

Bewertung von Umgebungslärm – Anforderungen an zeitgemäße und sachgerechte Beurteilungsverfahren

Ullrich Isermann, Rainer Schmid

DLR-Institut für Aerodynamik und Strömungstechnik



Initiative Lärmwirkungsforschung

Wissen für Morgen



Übersicht über die Arbeitsgebiete fachübergreifender Lärmwirkungsforschung

Arbeitsgebiet 1

Entwicklung verbesserter
und praxisnaher Belastungsmaße

- Klassifizierung akustischer Belastungskenngrößen und Beurteilungsmaße
- Identifikation und Quantifizierung nichtakustischer Faktoren auf die Lärmwirkung
- Erweiterung konventioneller Beurteilungsmaße um nichtakustische Faktoren
- Harmonisierung der Erhebungs- und Berechnungsverfahren

Arbeitsgebiet 2

Modelle und Forschungsverfahren

- Definition eines Arbeitsmodells für psychische und physische Lärmwirkungen
- Modellierung intra-individueller Wirkungsfaktoren (z.B. Vertrauen, Einstellung, Lärmempfindlichkeit)
- Modelle zu multikausalen Wirkungsprozessen und Wechselwirkungen zwischen Lärmbelastung und Umweltstressoren
- Modelle zu Wechselwirkungen verschiedener Lärmwirkungen
- Prüfung und Nachweis der Funktionalität der Modelle
- Ansätze für Interventionsmaßnahmen auf der Basis der Wirkungsmodelle, Validierung der Maßnahmen

Arbeitsgebiet 3

Steuerungsmaßnahmen
und ökonomische Auswirkungen

- Wissenschaftliche Grundlagen für Ableitung vorsorgeorientierter Grenzwerte für Umgebungslärm
- Harmonisierung und Weiterentwicklung von Lärmschutzregelungen in der räumlichen und umweltbezogenen Planung
- Partizipation von Bevölkerung und Stakeholdern in räumlicher und umweltbezogener Planung zu Umgebungslärm
- Maßnahmen/Instrumente zur Lärminderung und zum Schutz ruhiger Gebiete
- Ökonomische Folgen

Querschnittsthema „Methodenplattform“

Schaffung einer fachübergreifenden und leistungsfähigen Methodenplattform
(Einbindung in bestehende und ggf. Aufbau neuer Bevölkerungsstudien)

Charakteristiken von Umgebungslärm (ohne Freizeit-/Nachbarschaftslärm)

	Industrie	Straße	Schiene	Luftverkehr
Zeitliche Struktur	intermittent bis kontinuierlich	intermittent bis kontinuierlich	intermittent	intermittent
Charakteristik	moderate Pegel	- moderate Pegel - „Ausreißer“	- teils hohe Pegel - kurze Anstiegszeiten - Erschütterungen	- breiter Pegelbereich - tonal / impulsbehaftet - Einstrahlung von oben
Lokalisierbarkeit der Quelle (für Berechnungen)	exakt	exakt	exakt	nicht exakt
Ausbreitungsentfernung	kurz / mittel	kurz / mittel	kurz / mittel	mittel / lang
Primärer Wettereinfluss	Ausbreitung	Ausbreitung	Ausbreitung	- Lage der Quelle - Emission
Abschirmbarkeit im Freien	ja	ja	ja	nein
Beispiele für Steuerungsmöglichkeiten	- Betriebszeiten	- Umleitungen - Fahrverbote - Geschwindigkeit	- Geschwindigkeit - zeitliche Beschränkung	- Streckenführung - Höhe/Geschwindigkeit - Kontingente/Verbote



Beurteilung (Bewertung) von Lärm

Gebräuchliche Vorgehensweise:

- Definition von **quantifizierbaren Beurteilungsmaßen** auf der Basis geeigneter Parameter
 - Maximalpegel eines Einzelgeräusches
 - Zeitlicher Verlauf eines Einzelgeräusches (charakteristische Dauer, Pegel-Anstiegsgeschwindigkeit)
 - Frequenzspektrum, Ton- oder Impulsgehalt
 - Zeitliche Verteilung von Einzelgeräuschen (Dauergeräusch/Einzelgeräusche, Häufigkeit)
 -
- Zuordnung der Beurteilungsmaße zu Lärmwirkungen über **Expositions-Wirkungs-Beziehungen**
- Festlegung von **Grenz-/Richtwerten** und daraus resultierenden **Handlungsanweisungen**



Anforderungen an ein Beurteilungsmaß

Technische Anforderungen:

- Die zugrunde liegenden Parameter müssen **mess- und berechenbar** sein.
 - Berechnung bleibt erste Wahl bei großräumigen Belastungen bzw. zukünftigen Szenarien
 - Messungen dienen zur punktuellen Kontrolle (Überwachungsanlagen)
- Ein Beurteilungsmaß
 - muss **eindeutig definiert und handhabbar** sein.
 - muss **stabil** sein (kleine Änderungen der Eingangs-Parameter dürfen nur zu kleinen Änderungen des resultierenden Maßes führen).
 - muss der **Wirkung angepasst** definiert sein – die Beurteilung unterschiedlicher Wirkungen (z.B. Belästigung, Schlafstörung) kann also unterschiedliche Maße erfordern.

