

# Geräuschqualität im Kontext weiterer Fahrzeugattribute: Bewertung durch Kunden in Feld und Labor

Markus Bodden\*, Ralf Heinrichs\*\*

\* *Ingenieurbüro Dr. Bodden, Ursulastr. 21, 45131 Essen; email: db@product-sound.de*

\*\* *Ford Werke AG, Acoustic Centre Cologne, Spessartstraße, 50725 Köln; email: rheinri1@ford.com*

## 1 Einleitung

Die Optimierung der Geräuscheigenschaften von Produkten sollte auf die Anforderungen der Kunden zugeschnitten werden. Hierzu ist es erforderlich, diese Kundenanforderungen zu erfassen und zu quantifizieren: Kunden müssen die Möglichkeit erhalten, ihre Vorstellungen zu äußern und Bewertungen abzugeben. Hierbei können neben Umfragen in Form von Interviews oder Fragebögen auch Tests in Feld und Labor eingesetzt werden. Im vorliegenden Fall wird ein beispielhaftes Vorgehen für das globale Attribut "Fahrqualität" vorgestellt. Die Methodik sowie die Ergebnisse werden vorgestellt, wobei insbesondere auch der Aspekt der Unterschiede in den Bewertungen in Feld und Labor diskutiert werden.

## 2 Fahrqualität

Die Fahrqualität ist ein globales Attribut, welches im wesentlichen die Zufriedenheit des Kunden mit einem Fahrzeug bestimmt. Sie faßt zusammen, welchen Qualitätseindruck der Fahrer global oder in einer bestimmten Fahrsituation von seinem Fahrzeug hat.

Die Fahrqualität setzt sich aus einer Reihe von Einzelattributen zusammen, z.B. Attribute welche die Sicherheit, das Fahrverhalten, Handling, Komfort, Umweltfreundlichkeit etc. beschreiben. Die genaue Zusammensetzung sowie die Gewichtung der einzelnen Attribute ist jedoch nicht bekannt, und insbesondere die Art und Wichtigkeit der akustischen Attribute für die Fahrqualität ist unbekannt.

Da es sich um ein globales und kundenbezogenes Attribut handelt, ist zur näheren Untersuchung der Zusammenhänge die Einbeziehung von Kunden zwingend erforderlich - Untersuchungen mit Experten können hier andere Zusammenhänge liefern. Die ungewisse Zusammensetzung des Attributes erfordert ein spezielles Vorgehen, da insbesondere darauf geachtet werden muß, daß die Versuchspersonen un-sensibilisiert, unvoreingenommen und unbeeinflusst bewerten.

## 3 Kundenuntersuchungen

### 3.1 Fragebögen

Da die Bedeutung der Akustik für die Fahrqualität nicht bekannt war, mußte zunächst eine allgemeine Bestimmung der Attribute der Fahrqualität erfolgen. Hierzu wurde ein Fragebogen entwickelt, der so angelegt war, daß den Kunden nicht klar war, daß es insbesondere um die Rolle der Akustik geht. Aus diesem Grunde wurden zahlreiche Fragen aufgenommen, die keinen Bezug zur Akustik, sondern z.B. zum Fahrverhalten, persönlichen Vorlieben usw. haben.

Der resultierende Fragebogen umfaßte 43 Fragen. Die ersten Fragebögen wurden in Interviewform ausgefüllt, so daß direkte Rückmeldungen durch die Kunden beobachtet werden konnten. Da hierbei keine Probleme auftraten, wurden die Fragebögen dann verteilt und von den Kunden selbst ausgefüllt. Insgesamt standen 150 Rückläufer für die Untersuchungen zur Verfügung.

### 3.2 Feldexperiment

Anhand der Fragebogenergebnisse wurden zunächst die Fahrsituationen identifiziert welche für die Fahrqualität am wichtigsten sind. Es handelt sich hierbei um zwei Situationen:

1. dem Cruisen auf der Autobahn (als Repräsentant für lange Fahrten mit lang einwirkendem, konstantem Geräusch);
2. dem Ampelstart (als Repräsentant für den Stadtverkehr mit einem dynamischen Feedback-Geräusch).

Für den Feldtest wurde zunächst ein Testparcour festgelegt, der diese beiden Fahrsituationen in ausreichendem Umfang enthielt. Die Strecke beinhaltete einige Ampeln, ein Stück Autobahn sowie innerstädtische Straßen.

