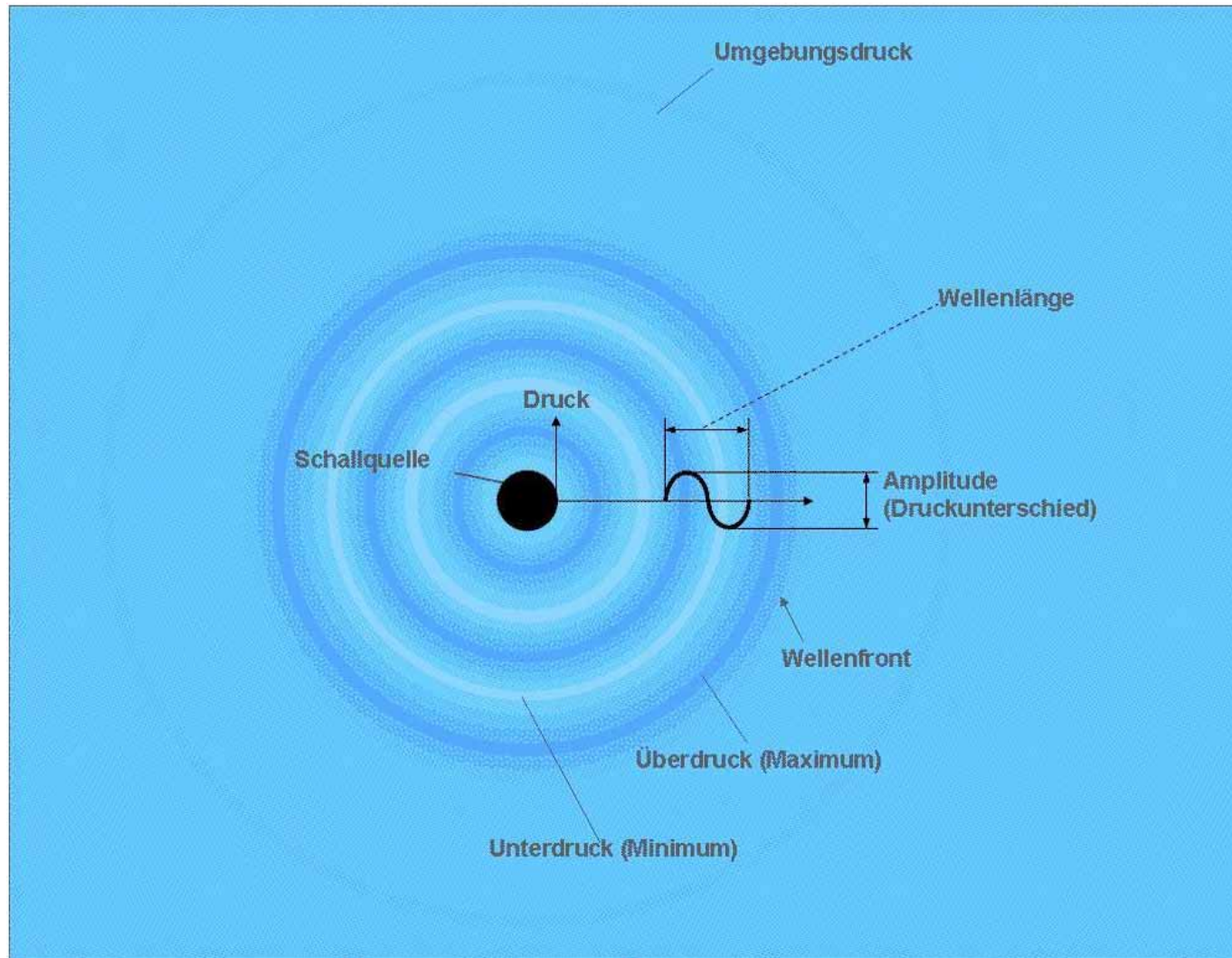


Umwelt und Verkehr

B 3. Lärm

Prof. Dr.-Ing. Udo Becker, 18.05.2011

Heute: Lärm/Schall



Begriffe: Schall, Ruhe, Lärm

Das menschliche Ohr kann **Druckschwankungen** wahrnehmen: Von Faktor 1000 bis Faktor 1 000 000 000 000: IMMER logarithmieren

Schall: physikalische, wertneutrale Kategorie für Druckschwankungen, breiten sich wellenartig in Medien (Luft, Flüssigkeit, Körper) aus

Ruhe: vom Menschen als angenehm und entspannend wahrgenommener Schall, ca. 30 dB
(Die Abwesenheit von Schall kommt in der Natur praktisch nie vor.)

