

Bewertung von Geräuschqualität in Feld und Labor

Markus Bodden*, Ralf Heinrichs**, Friedrich Blutner***

* Ingenieurbüro Dr. Bodden, Ursulastr. 21, 45131 Essen, www.product-sound.de; ** Ford Werke AG, Spessartstr., 50725 Köln;

*** Synotec Psychoinformatik GmbH, Am Waldsportplatz 1, 09468 Geyer

Einleitung

Untersuchungen zur Geräuschqualität werden in der Regel aus praktischen Gründen im Labor durchgeführt. Durch die dort festlegbaren Rahmenbedingungen ist zunächst sichergestellt, daß alle Versuchspersonen auch wirklich identische Stimuli unter vergleichbaren Bedingungen beurteilen. Desweiteren können die Stimuli exakt definiert und während des Experiments gezielt verändert und weitere Einflußfaktoren kontrolliert werden. Geht es jedoch um den industriellen Einsatz der Methoden und die Bewertung von Produkten, so muß berücksichtigt werden, daß sich ein Kunde seine Meinung beim Einsatz des Produktes bildet. Aus diesem Grunde muß in der Regel überprüft werden, ob eine Bewertung im Labor auf die Ergebnisse beim realen Einsatz im Feld übertragbar ist.

Das für und wieder der jeweiligen Methoden sowie das prinzipielle Vorgehen werden anhand des Beispiels der Bewertung von Getrieberasseln dargestellt.

Feld und Labor

Untersuchungen im Labor weisen eine Reihe von Vorteilen, meist bezüglich ihrer Durchführbarkeit, gegenüber Versuchen im Feld auf:

- der Versuchsablauf ist reproduzierbar;
- alle Versuchspersonen haben identische Bedingungen;
- alle Produkte können in identischen Zuständen beurteilt werden;
- ein direkter Vergleich ist möglich;
- es kann eine Konzentration auf einzelne Merkmale erfolgen, so z.B. eine Konzentration auf den rein akustischen Kanal ohne den Einfluß der optischen Gestalt;
- Stimuli können adaptiv in Abhängigkeit vom Urteil direkt verändert werden;
- die Durchführung ist zeiteffizient.

Dem stehen die Vorteile einer Beurteilung im Feld gegenüber:

- es handelt sich um den typischen Anwendungsfall des Produktes;
- eine typische Nutzung des Produktes ist möglich;
- durch die Benutzung können individuell typische/kritische Betriebszustände gesucht werden.

Will man folglich die Geräuschqualität kundenrelevant untersuchen, so ist aufgrund der obigen Aufstellung eine Untersuchung im Feld unumgänglich. Gerade aber jedoch wegen des Aufwandes ist eine solche Untersuchung meist nicht möglich oder nicht praktikabel.

Führt man Untersuchungen im Labor durch, so muß jedoch überprüft werden, inwieweit die Ergebnisse auf das Feld und damit auf ein tatsächliches Kundenurteil in der Anwendung des Produktes übertragbar sind.

Unterschiede in den Beurteilungen können im wesentlichen dadurch hervorgerufen werden, daß den Versuchspersonen im Feld und im Labor unterschiedliche Informationen zur Urteilsfindung vorliegen. Dies könnte relativ gut eingeschränkt werden, wenn die Geräuschqualitätsbeurteilung ausschließlich auf rein akustischen Merkmalen beruhen würde. Da jedoch außerdem andere Sinnesmodalitäten (optische, haptische, taktile Informationen etc.) sowie kognitive Merkmale eine Rolle spielen, ist es kaum möglich, im Labor identische Informationen zur Verfügung zu stellen (z.B. Blauert u Bodden, 1994). Es muß jedoch angestrebt werden, die signifikanten Merkmale auch im Labor zu reproduzieren.

Auf der rein physikalischen Seite ist dies zunächst durch eine entsprechende Aufnahme-Wiedergabetechnik möglich. Eine nahezu authentische Aufzeichnung der Geräusche ist bei Verwendung eines Kunstkopfes möglich. Eine individuelle Aufzeichnung kann durch die Verwendung von Kopfbügelmikrophonen erreicht werden.