Zusätzliche Anforderungen, die sich aus der Erfahrung ergeben haben:

- Beurteilungsmaße sollten auf **sensorisch erfahrbaren Größen** (hörbar, zählbar) aufsetzen, denn
- sie sollten **kommunizierbar** (d.h. auch für den Laien verständlich) sein.



Der Standard-Ansatz für Lärmbeurteilung: Äquivalente Dauerschallpegel L_{eq}

Zu Grunde liegende Prinzipien:

- Pegel-Dauer-Äquivalenz \Rightarrow Geräuschkdauer kann in Pegeländerung umrechnet werden
- Pegel-Häufigkeits-Äquivalenz \Rightarrow Geräuschhäufigkeit kann in Pegeländerung umrechnet werden

Vereinfachte Darstellung:

$$L_{eq} = L_{max,m} + 10 \cdot \log_{10}(t_m) + 10 \cdot \log_{10}(N)$$

ein mittlerer Maximalpegel	\Leftarrow <i>wie laut</i>
Logarithmus einer mittleren Geräuschkdauer	\Leftarrow <i>wie lange</i>
Logarithmus der Geräuschhäufigkeit	\Leftarrow <i>wie oft</i>

Eine Erhöhung des Dauerschallpegels um 1 dB entspricht z.B.

- einer Anhebung aller Maximalpegel **um 1 dB**
- **oder** einer Erhöhung aller Geräuschkdauern **um 26 %**
- **oder** einer Zunahme der Geräuschhäufigkeit **um 26%**

Unterschied nicht hörbar

Unterschied schwer zu erfassen

Unterschied deutlich wahrnehmbar



Aktuell in Deutschland gebräuchliche Beurteilungsmaße:

Alle Arten von Umgebungslärm (TA-Lärm, FluLärmG, EU-Umgebungslärmrichtlinie)

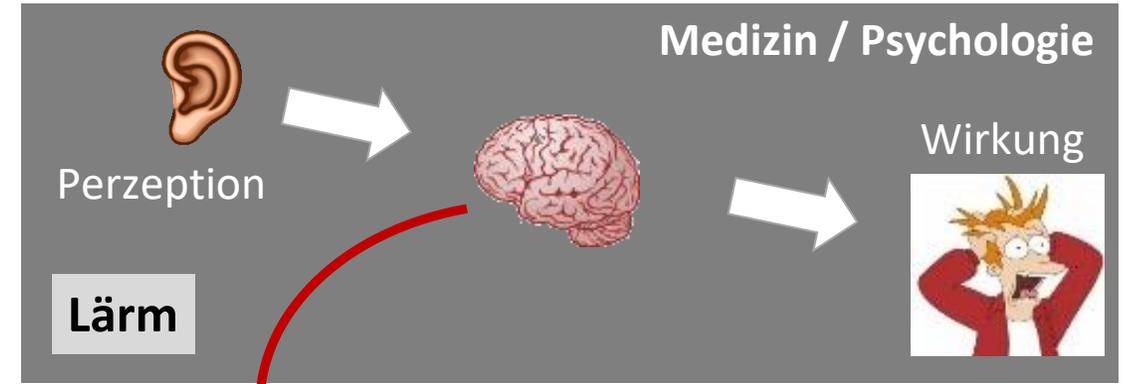
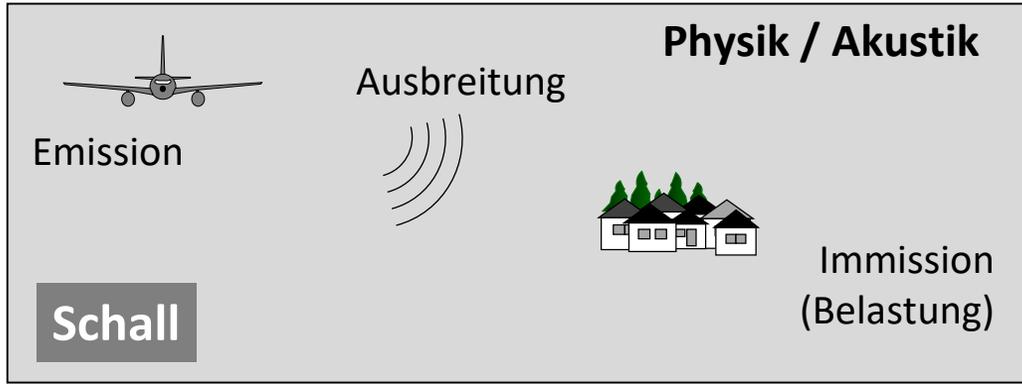
- Dauerschallpegel L_{eq}
 - „Expositionspegel“ für Einzelgeräusch (Kombination aus \Rightarrow Dauer und \Rightarrow Maximalpegel)
 - „Energetische“ Summation über alle Geräusche (\Rightarrow Häufigkeit)
- Beurteilungspegel L_r
 - Dauerschallpegel mit Zuschlägen (z.B. für Tageszeit, Impuls-/Tonhaltigkeit)

