

## Wertadäquate Geräusche und Schwingungen – ein Paradigmenwechsel in der Qualitätsbeurteilung -

A. Rohnen, B. Kotterba, DGaQs e.V. Karlsruhe

### 1 Einleitung

Die Sicherung der akustischen Qualität war in den zurückliegenden Jahren auf das Ziel ausgerichtet, leise und schwingungsarme Produkte zu entwickeln, herzustellen und an den Kunden zu liefern. Die Forderung in Lastenheften lautete beispielsweise, das Aggregat muss im eingebauten Zustand leise sein. In manchen Fällen wurde und wird teilweise auch heute noch ein Einzahlwert genannt. So dürfen z.B. Antriebsmotoren für die Verstellung kein Geräusch abstrahlen, das einen Schalldruckpegel größer als 45 dB hat. Diese Forderung wird häufig an den Hersteller des Antriebsmotors weitergegeben. Dabei werden die Messbedingungen, spektrale Zusammensetzung, Belastung oder andere Parameter nicht explizit festgelegt. Es existieren auch Formulierungen, die ein geräuscharmes Produkt fordern, ohne dass näher definiert wird, was „geräuscharm“ bedeutet und wie es messtechnisch nachgewiesen wird..

In den letzten Jahren haben sich zwei Richtungen entwickelt. Beide orientieren sich am Hörvermögen des Menschen: zum einen an der Hörbarkeit von Geräuschanteilen und deren psychoakustischer Wahrnehmung, zum anderen an der Qualität des Produktes. Dabei richtet sich die Qualität des Produktes auch wieder nach der subjektiven Wahrnehmung. Dabei spielen aber nicht nur die Geräusche und Schwingungen, sondern auch Merkmale wie Marke, Typ, Funktion, Anwendung und Preis eine Rolle.

Wenn man heute von akustischer Qualität spricht, fragen Laien sogleich, ob damit z.B. der Sound der Autotür eines Fahrzeugs der Marke X gemeint ist. Man assoziiert dies also gleich mit den Zielen der Arbeitsrichtung Sound-Design. Dabei geht man davon aus, dass man Sound gestalten kann. Die Möglichkeit besteht vornehmlich dort, wo man die Freiheit der Konstruktion, Materialwahl, Betriebsbedingungen und anderer maßgeblicher Einflussgrößen hat. Besteht aber ein enger Kostenrahmen für Entwicklung und Herstellung von Produkten, so muss man zwischen dem Machbaren und Angemessenen einen Kompromiss schließen. Dabei stellt sich die Frage nach der technischen und kaufmännischen Angemessenheit. In jüngster Zeit werden die Forderungen an die Geräusche und Schwingungen daran ausgerichtet, was dem Wert des Produktes adäquat ist.

Die Thesen, was wertadäquat bedeutet, wurden während des Fokus-Workshops im April 2006 von den Teilnehmern diskutiert. Die Sichtweise und die sich daraus ergebenden Konsequenzen werden nachfolgend dargelegt und erläutert.

### 2 Erwartungsbestimmenden Aspekte / Merkmale

Wertadäquates Geräusch oder Klang – was ist das?

- Das „kreischende“ Geräusch eines Formel 1 Fahrzeugs?

- Das „leichte Säuseln“ eines Luxuslimousinenantriebs?
- Das „Getöse“ eines Staubsaugers?
- Der „Klick“ beim Öffnen/Schließen des Duschgels?
- Das „Jammern“ eines Elektrokleinantriebes?

Die Antwort darauf kennt der Kunde

- Ein Formel 1 Antrieb der nicht „kreischt“ wird von der Formel 1 Fangemeinde als „lahm“, „leistungsschwach“, „nicht genügend Drehzahl“, ... angesehen.
- In die Luxuslimousine gehört ein „leiser“ Antrieb, das ist eine der Charaktereigenschaften einer Luxuslimousine.
- Ein „leiser“ Staubsauger kann nicht richtig saugen!
- Der elektrische Fensterheber darf nicht „jammern“!

Insbesondere die Bewertung

- Ein „leiser“ Staubsauger kann nicht richtig saugen!

zeigt beispielsweise, dass im Geräusch eines Gerätes, Produktes, ... mehr als nur „Laut“ und „Leise“ gehört wird.

