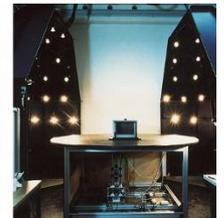
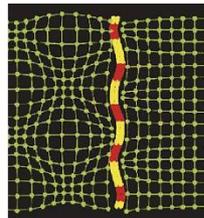
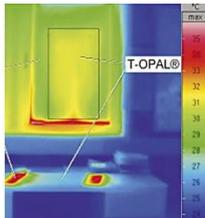
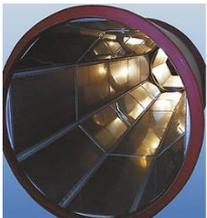

Ruhe, Klang und Hörsamkeit – Psychoakustische Grundlagen

Dr. Andreas Liebl

Fraunhofer Institut für Bauphysik

Auf Wissen bauen



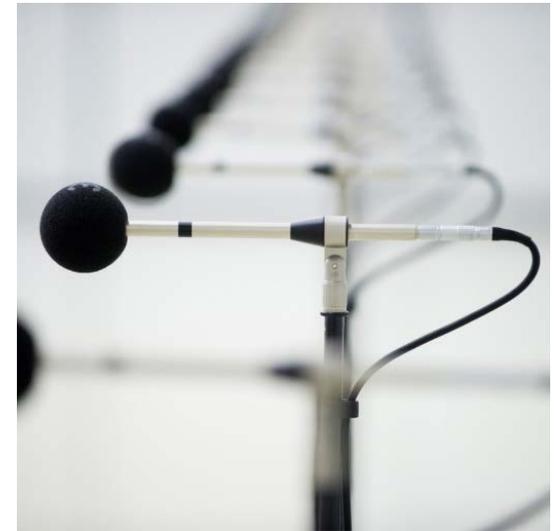
Hören + Akustik = Psychoakustik

- Die Psychoakustik befasst sich mit dem Zusammenhang zwischen dem physikalischen Schallreiz und der dadurch hervorgerufenen Hörwahrnehmung. Dabei ist festzuhalten, dass typische physikalische Messgrößen die Hörwahrnehmung in vielen Fällen nicht adäquat abbilden.

**Subjektive
Beurteilung**



**Physikalische
Messung**



Hören – Reiz und Reaktion

- Das Gehör ist evolutionär als Alarmorgan konzipiert und jederzeit, selbst im Schlaf aktiv. Durch die Ausschüttung von Stresshormonen wird Reaktionsbereitschaft hergestellt. Dauerhafte lärmbedingte Alarmbereitschaft schadet der Gesundheit.

ADRENALIN
CORTISOL



NORADRENALIN



Hören – Reiz und Reaktion

- Das Gehör und der Stimmapparat bilden die Grundlage für die Entwicklung lautlicher und verbaler Kommunikation. Die Beeinträchtigung der Kommunikation durch Lärm oder schlechte Raumakustik wird als besonders störend empfunden.



Hören – Reiz und Reaktion

- Das physikalische Schallereignis steht oftmals in keinem direktem Zusammenhang zum Urteil bzw. der Reaktion des Empfängers (Zuhörer). Physiologische Prozesse beeinflussen die Empfindung. Höhere Verarbeitungsprozesse bestimmen Wahrnehmung, Urteil und Reaktion.