Speziell Fluglärm

- Pegel-Überschreitungshäufigkeiten **NAT** (FluLärmG)
- Wahrscheinlichkeit fluglärminduzierter Aufwachreaktionen f_{AWR} (lokale Regelungen)
- „Lärm-Indizes“ (lokale Regelungen)
 - Frankfurter Tag-Index FTI (Anzahl hochbelastigter Personen im Untersuchungsgebiet)
 - Frankfurter Nacht-Index FNI (Anzahl von Aufwachreaktionen im Untersuchungsgebiet)



Schall, Lärm und dessen Beurteilung



- Belastungsparameter**
- Maximalschallpegel
 - Geräuschkdauer / -häufigkeit
 -

- Lärm-Beurteilungsmaß**
- Maximalpegelverteilung L_{max}
 - **Dauerschallpegel L_{eq}**
 -

- Expositions-Wirkungs-Beziehung**
- Aufwachwahrscheinlichkeit = $f(L_{max})$
 - % (Hoch-)Belästigte = $f(L_{eq})$
 -

- Resultierende Wirkungen**
- Schlafstörungen
 - **Belästigung**
 -

Quantifizierung der Wirkung

nichtakustische Parameter !

Nichtakustische Parameter

Nicht direkt lärmbezogene Stress- und Belastungsfaktoren wie z.B.

- **Berufliche / familiäre Belastungen**
 - Schichtarbeit, wechselndes Arbeitsumfeld
 - Betreuung
- **sozio-ökonomische Faktoren**
 - Einkommen und Bildungsgrad
 - soziales Umfeld
- **umweltbezogene und städtebauliche Gegebenheiten**
 - Schadstoffbelastung
 - Wohnsituation
 - Zugang zu Grünflächen / Naherholungsgebieten

Nichtakustische Parameter können die Wirkung von Umgebungslärm beträchtlich beeinflussen !

Aber: Für die Einbindung in Beurteilungsmaße müssen sie quantifiziert werden können (Berechenbarkeit)!



Notwendige Grundlagenarbeiten im Bereich der Lärmbeurteilung

Arbeiten zu Belastungskenngrößen und Beurteilungsmaßen

- Analyse bisher nicht verwendeter mess- und berechenbarer Belastungsgrößen für verschiedene Anwendungsbereiche
- Ableitung neuer, physikalisch basierter Beurteilungsmaße unter Berücksichtigung verschiedener Verwendungskontexte (Rechtsprechung, Raumplanung, aktiver Schallschutz)

Arbeiten zum Einfluss nichtakustischer Faktoren auf die Lärmwirkung

- Identifikation und Analyse nichtakustischer Einflussfaktoren
- **Idee: Definition von Belastungsprofilen zur Quantifizierung nichtakustischer Parameter**
 - standort- und personengruppenbezogen
 - räumlich und zeitlich dynamisch



Aus den Grundlagenarbeiten resultierende, verwertbare Aktivitäten

Erweiterung konventioneller Beurteilungsmaße

- Beurteilungsmaße, die sowohl akustische als auch nichtakustische Faktoren berücksichtigen

- Ziele:**
- verbesserte Expositions-Wirkungs-Beziehungen
(\Rightarrow notwendig für effiziente Umsetzung von Maßnahmen des aktiven Schallschutzes)
 - Methoden/Instrumente zur Harmonisierung von Beurteilungsverfahren

Harmonisierung der Erhebungs- und Berechnungsverfahren

- Verfahren zur Erhebung akustischer und nichtakustischer Wirkungsfaktoren
 - Konzepte zu harmonisierten Berechnungsverfahren für Lärmwirkungen
- Ziele:**
- Umsetzung der gewonnenen Resultate im Bereich des Normenwesens
(\Rightarrow standardisierte Verfahren zur Datenerhebung / wirkungsbezogenen Lärmberechnung)
 - Definition transparenter Verfahren zur Erhebung und Berechnung
(\Rightarrow die Problematik für Betroffene und Verursacher verständlicher darstellen)



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !



Wissen für Morgen