Wertadäquater Klang ist nicht gleich zu setzen mit **leise!**

Wenn es nicht mehr darum geht, das Produkt „leise“ oder geräuscharm zu gestalten, dann wandelt sich die Aufgabe von **Akustik** zu **Psychoakustik!** Damit ist allerdings nicht die Anwendung der psychoakustischen Größen (Lautheit, Schärfe, Rauigkeit, ...) gemeint, sondern die Empfindung und Wahrnehmung sowie die Auswirkung und Interpretation von Schwingungen und Geräuschen durch und auf den Menschen.

Um die Wahrnehmung des Menschen zu erfahren, kommt es entscheidend auf die Fragestellung an. Wird z. B. in einem Hörvergleich von Staubsaugergeräuschen die Frage gestellt

Welches Geräusch ist lauter bzw. leiser?

so wird das subjektive Bewertungsergebnis weitgehend dem Messergebnis Gesamtpegel entsprechen. Wird die Frage anders formuliert, etwa

Welches Geräusch erzeugt der „beste“ Staubsauger?

dann korreliert das subjektive Bewertungsergebnis nicht mehr mit den gängigen messtechnischen Merkmalen. Es kommen andere Beurteilungskriterien hinzu: es wird eher eine Korrespondenz zum Gebrauchszweck gesucht. Ob das Ergebnis der Geräuschbewertung tatsächlich eine Korrelation zur Sauberkeit der abgesaugten Fläche hat, ist dabei nicht unbedingt wesentlich. Es kommt eher auf die Erwartung des Hörers an. Nachweislich verkaufen sich jedoch die leisen Staubsauger durch das Geräuschimage des schlechten Saugens schlechter als die lauteren Wettbewerber. Selbst Markennamen helfen da nicht weiter. Diese haben zwar einen „Bonus“, aber der ist auch nicht grenzenlos strapazierfähig.

Die Beurteilung des Geräusches wird also durch die Erwartung des Hörenden geprägt. Hierbei spielen Erfahrung, Erlerntes, Marke und Mythos, Preis, Zweck und Funktion, Umwelt und Situation sowie der persönliche Standpunkt eine meinungsbildende und urteilsbestimmende Rolle.

Wenn wir dieses Phänomen benutzen, sind wir geneigt vom Klang eines Geräusches zu sprechen oder die Frage zu stellen: Wie klingt dieses Geräusch? Wir suchen nach einer Beschrei-

bung oder Deutung. Dabei suchen wir nach vertrauten Klangerfahrungen, um sie für die Beschreibung des Geräusches zu benutzen. Zu unseren vertrauten Klangerfahrungen zählen die Töne der Musik und die Geräusche der Umwelt. Ein Geräuschklang kann wie Wind oder Meer rauschen klingen. Somit wird das Gehörte sofort semantisch besetzt.

Wir kehren die Zuordnung auch um und beschreiben ein gehörtes Geräusch als ein Staubsaugergeräusch! Aus der Geräuschempfindung wird durch die bewusste Wahrnehmung dem Geräusch ein Bild zugeordnet und es mit einer Bedeutung belegt.

Um sich miteinander auszutauschen, wie man ein Geräusch wahrnimmt, benötigt man „Bilder“. Man versucht dem Geräusch eine Gestalt zu zuordnen. So wie man von Klangfarben spricht, benutzt man auch für die Beschreibung des Geräusches andere Sinneswahrnehmungen wie z.B. „Seh-Bilder“: klingt wie ein Formel-1-Motor, summt wie eine Biene.

### **3 Zusammenhang zwischen Wahrnehmung, Funktion und Marke**

Die akustische Qualitätsbeurteilung hängt von den Produktmerkmalen

- Marke
- Funktion
- Gestalt

ab.

Hinter der Marke stecken u. a. Name und Bezeichnung, Image Preis und Position im Markt. Es sind also die Merkmale, die sich ursächlich auf die Wertigkeit eines Produktes beziehen.

Die Wahrnehmung eines Geräusches hängt von der Funktion und vom Zweck des Geräusch erzeugenden Produktes ab. Dabei kommt es auch noch darauf an, ob diese Funktion vom Benutzer aktiviert wird oder automatisch also nicht benutzerabhängig einsetzt. So dient das Geräusch häufig als Signal, die Funktion ist aktiviert, was gleichbedeutend ist mit: das Produkt funktioniert. Dabei wird das wahrgenommene Geräusch mit dem erwarteten Geräusch verglichen und so auch noch eine Zustandsbeurteilung des Produktes vorgenommen. Entspricht das Geräusch nicht der Erwartung oder dem früher Gelernten, so schließt man daraus, dass sich etwas verändert hat. Es wird als Warnsignal oder als Symptom für eine mögliche „Krankheit“ empfunden und leitet eine Diagnose ein.