Objektiver Reiz

Physik



Funktionaler Reiz

Physiologie,
Psychophysik



Wahrnehmung

Psychologie,
Psychophysik



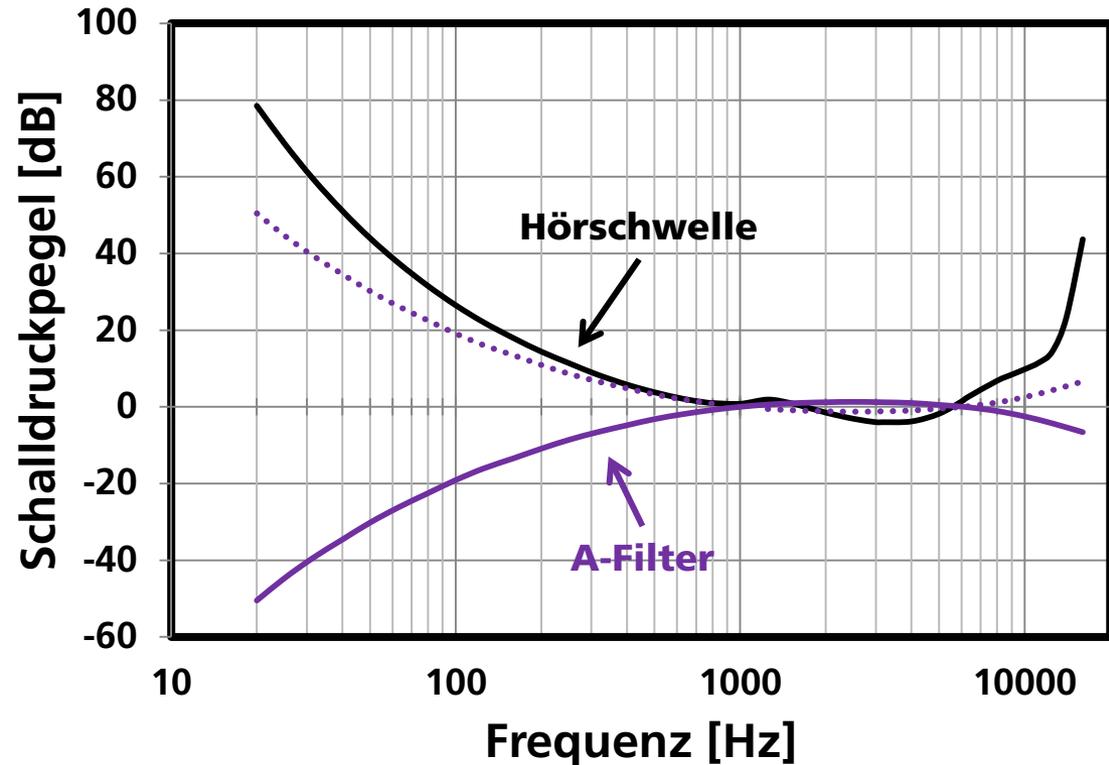
Urteil und Reaktion

Psychologie,
Sozialpsychologie



Hören – Reiz und Reaktion

- Unterschiedliche Frequenzbewertungskurven (A, B, C,...) sollen der Frequenzabhängigkeit des Gehörs bei verschiedenen Schalldruckpegeln Rechnung tragen.



Hörschwelle und Frequenzbewertungskurve (A)