Für den Test wurden vier Fahrzeuge aus zwei Fahrzeugklassen (je zwei aus Kompakt- und Mittelklasse) ausgewählt, die jeweils über deutlich unterschiedliche akustische Eigenschaften verfügen. Die Versuchspersonen wurden anhand der Fragebogenangaben und bestimmten Kriterien zur Zusammensetzung der Gesamtgruppe ausgewählt. An einem Test nahmen jeweils vier Personen teil, welche die Fahrzeuge in einer zufälligen Reihenfolge nacheinander fuhren. Jede Versuchsperson wurde von einem Versuchsleiter begleitet, der an bestimmten Stellen des Parcours Fragen stellte. Neben allgemeinen Beschreibungen und Kommentaren wurden gezielt die zu untersuchenden Fahrsituationen bezüglich der Parameter „Fahrqualität“, „Klangfarbe“ und „Agilität“ (nur Ampelstart) auf einer 10-Punkte-Skala bewertet. Insgesamt nahmen 24 Personen an den Versuchen teil.

### 3.3 Laborexperiment

Für eine Quantifizierung der Zusammenhänge sowie eine Konzentration auf rein akustische Merkmale sind Laborexperimente in der Regel unvermeidlich. Die Versuchspersonen beurteilten deshalb direkt nach dem Feldtest die Geräusche der vier Fahrzeuge in den Fahrsituationen Cruising und Ampelstart bezüglich derselben Attribute wie im Feld. Für die Cruising-Situation wurden zusätzlich noch vier weitere Geräusche mit aufgenommen, je ein Straßen-, Wind- bzw. Motordominiertes Geräusch (durch Filterung eines Basssounds gewonnen) sowie ein neu entwickeltes Zielgeräusch.

Die Versuche wurden als Individualtest (siehe Bodden und Heinrichs, 1998) auf vier Rechnern implementiert, die in einem schallgedämmten Raum mit abgeteilten Zonen aufgestellt waren, so die Versuche gleichzeitig ablaufen konnten.

Abschließend wurde noch ein weiterer Fragebogen ausgefüllt, in dem die Kernfragen des ersten Fragebogens wiederholt wurden. Hierdurch konnte die Möglichkeit einer Sensibilisierung von Kunden erfaßt werden.

### 3.4 Ergebnisse

In Abb. 1 sind ausgewählte Ergebnisse der Fragebögen dargestellt. Zunächst ist festzustellen, daß die Akustik eine wesentliche Rolle für die Fahrqualität spielt: das Fahrgeräusch wird an fünfter Stelle

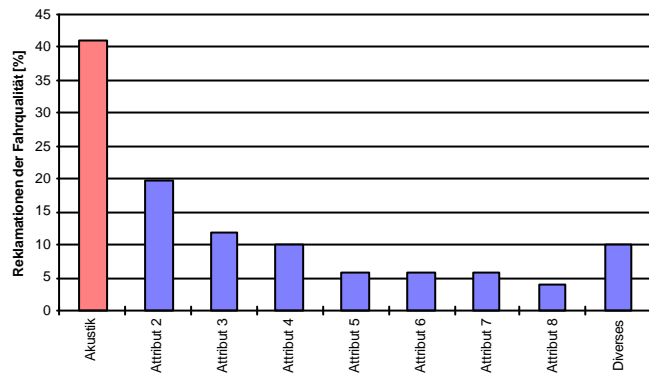
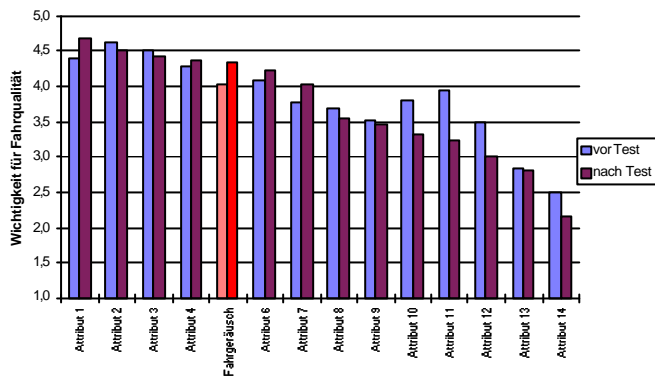


Abb. 1: Ausgewählte Ergebnisse der Fragebogenaktion

genannt. Nach dem Test wurde das Geräusch als noch wichtiger als vor dem Test eingestuft, was bedeutet, daß eine Sensibilisierung von Kunden ist möglich ist.

Der unteren Graphik in Abb. 1 ist zu entnehmen, daß die Geräusche den mit Abstand wichtigsten Punkt von Unzufriedenheit und Reklamationen von Kunden bezüglich der Fahrqualität darstellen. Hier besteht folglich noch deutliches Verbesserungspotential zur Erhöhung der Kundenzufriedenheit.

Als Beispiel für die Ergebnisse der Feld-Laborexperimente sind die Bewertungen der Cruising-Situation in Abb. 2 dargestellt. Es ist zu erkennen, daß die Bewertungen in Feld und Labor teilweise voneinander abweichen. So werden die Fahrzeuge Kompaktklasse 2 und Mittelklasse 2 bezüglich der Fahrqualität im Feld besser als im Labor bewertet, während die übrigen Fahrzeuge identische Bewertungen erhalten.