Erzeugt eine Funktion ohne das aktive Zutun des Hörenden ein Geräusch, so wird es eher als störend empfunden, da es die Aufmerksamkeit auf sich zieht, ohne dass es nötig war. Das Geräusch solcher Funktionen sollte nicht hörbar sein.

Die Gestalt des Geräusches – oder wie oben bezeichnet: der Geräuschklang – wird mit Ziel und Zweck des Produktes verglichen. Korrelieren beide miteinander. Also entspricht der Geräuschklang des Staubsaugers seinem Zweck.

Wertadäquat ist ein Geräusch dann, wenn es

- markenadäquat
- funktionsadäquat und
- gestaltadäquat

ist. Dass z.B. die Fahrzeurtüre einen erwarteten satten Klang beim Schließen hat, wird bei der Fahrzeugmarke erwartet. Das Geräusch muss gleichzeitig signalisieren, die Türe ist zu, und es muss der Wahrnehmungsästhetik des Kunden entsprechen.

Wenn heute also die Forderung nach wertadäquaten Geräuschen oder Klängen gestellt wird, so muss das Geräusch des Produktes die Forderungen bezüglich aller drei Aspekte erfüllen. Das bedeutet, dass die Forderung „wertadäquates Geräusch oder Klang“ in der Zielsetzung des Produktes verankert und im Lastenheft beschrieben werden muss.

Geräuschbeschreibungen wie „nicht auffällig“, „kundenwertig“, ... führen erfahrungsgemäß nicht zum Ziel, sie konkretisieren den Geräuschklang nicht und lassen große Interpretationsspielräume offen. Da diese Beschreibungen von ihrer Bedeutung und Erwartung sehr unterschiedlich sein können, führen sie letztlich häufig zur Belastung der Kunden-Lieferanten-Beziehungen.

Beispiel für eine Forderung (siehe letzter Satz), die Interpretationsräume eröffnet:

*5. April 2005 - AG experimentelle Musik spielt in Günzburg. Die Komposition ist stets im Bereich des sehr Leisen angesiedelt und strebt ein bewusstes Hineinhören in Klänge an, die im Zwischenbereich von Flüstern, Sprechgesang, Auflösung von Sprache in Geräuschklang liegen.*

*Bitte warme, aber nicht Geräusch erzeugende Kleidung mitbringen.*

#### **4 Formulieren der Anforderungen**

Die Forderung nach wertadäquaten Geräuschen oder Klängen ist dabei eindeutig auf den Hörenden ausgerichtet. Nun kann man sich natürlich darüber streiten, wer der Hörende ist: der Designer, der entwickelnde Ingenieur, der Verkäufer oder der Endkunde.

Auch in dieser Beziehung wird sich eine Veränderung der Sicht- oder „Hörweise“ ergeben. Dazu ein Zitat:

##### **Veränderte Erfolgsfaktoren in der Automobilindustrie**

Die Erfolgsfaktoren für die Automobilhersteller und Zulieferunternehmen haben sich in den letzten Jahren gravierend verändert. Bestimmten lange Zeit niedrige Kosten und qualitativ hochwertige Produkte die Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen, sind in den letzten Jahren kurze Entwicklungszeiten und konsequente Kundenorientierung als Faktoren hinzugekommen. In Zukunft erfolgsbestimmend wird zusätzlich die Innovation sein. Das heißt, dass die Leistungsfähigkeit von Produkten und Prozessen mit neuen Ideen kontinuierlich weiterentwickelt und an den Kundenanforderungen ausgerichtet wird.

Zitat aus: Innovationsdynamik und Knowledge-Management in der Automobil- und -zuliefererindustrie von Holger Karsten und Heiko Wolters

Die Betonung liegt auf kurzen Entwicklungszeiten und Kundenorientierung. Das bedeutet, dass bei der Formulierung der Anforderungen an die Geräuschklänge das Ohr des Kunden maßgeblich ist. Was hört der Kunde oder besser gesagt, welchen Geräuschklang erwartet der Kunde unter den Aspekten

- Marke
- Funktion
- Gestalt.

