen Vor-Clusterung und einer „verfeinernden“ Nach-Clusterung bestand (vgl. [5]). Die agglomerative Vor-Clusterung wurde mit quadrierten euklidischen Distanzen nach der Ward-Methode durchgeführt. Dabei werden schrittweise diejenigen beiden Cluster zu einem neuen Cluster zusammengefasst, welche damit die Gesamtsumme aller Cluster-internen Varianzen (bzgl. der 6 Einstellungsfaktoren) am wenigsten erhöhen. Da das Ergebnis dieses Verfahrens von der Reihenfolge der Daten abhängt, wurden 3 Randomisierungen verglichen, wobei die Ergebnisse auf eine Cluster-Anzahl zwischen 2 und 4 Clustern hindeuten.

Um die Anzahl der weiter zu betrachtenden Cluster festzulegen und die Zuordnung der Teilnehmer zu diesen Clustern zu verfeinern, wurde eine Nach-Clusterung mittels k-Means-Algorithmus auf die zuvor ermittelten Ergebnisse angewendet. Dabei wird jeder Teilnehmer demjenigen

Cluster zugeordnet, zu dessen Zentrum er den geringsten Abstand hat; da sich dadurch ebene Zentren verschieben, wird der Prozess solange iterativ wiederholt, bis sich das Ergebnis nur noch geringfügig ändert. Für die 2- und 3-Cluster-Lösungen zeigen sich jeweils konsistente Ergebnisse zwischen den verschiedenen Randomisierungen, während die 4-Cluster-Lösungen je nach Randomisierung unterschiedliche Ergebnisse liefern. Daher wird die 3-Cluster-Lösung weiter betrachtet.

In Abbildung 2 sind die gemittelten Skalenwerte der 6 Einstellungs-Faktoren relativ zum Stichprobenmittelwert für die 3 Cluster bzw. Fahrertypen dargestellt. Es ist

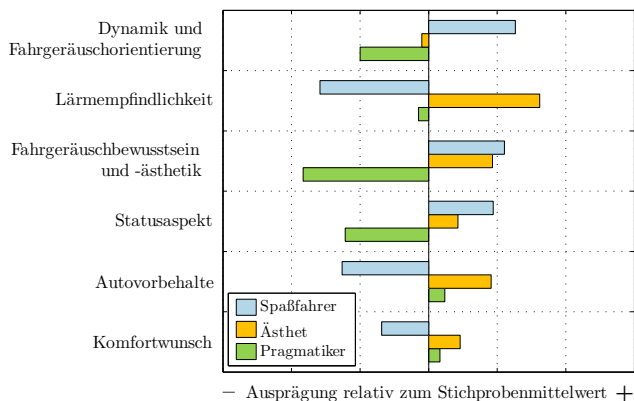


Abbildung 2: Gemittelte Skalenwerte (Ausprägungen) der 6 Einstellungs-Faktoren bzgl. Geräuschen, Fahrzeugen und Fahrgeräuschen relativ zum Stichprobenmittelwert für die 3 ermittelten Fahrertypen.

hilfreich den Fahrertypen zur besseren Unterscheidung aussagekräftige Namen zu geben, die deren wesentliche Charakteristika möglichst gut zusammenfassen. So werden hier die folgenden 3 Fahrertypen unterschieden:

- Der **soundorientierte Spaßfahrer** zeichnet sich durch seine dynamische Fahrweise aus; andererseits sind ihm Fahrgeräusche überdurchschnittlich wichtig, sowohl aus funktionaler als auch ästhetischer Sicht. Der Statusaspekt ist bei ihm hoch ausgeprägt, während sowohl Lärmempfindlichkeit, Autovorbehalte als auch Komfortwunsch unterdurchschnittlich sind.
- Der **lärmempfindliche Ästhet** hat, wie der Spaßfahrer auch, ein ausgeprägtes Bewusstsein für Fahrgeräusche, jedoch offensichtlich aus anderen Gründen: er ist überdurchschnittlich lärmempfindlich und hegt unter allen Fahrertypen den größten Wunsch nach Komfort. Der Ästhet ist, obwohl auch für ihn der Statusaspekt durchaus eine Rolle spielt, Fahrzeugen gegenüber eher kritisch eingestellt.
- Der **Sound-uninteressierte Pragmatiker** zeichnet sich vor allem durch sein unterdurchschnittliches Interesse an Fahrgeräuschen sowie seiner wenig dynamischen Fahrweise aus. Der Statusaspekt eines Fahrzeugs ist bei ihm untergeordnet, das Auto ist primär Gebrauchsgegenstand.

Charakterisierung der Fahrertypen

Da die Fahrertypen im Hinblick auf ihre Einstellung zu Geräuschen, Fahrzeugen und Fahrgeräuschen ermittelt wurden, stellt sich die Frage, ob und welchen Einfluss diese Einteilung auf andere Merkmale und Aussagen der Teilnehmer hat.