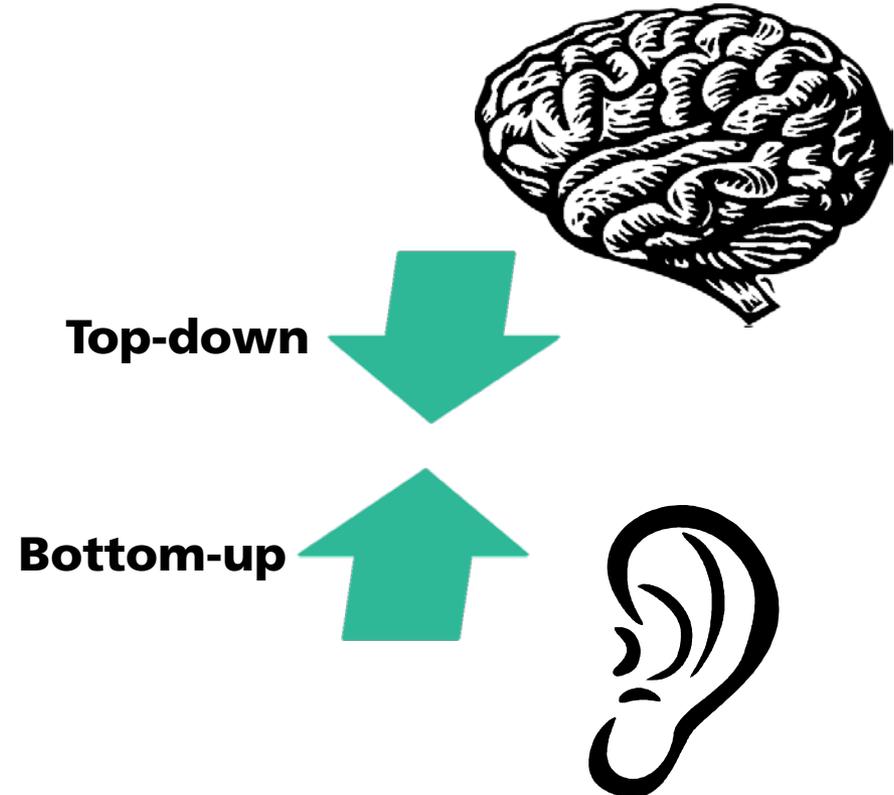
Hören – Reiz und Reaktion

- Lautheit (sone) ist eine psychoakustische Größe, die proportional zum menschlichen Lautstärkeempfinden ist. Sie basiert auf dem Lautstärkeempfinden von Testpersonen. Einer Verdoppelung der Lautheit entspricht einer Verdoppelung der empfundenen Lautstärke. Die Lautheit wird nicht nur durch den Schallpegel beeinflusst, sondern auch durch die Frequenz, die Bandbreite und die Dauer von Signalen.



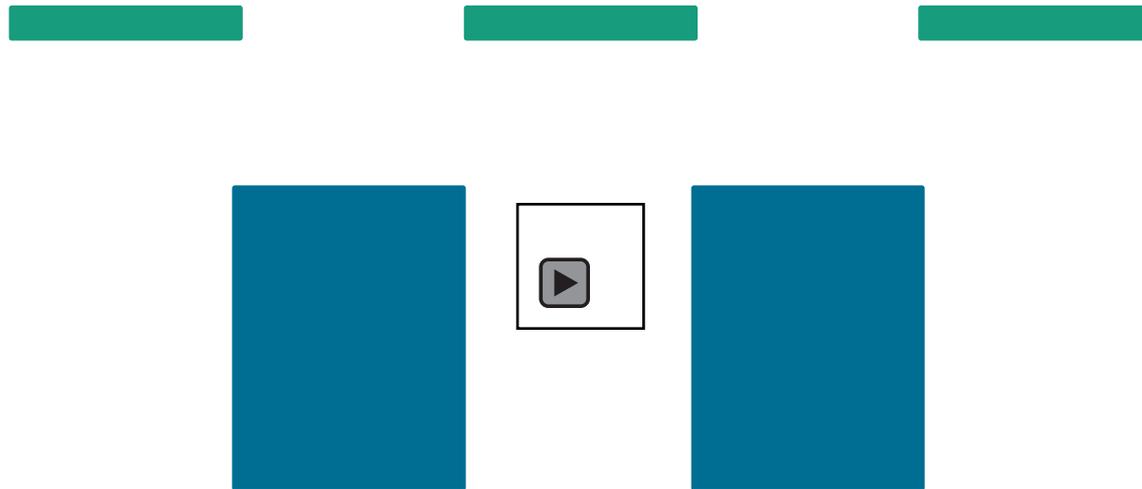
Hören – Reiz und Reaktion

- Der Begriff Wahrnehmung bezeichnet den Prozess der Organisation und Interpretation von Informationen aus den Sinnessystemen. Es werden zwei grundlegende Verarbeitungsrichtungen unterschieden.
- Bottom-up beschreibt die Wahrnehmung komplexer Reize auf Basis einfacher Reizmerkmale.
- Top-down-Prozess beschreibt die Wahrnehmung unter Nutzung von Erfahrung und Vorwissen.



Hören – Reiz und Reaktion

- Die Gestaltpsychologie geht von der Existenz grundlegender Prinzipien bei der Organisation von Wahrnehmungen aus. Das Prinzip der Kontinuität besagt, dass Reize, die eine Fortsetzung vorangehender Reize zu sein scheinen, als zusammengehörig angesehen werden.