Wie muss das Geräusch wirken, damit es für den Kunden wertadäquat und „stimmig“ ist? Das bedeutet also, mit dem Ohr des Kunden hören. Dabei darf nicht von der Einzelkomponente, also z.B. dem Antriebsmotor für den Fensterheber oder den Lüfter für den Heißlufttherd ausgegangen werden, sondern vom Endprodukt, also dem Fahrzeuginnengeräusch, das vom Elektroantrieb beim Heben der Glasscheibe, eingebaut in der Fahrzeugtür bei geschlossenem Fahrzeug erzeugt wird. Vom Endgeräusch muss nun schrittweise die Systemtreppe hinunter gestiegen werden, bis auf die wirksamen Komponenten. Es kommt dabei nicht auf die Einzelkomponente, sondern immer auf das Zusammenwirken an. Daher kann die Aufgabe der Geräuschoptimierung auch nicht an einen Lieferanten delegiert werden. Bei der Lösung dieser Aufgabe sitzen alle gemeinsam im Boot und tragen ihren Anteil bei. So hat der Designer, Entwickler und Hersteller der Fahrzeugtüre die Aufgabe, der Schwingungen, Resonanzen, Dämmung und Dämpfung so zu lösen, dass der eingebaute Antrieb mit seinen technischen Eigenschaften sich richtig „einfügt“. Der Antriebshersteller muss die Schwingungs- und Resonanzeigenschaften der Fahrzeugtüre sowie die dynamischen Laständerung durch den Verfahrweg der Scheibe kennen, um sich z.B. mit Masse, Drehzahl, Unwucht, Ankopplung und der Getriebeübersetzung einzupassen.

Nun entsteht der Eindruck, dass durch diesen komplexen Abstimmungsprozess die Entwicklungszeiten eher länger statt kürzer werden. Das mag zwar auf den ersten Blick stimmen, aber wenn die Erfahrungen dokumentiert werden, so lässt sich bei zukünftigen Entwicklungen aus diesem Erfahrungsschatz schöpfen. Als Hilfsmittel zählen dabei vor allem die Geräuschkonserven sowie die Möglichkeiten der Geräuschsynthetisierung, -simulation und -manipulation.

## **5 Zielklang oder Zielgeräusch definieren**

Das gemeinsame Ziel aller am Prozess Beteiligten ist es, dem Geräuschklang die richtige Gestalt zu geben, es zu gestalten. Also den Zielklang bzw. das Zielgeräusch zu definieren und es aktiv zu gestalten - letztendlich die Herausforderung des Sound-Designs anzunehmen.

Es gilt also, die Anforderungen bezüglich der drei bereits genannten Aspekte Marke, Funktion und Gestalt zu beschreiben. Dabei ist sicher hilfreich, zunächst anhand von Geräuschaufzeichnungen solche Geräuschmuster zu finden, die den Geräuschklangraum eingrenzen: also mögliche optimale Geräusche, Grenzmuster und nicht akzeptable Geräuschklänge. Es gilt also zu beschreiben, welche Anteile das Geräusch enthalten und nicht enthalten darf. Dabei kommt es aber ausschließlich auf die Hör-Wahrnehmung, also das psychoakustische Geräuschmuster, an.

Den „Zielklang“ definieren bedeutet

- mindestens als Geräuschkonserve oder auch Geräuschsynthetisierungen verfügbar haben
- Hörversuche mit „zielgruppengerechten“ Probanden und darauf aufbauende Hörvergleiche als objektivierbares Mittel zur Definition von wertadäquaten Merkmalen einsetzen
- aus dem gehörten „Zielklang“ numerische Merkmale ableiten.

Zur Abfrage der Wahrnehmungen gibt es unterschiedliche Verfahren

- Wahrnehmbarkeit: Kann ein Schall wahrgenommen werden oder nicht?
- Identität: Hören sich zwei dargebotene Geräusche gleich an oder unterschiedlich?
- Rangordnung: Sortieren von dargebotenen Geräuschen nach einem vorgegebenen Sortierkriterium (lauter/leiser, höher/tiefer, dumpfer/schärfer usw.)
- Intervalle: Einstellen von gleichen Intervallen oder gleichen Verhältnissen zwischen dargebotenen Geräuschen nach einem vorgegebenen Kriterium (doppelt so laut, doppelt so hoch usw.)

- ☐ Semantische Differentiale mittels Polaritätsprofilen.

Als ein Instrument für die Definition hat sich das semantische Differential bewährt, das häufig in Form des Polaritätsprofil aufgestellt wird.