Die Wiedergabe per Kopfhörer sorgt dann für ein nahezu identisches Schallfeld an den Trommelfellen. Da der Mensch jedoch tieffrequente Schalle mit dem gesamten Körper aufnimmt, fehlen diese bei Kopfhörerbeschallung. Es wird häufig versucht, dies durch zusätzliche Abstrahlung tiefer Frequenzen mit einem Subwoofer auszugleichen.

Insgesamt gesehen ist der akustische Kanal im Labor relativ gut reproduzierbar. Problematischer sieht dies bei der Darbietung anderer Sinnesmodalitäten aus, da hier entsprechende authentische Reproduktionstechniken fehlen bzw. sehr aufwendig sind. Optische Information kann in einfachster Form durch Bilder, etwas realitätsnäher durch Filme und weiter durch dreidimensionale bewegte Graphik erfolgen, wobei hier jedoch eine Simulation der optischen Information und damit meist eine Realitätsverfremdung einhergeht. Weitere Modalitäten können bisher nur stark vereinfacht dargeboten werden, so daß hierauf in der Regel verzichtet wird (Blauert et al. 2000).

Kognitive Einflußfaktoren auf die Geräuschqualität lassen sich in drei Gruppen einteilen:

1. schallquellenbezogenen Merkmale:
spezifische Vorstellung von der Quelle, Image
Diese Merkmale sind bei der üblichen rein akustischen Darbietung im Labor nicht vorhanden und müssen über zusätzliche Hilfsmittel dargestellt werden (Beschreibung der Quelle, Bilder, Video, Modelle etc.).
2. situationsbezogene Merkmale:
Aktivitätssituation, Interaktion mit der Quelle
Versuchspersonen sind im Labor meist passiv, d.h. nicht in eine Aktion eingebunden. Eine Interaktion mit der Quelle ist meist ebenfalls nicht möglich. Es ist deshalb nötig, die Versuchspersonen weitgehend über die Situationen zu instruieren.
3. personenbezogenen Merkmale
Erwartungshaltung, Motivation, Einstellung, Geschmack, Aversion
Diese Merkmale wirken sich um so stärker aus, je mehr der Versuchsperson über die Quelle bekannt ist und je mehr sie sich in die Situation hineinversetzen kann. Wichtig für die Auswertung ist, daß diese personenbezogenen Merkmale hinterfragt und erfaßt werden, damit Abhängigkeiten hiervon aufgedeckt werden können.

Ein allgemeines standardisiertes Vorgehen bei der Geräuschqualitätsbeurteilung im Labor ist somit kaum möglich. Bei der Planung und Durchführung der Versuche muß auf die spezifischen Aspekte des Produktes, der Produktanwendung und der Zielgruppe eingegangen werden.

Anwendungsbeispiel Getrieberasseln

Bei der Entwicklung und Beurteilung der Geräusche von Produkten tritt häufig der Fall ein, daß die Auswirkung des Geräusches einer bestimmten Geräuschkomponente auf das Gesamtgeräusch bewertet werden soll. Im hier dargestellten Anwendungsfall handelt es sich um das Getrieberasseln. Dieses Geräusch ist nur in bestimmten Fahrsituationen im Fahrzeuginnenraum hörbar. Obwohl es sehr leise im Vergleich zu den übrigen Geräuschen ist, zieht es, wenn es einmal

entdeckt worden ist, aufgrund seines Charakters die Aufmerksamkeit auf sich.

Für die Untersuchungen wurde eine für das Auftreten des Geräusches typische Fahrsituation identifiziert und herangezogen. Es handelt sich hierbei um eine Stop-and-go-Situation, in der bei niedriger Drehzahl das Kupplungspedal abwechselnd getreten (kein Rasseln möglich) und wieder losgelassen (Rasseln möglich) wird. In diesem direkten Vergleich und aufgrund des in dieser Situation relativ leisen übrigen Fahrzeuggeräusches ist das Rasseln hier besonders auffällig. Diese Fahrsituation beinhaltet folglich auch den Aspekt der Interaktion - das Rasseln wird durch das Treten des Kupplungspedals ein- und wieder ausgeschaltet.