In Tabelle 1 sind neben dem Durchschnittsalter die prozentualen Verteilungen einiger Teilstichproben auf die 3 Fahrertypen dargestellt. Das Durchschnittsalter der Spaßfahrer ist mit 53.5 Jahren signifikant geringer als das der anderen beiden Fahrertypen. Es ist erkennbar, dass es unter den weiblichen Teilnehmern weniger Spaßfahrer gibt als in der Gesamtstichprobe. Weiterhin ist unter den deutschen Teilnehmern ein geringerer Anteil an Ästheten und ein höherer Anteil an Pragmatikern zu finden, während es sich in den USA genau umgekehrt verhält.

Es zeigen sich deutliche Abhängigkeiten zwischen dem Fahrertyp und dem gefahrenen Fahrzeugsegment. So sind unter den Kompaktklasse-Fahrern wenige Spaßfahrer, dafür viele Pragmatiker zu finden. Unter den Oberklasse-Fahrern sind hingegen überwiegend Ästheten vertreten, während die beiden anderen Fahrertypen in diesem Segment unterrepräsentiert sind. Unter den Sport- und Coupé-Fahrern gibt es überdurchschnittlich viele Spaßfahrer, dafür wenige Pragmatiker. Für jeden Fahrertyp findet sich also ein Segment, in welchem dieser vorwiegend anzutreffen ist.

Tabelle 1: Durchschnittsalter sowie prozentuale Verteilung verschiedener Teilstichproben auf die 3 Fahrertypen (zeitweise 100%). **Positive/negative** Abweichungen von der Gesamtstichproben-Verteilung um mehr als 5 % sind hervorgehoben.

	Spaßfahrer	Ästhet	Pragmatiker
Alter Ø	53.5	57.9	58.9
Gesamt	30.9 %	33.5 %	35.7 %
Weiblich	22.7 %	37.0 %	40.3 %
Männlich	32.9 %	32.6 %	34.5 %
Deutschland	31.0 %	27.4 %	41.6 %
USA	30.6 %	45.7 %	23.7 %
Kompaktklasse	19.5 %	29.8 %	50.7 %
(Obere) Mittelklasse	29.4 %	33.7 %	36.9 %
Oberklasse	24.2 %	45.9 %	29.9 %
Sport/Coupé	46.9 %	30.7 %	22.4 %
SUV	27.9 %	32.5 %	39.6 %

Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer der Befragung wurden gebeten, das Fahrgeräusch ihres eigenen Fahrzeugs insgesamt mit einem 7-stufigen semantischen Differential zu beschreiben. In Abbildung 3 spannen die beiden Adjektivpaare „komfortabel - sportlich“ und „unangenehm - angenehm“ die Achsen eines Koordinatensystems auf, in dem die gemittelten Bewertungen, unterschieden nach Fahrertyp sowie Fahrzeugsegment, dargestellt sind. Generell liegen alle Bewertungen in der „ange-

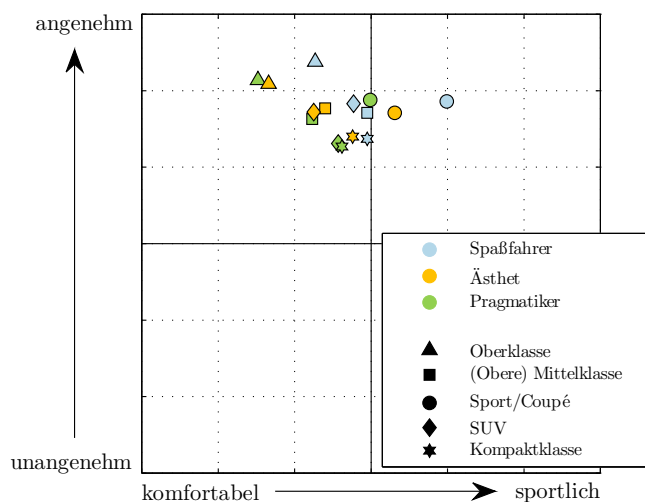


Abbildung 3: Bewertung des Fahrgeräuschs des eigenen Fahrzeugs, unterschieden nach Fahrertyp und Fahrzeugsegment.

nehm“-Hälfte, was einerseits durch die Fahrzeuge aus dem Premium-Segment, andererseits auch durch eine übermäßig positive Einschätzung des *eigenen* Fahrzeugs durch die Teilnehmer (z.B. um den Kauf zu begründen bzw. zu rechtfertigen) bedingt sein kann. Die Bewertungen der Fahrertypen bzgl. „unangenehm - angenehm“ unterscheiden sich kaum voneinander.