Ein Beispiel für ein semantisches Differential / Polaritätsprofil

weich	1	2	3	4	5	6	hart
glatt							rauh
tief							hoch
dunkel							hell
tonal							rauschend
nicht singen							singen
angenehm							unangenehm
säuseln							brausen

Durch Anhören der Geräuschmuster und beurteilen der Polaritätsprofile findet man die Geräuscheigenschaften, die einem wertadäquaten Geräuschklang entsprechen. Um eine Abgrenzung gegenüber negativen Geräuschanteilen zu erreichen, kann man auch die bekannten lautmalerischen oder bedeutungsbeladenen Begriffe heranziehen.

Geräuschanteil	Beispiele
Brummen	Sitzverstellung, Schiebedach, Waschmaschinenmotor
Bürste	Fensterheber, Sitzversteller, Kleinmotoren
Dröhnen	ABS, Schiebedach
Flöten	Kühlerventilator, Lüftungsgebläse
Grurzen	Antriebsschlupfregelung, ASR
Heulen	Klimaanlage, Wischermotor
Jaulen	Schiebedach, Sitzverstellung
Klopfen	Lenksäule, Zentralverriegelung, Antenne
Knacken	Federn
Mahlen	Wischer, Pumpen
Nageln	Scheibenheber, Verbrennungsmotor
Pfeifen	Lüftungsgebläse, Ventilatoren, Kraftstoffpumpe
Quietschen	Lüftung
Rasseln	Spiegelverstellung, Schiebedach, Ventilatoren
Rattern	Schiebedach, Scheibenheber, Getriebe, Flexwellen
Reiben	Scheibenheber
Singen	Servoantrieb, Servolenkung
Schlagen	Schiebedach, Wischer
Schnarren	Servoantrieb, Servolenkung
Schwanken	Sitzverstellung
Tackern	Lüftung
Trillern	Ventilator
Wimmern	Einspritzpumpe, Sitzverstellung
Wummern	Schiebedach
Zirpen	Lüftung
Zischen	Lüftung, Pumpen, Ventile

Tabelle 1: Attributive Beschreibungen von Geräuschanteilen

Wesentlich ist grundsätzlich, von der Hörwahrnehmung und Beschreibung auszugehen. Das Ohr ist das bestimmende Instrument für das, was als wertadäquat beurteilt wird. Dabei weichen die Antworten je nach Fragestellung und Zielgruppe durchaus voneinander ab.

Für jedes Mustergeräusch wird ein Polaritätsprofil von der Hörperson aufgestellt. Durch statistische Auswertung (Faktorenanalyse) erhält man die für das Geräuschkollektiv wertbestimmenden Faktoren, denen man die signalanalytischen oder auch psychoakustischen Merkmale zuordnen kann.

Werden Geräuschklänge als nicht-wertadäquat bezeichnet, so lassen sich auch der umgekehrte Weg beschreiten und mittels eines semantischen Differentials die störenden Anteile ermitteln. So findet man zu Resonanzen oder konstruktiv bedingten mechanischen Einflüssen, die für die Hörwahrnehmung störend sind.

Entscheidend für die Definition des Zielklanges ist das Einbeziehen der beteiligten Sinne. Das sind die „Vorstellungen“ des Produktes im Sinne von Marke, Funktion und Gestalt sowie natürlich das Hören. So man bei der sichtbaren Gestalt vom „Aussehen“ spricht, könnte man den Höreindruck auch als „Aushören“ bezeichnen, um damit deutlich zu machen, dass unser Ohr etwas „Heraushört“. Und damit sind einerseits die psychoakustisch wirksamen Geräusch- und Klanganteile sowie auch die erfahrungs- und erwartungsgeprägten Hörwirkungen gemeint. Es sind also durchaus auch emotionale Komponenten urteilsprägend.

## **6 Vorgehensweise bei der Definition des Zielgeräusches**

Um den Zielklang oder das Zielgeräusch zu definieren, werden folgende Schritte gegangen:

### 1.) Geräuschbeispiele real oder synthetisch erstellen

- Real → mögliche Produktvariationen darstellen und den Klang aufzeichnen
- Synthetisch → aus einem realem Signal durch Signalmanipulationstechniken neue Signale erzeugen (Frequenzbereiche anheben, ... absenken, Drehfrequenzvielfache verändern, Dämpfungen simulieren ... )

### 2.) Psychoakustische Tests mit zielgruppengerechten Probanden

„Zielgruppengerechte“ Probanden

- Personen, die als Benutzer Marke und Zweck des Produktes kennen und eine Erwartungshaltung zu dem Produkt haben
- dabei: Berücksichtigen von regionalen oder kulturellen Unterschieden
- Gestaltung der Testumgebung für Hörversuche
- Anzahl der Probanden 30 – 50 Personen (wünschenswert, aber kein Muss).