Diese Unterschiede können die folgenden Ursachen haben:

- speziell das Fahrzeug Kompaktklasse 2 wies störende Geräuschkomponenten auf (z.B. Getrieberrasseln). Diese fallen im Labor, wo eine absolute Konzentration auf die Akustik vorliegt, stärker auf als im Feld;
- im Feld wird die Bewertung akustischer Attribute durch nicht-akustische Moderatoren stärker bzw. anders beeinflusst als im Labor (siehe Bodden, 2000). Beide Fahrzeuge haben die Versuchspersonen durch ihr allgemein positives Verhalten im Vergleich zu den anderen beiden Fahrzeugen überrascht, so daß die Bewertung besser ausfiel. Im Laborexperiment fehlte die Fahrzeugzuordnung, so daß hier das Geräusch „unbeeinflusst“ bewertet wurde.

Vergleichbare Unterschiede finden sich auch in der Bewertung der Klangfarbe. Hier werden wiederum die beiden Fahrzeuge Kompakt-

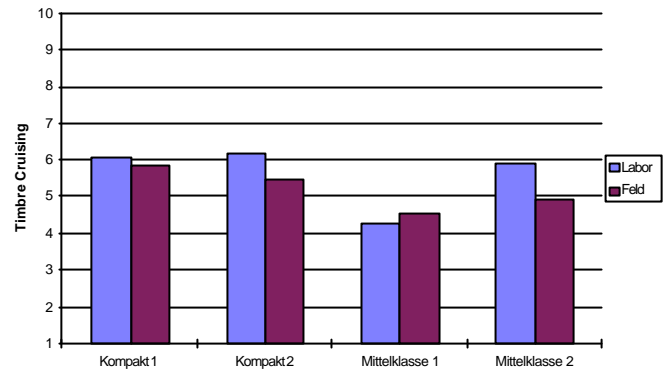
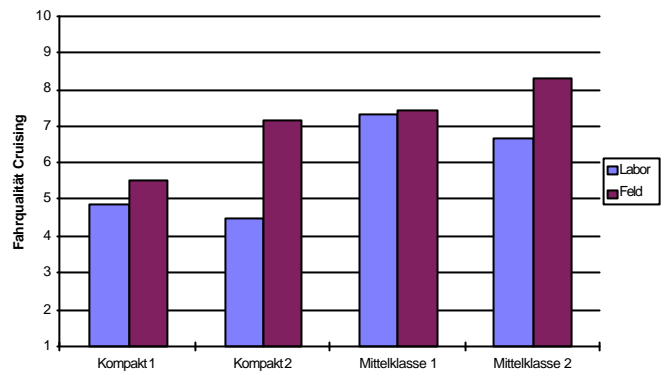


Abb. 2: Bewertung von Fahrqualität (oben) und Timbre (unten) für die Cruising-Situation in Feld und Labor (21 Kunden)

Mittelklasse 2 im Labor höher bewertet als im Feld. Hier dürfte der wesentliche Unterschied darin bestehen, daß im Labor das Urteil tatsächlich nur auf der Basis des Signalausschnittes bei konstanter Geschwindigkeit erfolgt, während im Feld die übrigen Fahrsituationen das Urteil mit beeinflussen können.

Wichtig ist hier festzustellen, daß die Attribute Fahrqualität und Klangfarbe nicht korreliert sind.

### 3.5 Kundenforum

Die Auswertungen und Ableitungen aus den Experimenten Bedarf in der Regel einer Verifikation, die wiederum in Form weiterer Experimente umgesetzt werden kann. In diesem Fall ist jedoch eine weitere Methode in Form eines Kundenforums vorteilhaft, in der Präsentationen von Ergebnissen und Hypothesen, kleine Experimente und Gruppendiskussionen miteinander verbunden werden können. Hierzu wurde eine Gruppe von Kunden eingeladen, die zum Teil an den Experimenten teilgenommen hatte und durch weitere aus den Fragebögen ausgewählte Kunden ergänzt wurden.

## 4 Zusammenfassung

Die Erfassung und Quantifizierung von Kundenwünschen stellt ein erhebliches Problem bei der Bestimmung von Zielgeräuschen dar. Aufgrund der unterschiedlichen Moderatoren ist ein umfassendes Vorgehen unvermeidbar, bei dem in der Regel Methoden der Befragung, Feld- und Laborexperimente durchgeführt werden müssen.

## 5 Literatur

Bodden, M. (2000), "Perceptual Sound Quality Evaluation", in *Proc. Internoise 2000*, Nice, France.

Bodden, M., und Heinrichs, R. (1998), "Evaluation of interior vehicle noise using an efficient psychoacoustic method", in *Proc. of the Euronoise 98*.