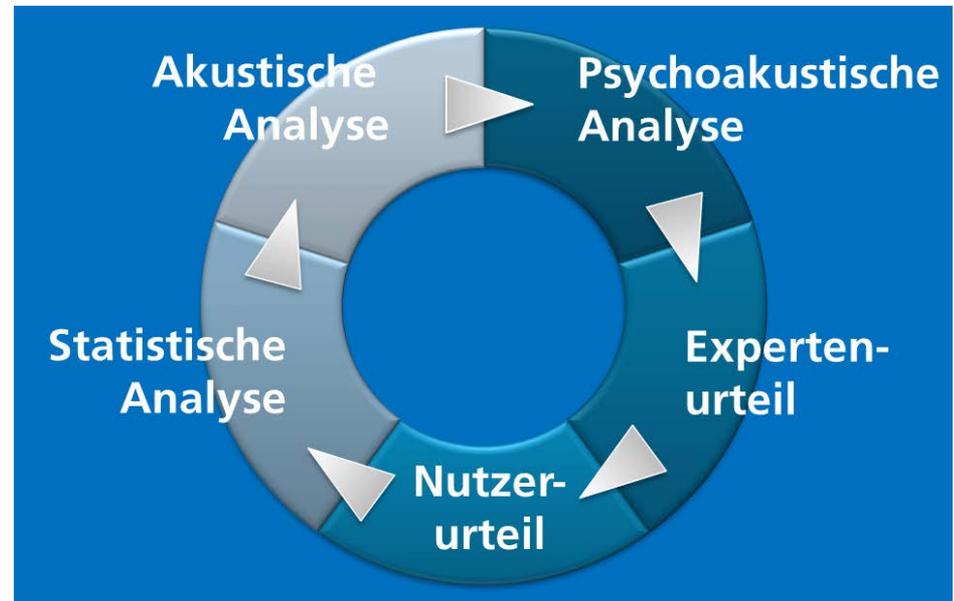
Sound Design

- Hinter verschiedenen Begriffen – Sound Design, Sound Quality Engineering , Akustische Produktgestaltung – verbirgt sich ein Ziel, nämlich **Störgeräusche auszuschließen** und ein **produkttypisches** oder sogar **markenspezifisches Klangbild** zu erzeugen.
- Zielsetzung:
Ein Geräusch gestalten, das den Erwartungen der Nutzer entspricht und sie nach Möglichkeit sogar übertrifft (Jekosch, 2002).



Sound Design

- Designprozess im Product-Sound-Design
 - Problemanalyse
 - Zielsetzung
 - Entwurf
 - Ausgestaltung
 - Umsetzung



Sound Design – Hörversuch

- Ein Hörversuch ist eine planmäßige, wiederholbare und unter variierbaren Bedingungen durchgeführte Untersuchung mit Probanden , die nach entsprechender Instruktion Höreindrücke beurteilen.