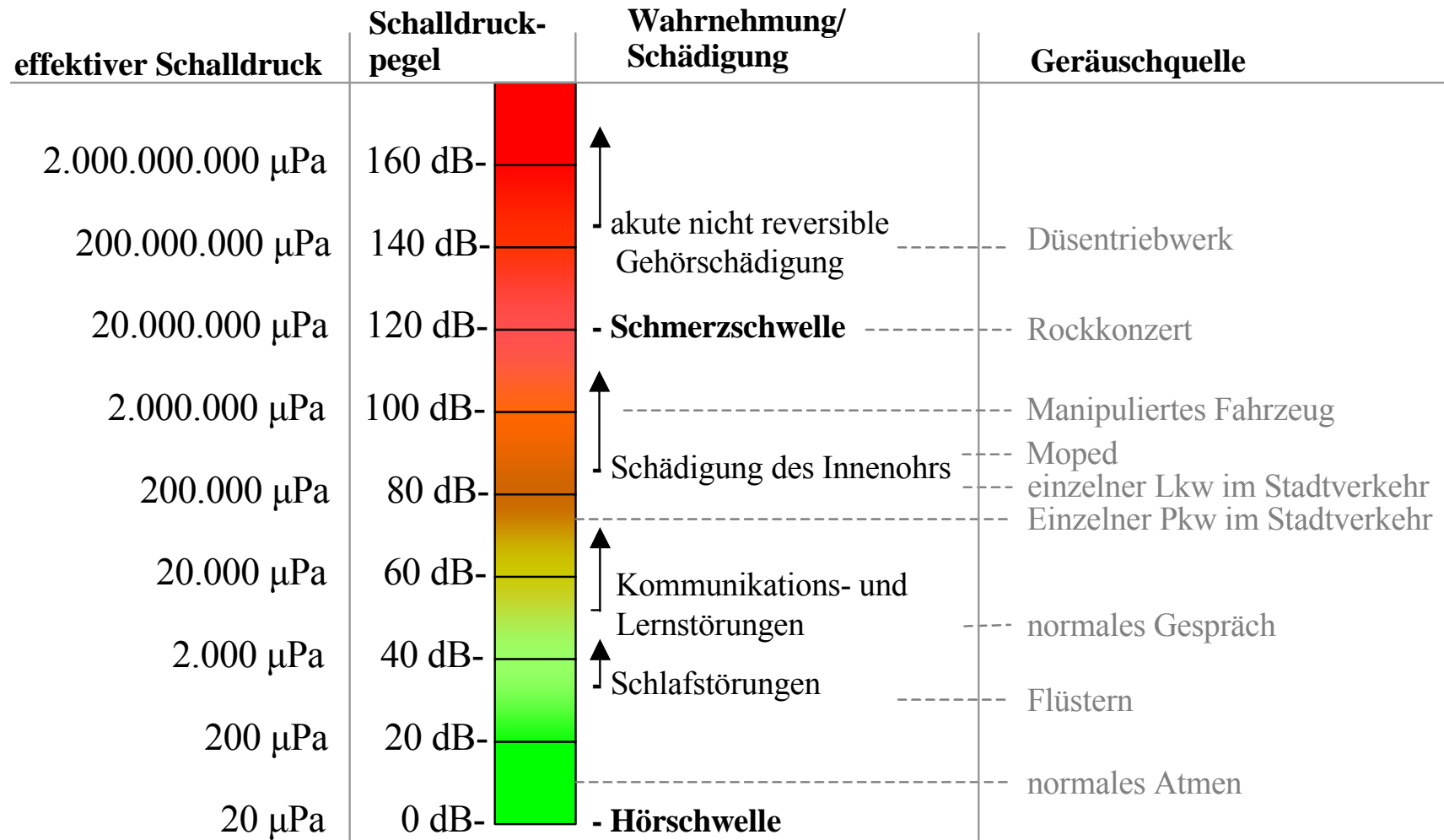
Lärm ist Schall, der stört.

"Lärm ist unerwünschter Hörschall; Hörschall, der zu Störungen, Belästigungen, Beeinträchtigungen oder Schäden führen kann."
(DIN 1320)

Die subjektive Komponente ist immer dabei!



Wie wirkt Lärm? Gesundheitsfolgen:



Betroffene von Lärm in Deutschland



Repräsentative Befragungen des UBA in Deutschland:

- 60% der Bevölkerung durch Straßenverkehrslärm gestört oder belästigt (30% etwas, 20% mittel, 6% stark, 4% äußerst) [UBA 2004].
- Mehr als 12 Millionen Menschen in Deutschland sind tagsüber Straßenverkehrslärm mit gesundheitsschädlichen Lärmpegeln von über 65 dB(A) ausgesetzt.
- Aktuell (S.22) www.umweltbundesamt.de/uba-info-medien/3974.html

Trotz technischer Maßnahmen ist davon auszugehen, dass sich die Belastungssituation in den kommenden Jahren nicht entschärfen wird. Ursache hierfür ist primär die Zunahme des Straßenverkehrs.

Definition: Schalleistung, Schallintensität, Pegel

Wie wird Lärm gemessen?

Ein Sender sendet mit einer bestimmten Leistung: P in Watt [W]

Der Empfänger misst die Schallintensität I , je nach Abstand: [W/m²]

Die Leistung verteilt sich (halb-) kugelförmig im Raum:

Doppelte Strecke, ein Viertel der Schallintensität.