Die hier vorgestellten Ergebnisse zielten nicht nur primär auf eine Untersuchung des Unterschiedes einer Beurteilung in Feld und Labor, sondern auch einer Beschreibung des Phänomens Getrieberasseln.

Versuchsaufbau

Neben dem Unterschied zwischen einer Beurteilung in Feld und Labor war das Ziel zu untersuchen, inwieweit das Merkmal von den Versuchspersonen erkannt wird und wie sich eine Sensibilisierung der Versuchspersonen auf das zu beurteilende Merkmale auswirkt. Hierzu wurden der Versuch in drei Phasen und die Versuchspersonen in zwei Gruppen aufgeteilt. Eine Gruppe begann mit Phase 1 im Feld, die andere im Labor.

In der ersten Versuchsphase bestand die Aufgabe der Versuchspersonen darin, die *Lästigkeit des Motorgeräusches* zu beurteilen. Den Versuchspersonen war somit nicht klar, daß es um die Bewertung von Getrieberasseln ging. Anschließend wurden die Versuchspersonen auf das Getrieberasseln sensibilisiert, indem ihnen Beispielgeräusche mit unterschiedlich ausgeprägtem Rasseln dargeboten wurden. In der zweiten Phase sollten Sie nun unter ansonsten gleichen Versuchsbedingungen die *Ausgeprägtheit des Getrieberasseln* beurteilen. In der dritten Phase war die Aufgabe identisch zu Phase 2, die Versuchspersonen wechselten jedoch vom Feld ins Labor bzw. umgekehrt.

Für die Beurteilung wurde in allen Fällen eine fünfstufige unipolare Skala verwendet. Im Feld wurden drei optisch identische Fahrzeuge (Diesel, modifizierter Diesel praktisch ohne Getrieberasseln, Benziner mit Getrieberasseln gleichen Typs, Ausstattung und Farbe), im Labor wurde zur Vermeidung von Verwirrungen der Versuchspersonen der Benziner weggelassen, dafür aber Modifikationen des Diesel mit unterschiedlicher Ausprägung des Rasseln hinzugefügt. Im Labor wurden die Instruktionen und zusätzliche optische Informationen zur Darstellung des Szenarios in einer Multimediapräsentation dargeboten. An dem Versuch nahmen 60 Laien teil.

Ergebnisse

Die Beurteilungen der Lästigkeit des Motorgeräusches aus Feld und Labor sind in Abb. 1 dargestellt.

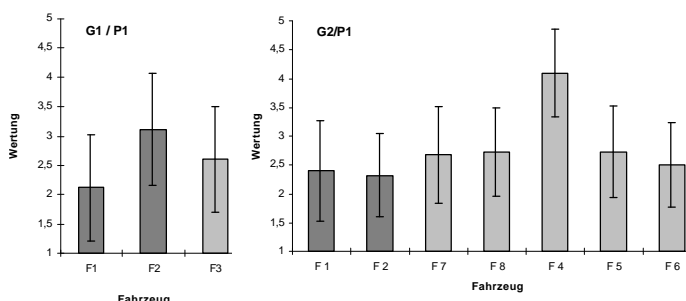


Abb. 1 Ergebnisse Phase 1: Beurteilungen der Lästigkeit des Motorgeräusches aus Feld (links) und Labor (rechts).

Es ist zu erkennen, daß sich im Feld signifikante Unterschiede in der Beurteilung der drei Fahrzeuge ergeben. Ein Vergleich mit den entsprechenden Beurteilungen der Ausgeprägtheit des Getrieberasseln (d.h. nach der Sensibilisierung, siehe Abb. 2 links) zeigt kaum Abweichungen. Im Feld wird folglich die Lästigkeit durch die Schallgestalt Ge-

trieberasseln bestimmt. Hier erfolgt eine automatische Sensibilisierung auf das Geräuschmerkmal, hervorgerufen durch den Interaktionsprozeß.