Sensorisches Profil



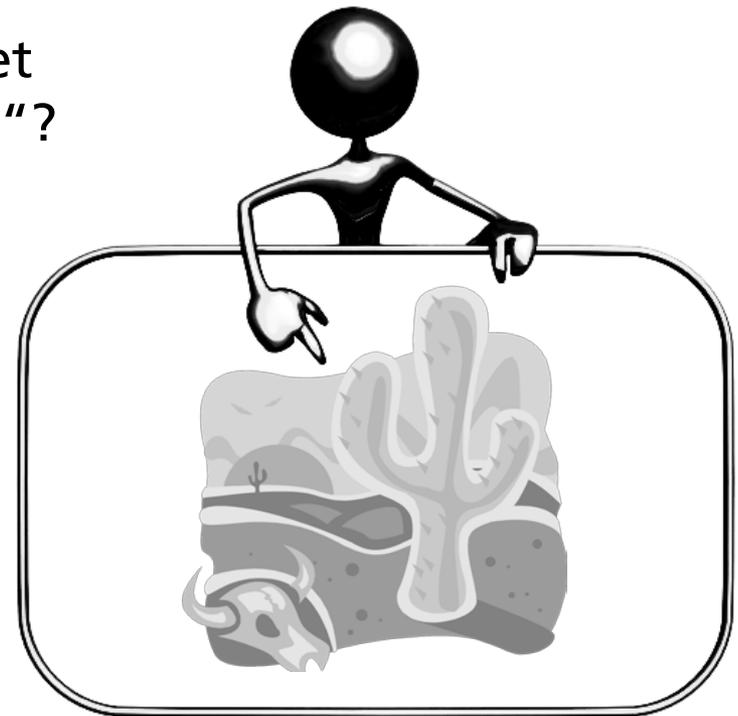
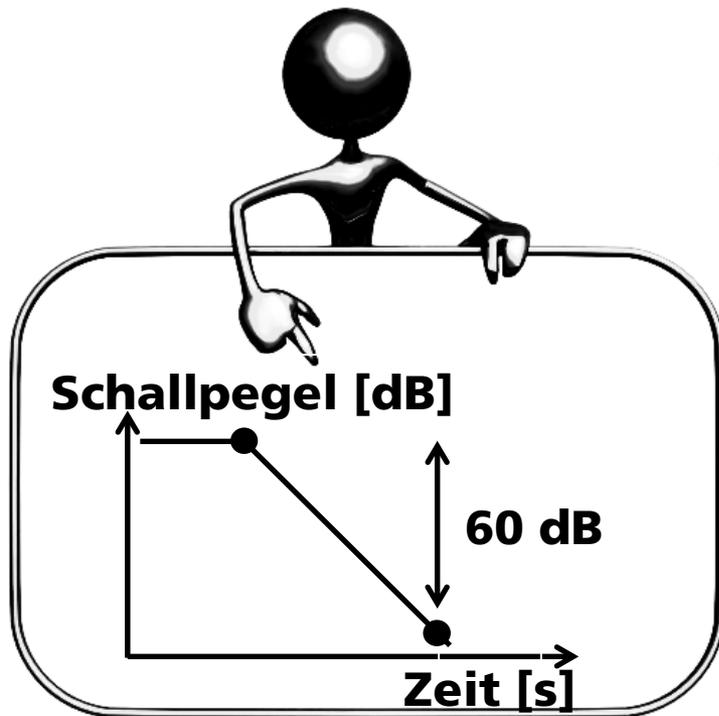
Hedonisches Profil