Die Fahrgeräusche in der Oberklasse werden als komfortabler, die im Sport/Coupé-Segment als sportlicher bewertet als die Fahrgeräusche in den übrigen Segmenten. Beim Vergleich der verschiedenen Fahrertypen fällt hier auf, dass der Spaßfahrer das Fahrgeräusch seines Fahrzeugs als durchweg sportlicher bewertet als der Ästhet oder der Pragmatiker, die sich in ihren Bewertungen ähneln.

Die Teilnehmer wurden ebenfalls gebeten, das Fahrgeräusch des idealen Nachfolgefahrzeugs mit einem 7-stufigen semantischen Differential zu beschreiben. Bei dieser Aufgabe wurde das Adjektivpaar „unangenehm - angenehm“ nicht angeboten, da nach dem *idealen* und damit optimal bewerteten Fahrgeräusch gefragt wurde, das hier als „angenehm“ angenommen wird. Zur besseren Vergleichbarkeit sind die Ergebnisse in Abbildung 4 dennoch analog zu Abbildung 3 dargestellt.

Es ist erkennbar, dass der Spaßfahrer sein Fahrgeräusch in allen Segmenten deutlich sportlicher wünscht als der Ästhet oder der Pragmatiker, die sich fast durchweg in der „komfortabel“-Hälfte positionieren. Die gewünschte Fahrgeräusch-Differenzierung zwischen den Segmenten bzgl. „komfortabel - sportlich“ ist beim Spaßfahrer am größten, wohingegen der Pragmatiker nur wenig differenzierte Wünsche hat.

Fazit

Mit der Einteilung von Fahrern in „soundorientierte Spaßfahrer“, „lärmpfindliche Ästhet“ und „Sounduninteressierte Pragmatiker“ wurde ein Ansatzpunkt für Analysen der individuellen Einflüsse auf die Beurteilung

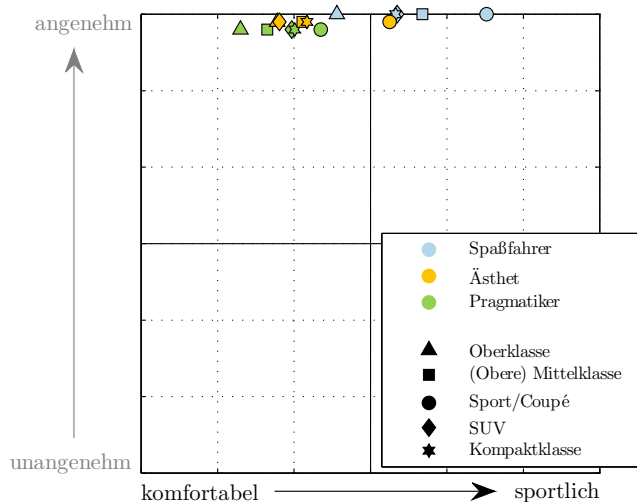


Abbildung 4: Bewertung des Fahrgeräuschs des idealen Nachfolgefahrzeugs, unterschieden nach Fahrertyp und Fahrzeugsegment. Die Ergebnisse werden alle als „angenehm“ angenommen, die leichte Differenzierung dient der Übersichtlichkeit der Darstellung.

von Fahrgeräuschen vorgestellt. Dass die 3 ermittelten Fahrertypen als varianzaufklärende Moderatorvariable bei der subjektiven Geräuschbewertung tatsächlich existieren, kann zu diesem Zeitpunkt allerdings nur als Hypothese gelten, deren Validierung anhand des vorliegenden Datensatzes nicht möglich ist. Dennoch lassen sich in diesem Datensatz bereits plausible Zusammenhänge zwischen der Einteilung in die 3 Fahrertypen einerseits und den demographischen Daten sowie Geräuschbewertungen der Teilnehmer andererseits finden, welche die Hypothese der 3 Fahrertypen unterstützen.

Zur Überprüfung der Validität der vorgeschlagenen Einteilung empfehlen sich (Feld-)Versuchsdaten, bei denen Probanden in einen realen Fahrgeräuschbewertungskontext gebracht werden, als Ergänzung zur hier vorgestellten, nicht kontextualisierten Befragung.

Literatur

- [1] Notbohm, G. O.: Personenspezifische Einstellungen und Wertungen in der Wahrnehmung der akustischen Umwelt. Shaker Verlag, Aachen, 2007
- [2] Rohrmann, B.: Empirische Studien zur Entwicklung von Antwortskalen für die sozialwissenschaftliche Forschung. Zeitschrift für Sozialpsychologie (1978), 9, 222-245
- [3] Guski, R.: Personal and social variables as co-determinants of noise annoyance. Noise & Health (1999), 1, 45-56
- [4] Klopp, E.: Explorative Faktorenanalyse. (2010), URL: <http://psydok.sulb.uni-saarland.de/volltexte/2013/4823>
- [5] Bortz, J.: Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler (6. Auflage). Springer Medizin, Heidelberg, 2005