Im Labor hingegen werden 6 der sieben Fahrzeuge nicht signifikant unterschiedlich beurteilt, lediglich das Fahrzeug eines anderen Typs (F4) erhält eine andere Lästigkeit. Im Labor wird folglich ohne Sensibilisierung im Gegensatz zum Feld das Getrieberasseln nicht als lästig bewertet.

Die Beurteilungen der Ausgeprägtheit des Getrieberasseln (d.h. nach der Sensibilisierung) zeigt Abb. 2.

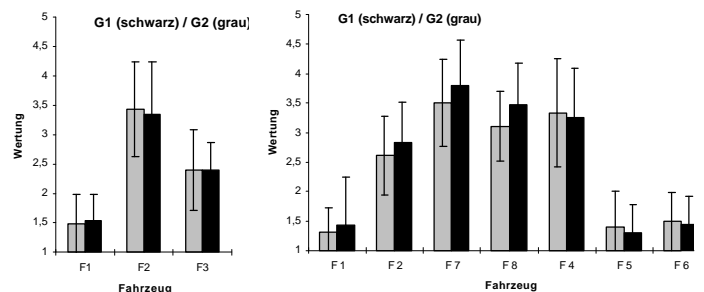


Abb. 2 Ergebnisse Phase 2 und 3: Beurteilungen der Ausgeprägtheit des Getrieberasseln aus Feld (links) und Labor (rechts). Helle Balken: Gruppe, die zuerst im Feld war; dunkle Balken: Gruppe, die zuerst im Labor war.

Im Feld ergeben sich zu Abb. 1 vergleichbare Ergebnisse, im Labor ändert sich die Beurteilung jedoch deutlich. Nach der Sensibilisierung werden jetzt signifikante Unterschiede zwischen den Stimuli erkannt. Fahrzeug 1 wird in Feld und Labor gleich bewertet, bei Fahrzeug 2 fällt die Beurteilung im Labor niedriger aus. Der Grund hierfür ist darin zu suchen, daß im Labor Stimuli mit einer größeren Rasselbandbreite angeboten wurden, es sich bei den Versuchspersonen um Laien handelte und keine Verankerung der Skalen vorgenommen wurde.

Zusammenfassung

Das Anwendungsbeispiel hat gezeigt, daß Geräusche in Feld und Labor deutlich unterschiedlich beurteilt werden können. Aufgrund von Aufmerksamkeitssteuerungsmechanismen kann in beiden Fällen eine Konzentration auf unterschiedliche Geräuschmerkmale erfolgen.

Im Gegensatz dazu ist eine Diskriminierung der Ausgeprägtheit von Geräuschmerkmalen offensichtlich sowohl im Feld als auch im Labor möglich. Die Absolutbeurteilungen können jedoch abweichen, da trotz weitgehender Instruktionen und zur Verfügungstellung weiterer Information im Labor stets im Feld weitere Merkmale zur Urteilsfindung zur Verfügung stehen. So ist z.B. zu berücksichtigen, daß beim hier betrachteten Anwendungsbeispiel im Labor ausschließlich die ausgewählten Fahrsituationen dargeboten wurden, während es im Feld unumgänglich war, daß die Versuchspersonen auch andere Betriebszustände wahrnehmen konnten.

Ein allgemeines standardisiertes Vorgehen bei der Geräuschqualitätsbeurteilung im Labor ist somit kaum möglich. Bei der Planung und Durchführung der Versuche muß auf die spezifischen Aspekte des Produktes, der Produkthanwendung und der Zielgruppe eingegangen werden. In Zweifelsfällen ist ein Abgleich durch Experimente im Feld, auch wenn diese sehr aufwendig sind, unumgänglich.

Literatur

- Blauert, J.; Bodden, M. (1994): Gütebeurteilung von Geräuschen - warum ein Problem? In: Q.-H. Vo (ed.), Soundengineering / kundenbezogene Akustikentwicklung in der Fahrzeugtechnik, Expert Verlag, D-Renningen, 1-9.
- Blauert, J.; Lehnert, H.; Sahrhage, J.; Strauss, H. (2000): An Interactive Virtual-Environment Generator for Psychoacoustic Research. *Acustica united with Acta Acustica*, Vol. 86, 94-102.