Sound Design – Hörversuch

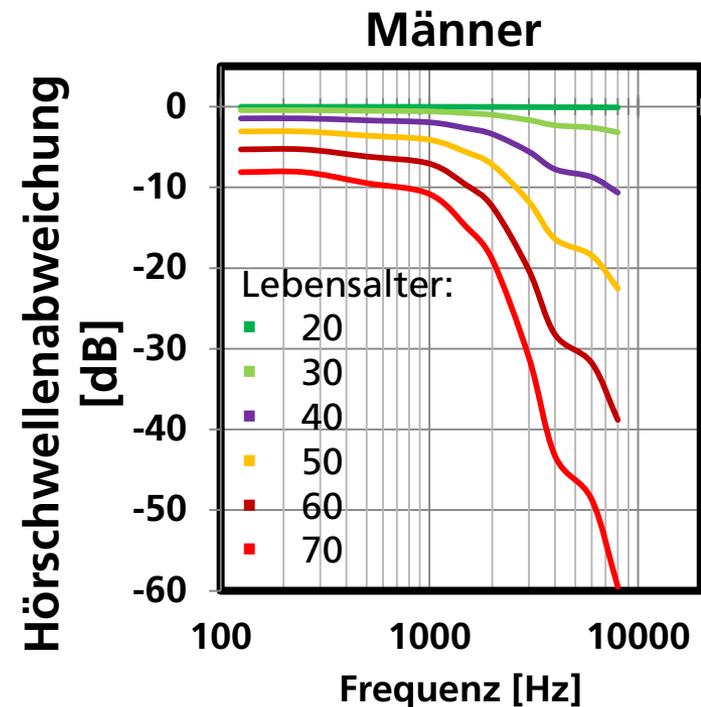
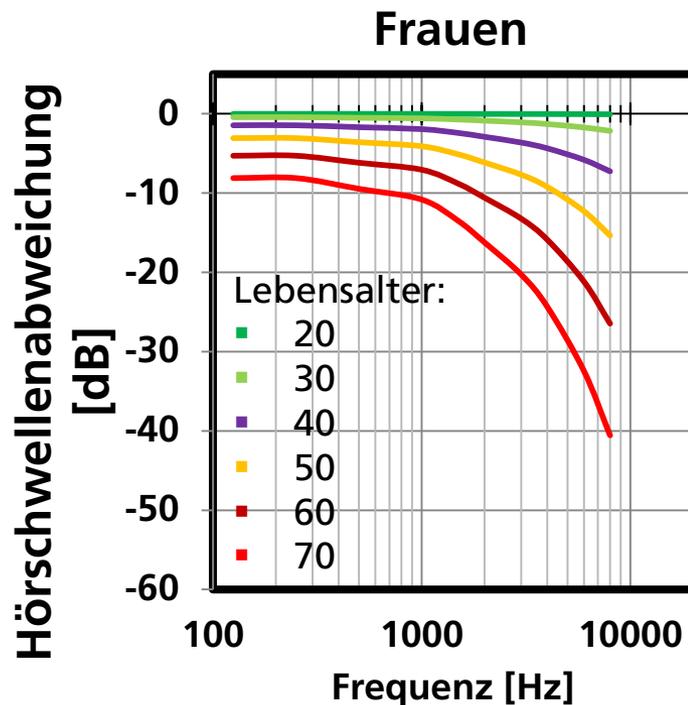
- Expert Panel vs. Consumer Panel

Was bedeutet „trocken“?



Sound Design – Individualität

- Die Hörschwelle ist sowohl individuell