Negativbeispiel:

- zur Definition der Fahrzeugakustik eines Rolls Royce ist eine Probandengruppe von Sportwagenfahrern eher ungeeignet
- Gleiches gilt für Manager, die ihre Hausarbeit durch Haushaltshilfen erledigen lassen, als Beurteiler von Staubsaugergeräuschen.

Hörversuche sind die bevorzugte Untersuchungsform der Psychoakustik. Es sind Experimente, bei denen unter definierten Bedingungen die akustischen Wahrnehmungen untersucht werden.

Ziel von Hörversuchen ist es, einen Zusammenhang zwischen den physikalisch stattfindenden Schallereignissen und den physiologisch-psychologisch stattfindenden Hörereignissen herzustellen bzw. während der Entwicklung geräuscherzeugender Produkte die akustischen Erwartungen der Kunden zu ermitteln. (Quelle: <http://de.wikipedia.org/>)

Da die Wahrnehmung eines Menschen nicht direkt gemessen werden kann, sind die Ergebnisse von Hörversuchen davon abhängig, wie gut Versuchspersonen ihre Hörereignisse beschreiben können. Besonders bei ungeübten Versuchspersonen sind Vorversuche sinnvoll, in denen die Versuchspersonen lernen können, ihre Wahrnehmungen zu beschreiben oder sich auch nur klar zu werden, welche Wirkung der untersuchte Schall auf sie hat.

Da viele Versuchspersonen Schwierigkeiten haben, ihre Wahrnehmungen zu beschreiben, und auch unterschiedliche Personen den gleichen Schall unterschiedlich wahrnehmen können, ist die Streuung der Ergebnisse von Hörversuchen oft erheblich. Es empfiehlt sich, geschulte, differenziert und reproduzierbar urteilende Personen einzusetzen.

Wesentlich ist, bei der Auswertung herauszufinden, ob sich aus den Ergebnissen ein Trend ableiten lässt oder ob die Versuchsergebnisse so zufällig verteilt sind, dass man annehmen muss, die Versuchspersonen haben nur geraten. Nur bei entsprechender statistischer Signifikanz kann davon ausgegangen werden, dass mit einer bestimmten physikalischen Schallsituation eine entsprechende Wahrnehmung verknüpft ist.

## **7 Spezifikation und Nachweisbarkeit**

Hat man den Zielklang bzw. das Zielgeräusch definiert, so liegt zunächst eine verbale oder auch semantische Beschreibung vor. Diese gilt es nun in messbare Größen umzusetzen, damit die Messbarkeit erreicht wird. Hierbei bedient man sich der signaltechnischen Merkmale wie z.B. Amplitude, Leistung, Pegel, Frequenz, Periode, Modulationsgrad, Crestfaktor, spektrale Leistungsdichte, usw. oder der psychoakustischen Merkmale (Lautheit, Schärfe, Rauigkeit, Tonalität, Wohlklang usw.).

Entscheidend ist, dass die messbaren Merkmale herangezogen werden, die mit den Beschreibungen verwandt sind. Das Polaritätsprofil bietet dazu die Möglichkeit, die linearen Abhängigkeiten zu messbaren Größen in Form von Korrelationsmatrizen zu berechnen. Hohe Korrelationswerte zwischen beschreibenden und messbaren Merkmalen dienen der Auswahl.

Die tatsächlichen Zielgrößen lassen sich aus den in Hörversuchen verwendeten Geräuschmustern berechnen. Allerdings muss dabei berücksichtigt werden, dass die Hörwahrnehmung heute noch deutlich leistungsfähiger ist, als messtechnische und psychoakustische Merkmale. Letztere werden in der Regel als Einzahlwerte benutzt und charakterisieren nur das mittlere Verhalten der Geräusche, während die Hörwahrnehmung insbesondere auf dynamische Veränderungen der Geräusche und Klänge empfindlich reagiert.

Es existieren heute keine Patentrezepte für die detaillierte, wertadäquate Spezifikation von Geräuschklängen. Man kann sich dem nur nähern, indem alle Beteiligten vor allem auf das Ohr des Benutzers achten und mit Phantasie und Partnerschaft die beste Lösung suchen und dokumentieren. Die Erfahrung von heute muss den Entwicklern zukünftiger Produkte zur Verfügung stehen. Nur so ist Kundenorientierung und eine kurze Entwicklungszeit erreichbar.