unterschiedlich als auch vom Lebensalter abhängig.



DIN EN ISO 7029 – Altersabhängige Hörschwellen von Frauen und Männern

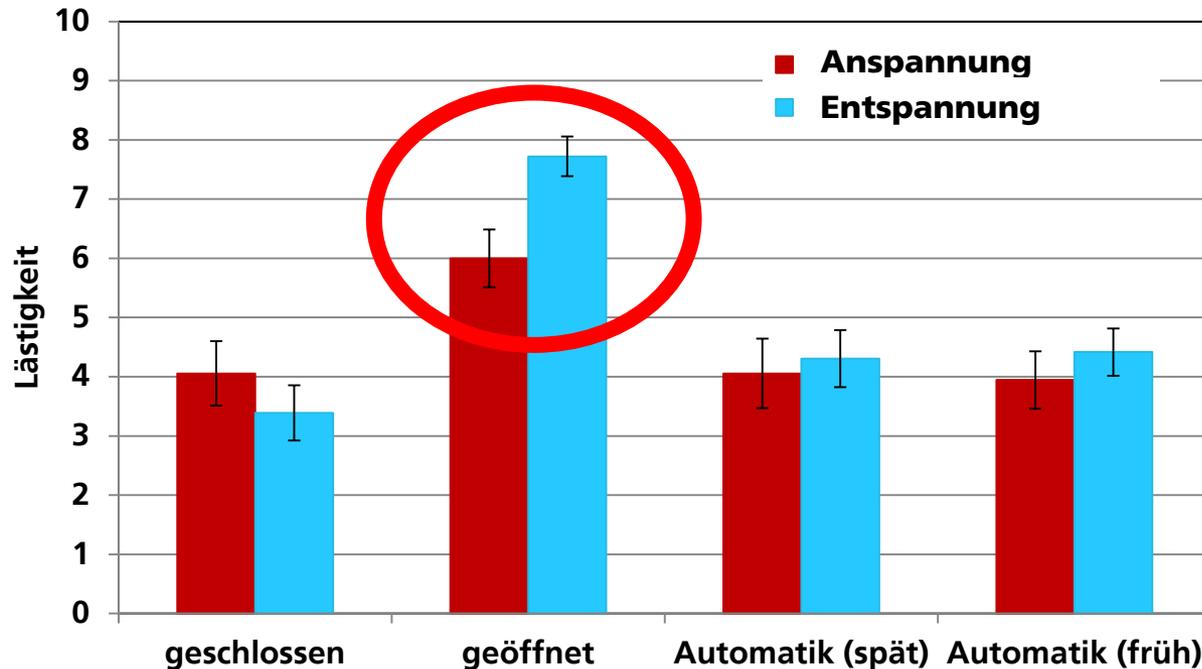
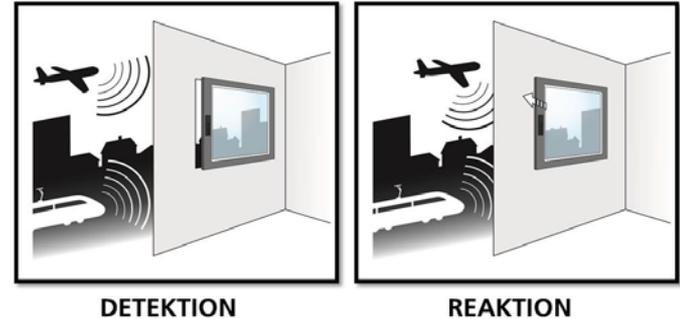
Sound Design – Individualität

- **Lärmsensitivität** ist ein stabiles Persönlichkeitsmerkmal, welches die individuelle Einstellung gegenüber Schallquellen beeinflusst. Sie hat keinen Bezug zur physiologischen Hörempfindlichkeit, sondern stellt eine wertende Prädisposition zur Wahrnehmung von Klängen dar (Schütte et al., 2007).
- Auf Basis psychologischer Untersuchungen werden bei der Messung von Lärmsensitivität folgende Lebensbereiche unterschieden:



Building Sound Design – Anwendungsbeispiele

- Die akustische Fenstersteuerung ermöglicht die Einbeziehung situationspezifischer (z.B. Anspannung vs. Entspannung) Schutzbedürfnisse.



Bei der Suche nach Entspannung und Erholung werden durch das Fenster dringende Geräusche deutlicher lästiger empfunden.

Building Sound Design – Anwendungsbeispiele

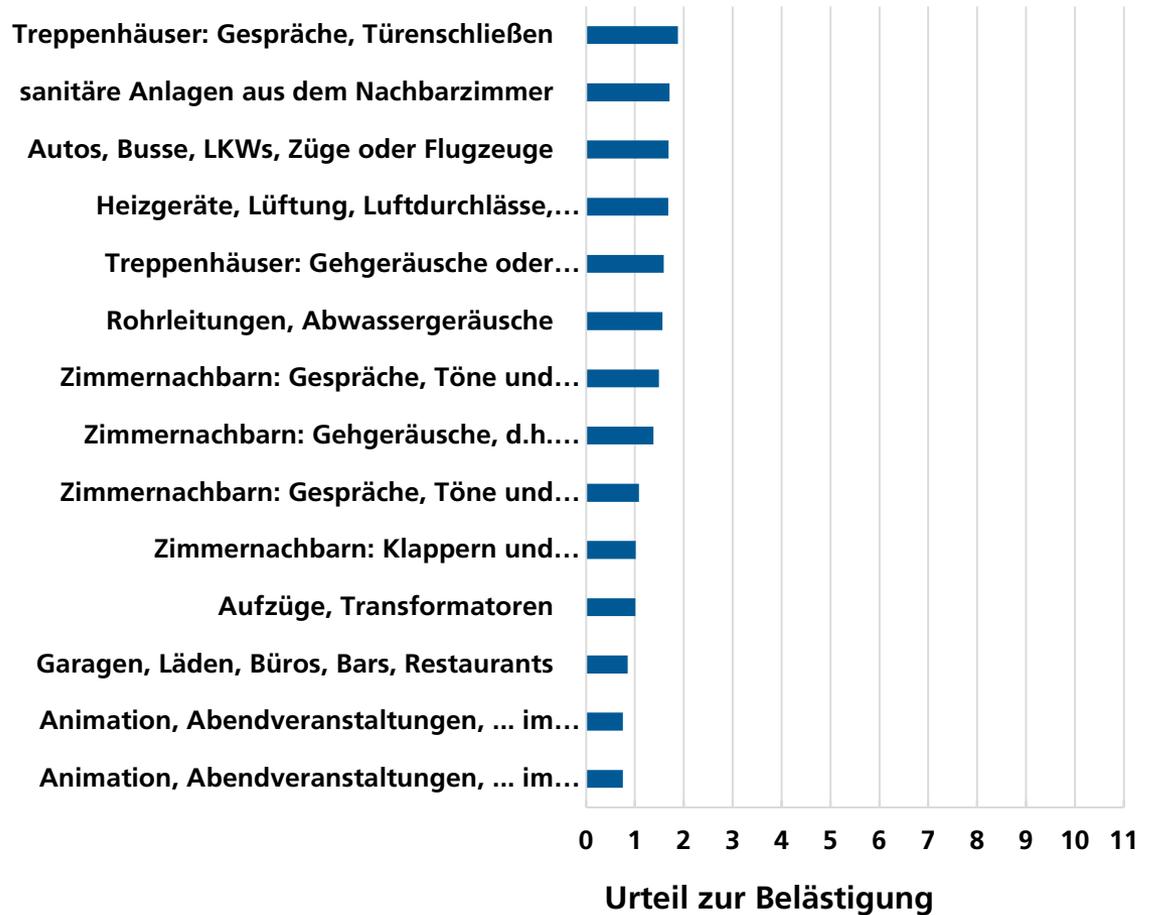
- Die Bestimmung des bewerteten Standardtrittschallpegels $L_{nT,w}$ mittels Normhammerwerk eignet sich gut zur messtechnischen Unterscheidung von Deckenkonstruktionen, sie ist aber kein Garant für das Erleben unterschiedlicher Qualitäten durch den Bewohner.



Deckenkonstruktion	$L_{nT,w}$	% 
 Hohlkastendecke mit Beschwerung	51,2	27,27 
 Massive Holzdecke	52,7	13,64 
 Rippendecke mit Beschwerung	35,1	13,64 

Building Sound Design – Anwendungsbeispiele

- Aufgrund der ungewohnten Umgebung sind Gäste während des Hotelaufenthalts besonders sensitiv für akustische Störungen.
- *Wie sehr sind Sie in diesem Hotel durch folgende Lärmquellen beeinträchtigt, gestört oder verärgert worden?*



Building Sound Design – Zielgrößen

- Die Ableitung von Zielgrößen im Building Sound Design ergänzt klassische bauphysikalische Verfahren durch psychoakustische und psychologische Methoden.
 - Durch die Bestimmung von Unterschiedsschwellen – Unterschied zwischen zwei Reizstärken, der gerade eben zu einer Unterschiedsempfindung führt – wird garantiert, dass verschiedene Produkte sich auch wahrnehmbar unterscheiden.
 - Durch die Bestimmung des prozentualen Anteils der Nutzer, die ein Zielgeräusch ablehnen oder präferieren, können Abwägen zu Kosten und Nutzen vorgenommen werden.
 - Die Einbeziehung von Persönlichkeitsvariablen, wie der Lärmsensitivität ermöglicht die Gestaltung zielgruppenspezifischer Produkte.

FAZIT

- Eine zielgerichtete akustische Gestaltung der Wohnumgebungen findet bislang kaum statt und umfasst aktuell bestenfalls die Beseitigung von Störgeräuschen.
- BUILDING SOUND DESIGN
 - ist mehr als „nur“ Schallschutz
 - berücksichtigt individuelle Bedürfnisse
 - erschließt Differenzierungsmöglichkeiten im Markt
 - wird der Komplexität der menschlichen Wahrnehmung und Persönlichkeit gerecht