Zur Festlegung der Skala braucht man einen „Nullpunkt“: Hörschwelle.

Schalleistung an Hörschwelle: 10^{-12} W = P_0

Schallintensität an Hörschwelle: 10^{-12} W/m^2 = I_0

Für eine handhabbare Skala muss man (dekadisch) logarithmieren.

Ein Pegel „L“ (level) ist immer logarithmisch:

$$\text{Pegel } L = 10 \log (\text{Messwert}/\text{Bezugswert})$$



Einige (ungefähre) Werte für Sender

Sender	Schalleistung P (W)	Schalleistungspegel L_p (dB)
Hörschwelle	0,000 000 000 001 = 10^{-12}	0
Menschliche Stimme leise	0,000 000 01 = 10^{-8}	40
Menschliche Stimme laut	ca. 0,01 = 10^{-2}	100
Studenten im Hörsaal	???	???
Dozent im Hörsaal	???	???
Pkw-Motor	unterschiedlich, um 0,1	ca. 110
Lkw-Motor	unterschiedlich, um 1	ca. 120
Motorradmotor	unterschiedlich	120 - 130
Düsenflugzeug	um 1000 = um 10^3	um 150
Überschallknall	größer 10 000 = 10^4	größer 160

Einige (ungefähre) Werte für Empfänger

Empfänger im Abstand von	Schallintensität I (W/m ²)	Schallintensitäts- pegel L_I (dB)
Hörschwelle	0,000 000 000 001 = 10^{-12}	0
Leise Stimme, 1 m	0,000 000 01 = 10^{-8}	40
PKW, Leerlauf, 7,5 m	0,000 000 1 = 10^{-7}	50
PKW, Stadt, 7,5 m	0,000 01 = 10^{-5}	70
LKW, Stadt, 7,5 m	0,000 1 = 10^{-4}	80
Zug bei 120 km/h, 25 m	0, 001 = 10^{-3}	90
Diskotheek (innen)	0,01 - 0,1	100 - 110
Düsenflugzeugstart 100 m	ca. 0,1 = 10^{-1}	Ca. 110
Schmerzgrenze	1 = 10^0	120
Überschall, Tiefflughöhe	bis ca. 1 000 = 10^3	bis ca. 150

Lärmberechnung: Umrechnungen, Bezugswerte

Pegel L_p oder L_I (Umrechnung der Schalleistung P beim Sender bzw. der Schallintensität I beim Empfänger in ein logarithmisches Maß):

$$L_p = 10 \cdot \log (P/P_0) \qquad L_I = 10 \cdot \log (I/I_0)$$

ohne Einheit, also in Bel (hier: dezi-Bel dB)

Pegel L_p (Umrechnung des Schalldrucks p in ein logarithmisches Maß):

$$L_p = 10 \cdot \log (p^2/p_0^2) = 20 \cdot \log (p/p_0)$$

ohne Einheit, also in Bel (hier: dezi-Bel dB)

Bezugswert für den Schalldruck: $p_0 = 20 \mu \text{ Pa}$

Bezugswert für Schalleistung: $P_0 = 10^{-12} \text{ W}$

Bezugswert für Schallintensität: $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$

	Schallpegel	Schalldruck	Schalleistung	Schallintensität
Hörschwelle	0 dB	20 μ Pa	10^{-12} W	10^{-12} W/m ²
Schmerzgrenze	120 dB	20 Pa	1 W	1 W/m ²

Lärmberechnung: Pegeladdition, zeitl. Mittelung

$$L_p = 10 \log (P / P_0) \text{ Schalleistungspegel} \quad P_0 = 10^{-12} \text{ W}$$

$$L_I = 10 \log (I / I_0) \text{ Schallintensitätspegel} \quad I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$$

$$L_p = 20 \log (p / p_0) \text{ Schalldruckpegel} \quad p_0 = 20 \mu\text{N/m}^2$$

Pegeladdition:

$$L = 10 \log (\Sigma 10^{0,1 L_i}) \quad L_i = \text{Einzelpegel}$$

zeitliche Mittelung:

$$L = 10 \log [\Sigma (t_i 10^{0,1 L_i}) / T] \quad T = \text{Gesamtzeit}; t_i = \text{Teilzeiten}$$



Addition zweier gleicher Schallquellen

L_{ges} gemeinsamer Pegel von $L_1 = L_2$, $I_1 = I_2$, $I_{\text{ges}} = 2 I_1$

$$\begin{aligned} L_{\text{ges}} &= 10 \cdot \log (I_{\text{ges}} / I_0) = 10 \cdot \log (2 \cdot I_1 / I_0) \\ &= 10 \cdot (\log (I_1 / I_0) + \log 2) \end{aligned}$$

$$10 \cdot \log 2 = 3,01 = 3 \quad 10 \cdot \log 4 = 10 \cdot (\log 2 + \log 2) = 6,02 = 6$$

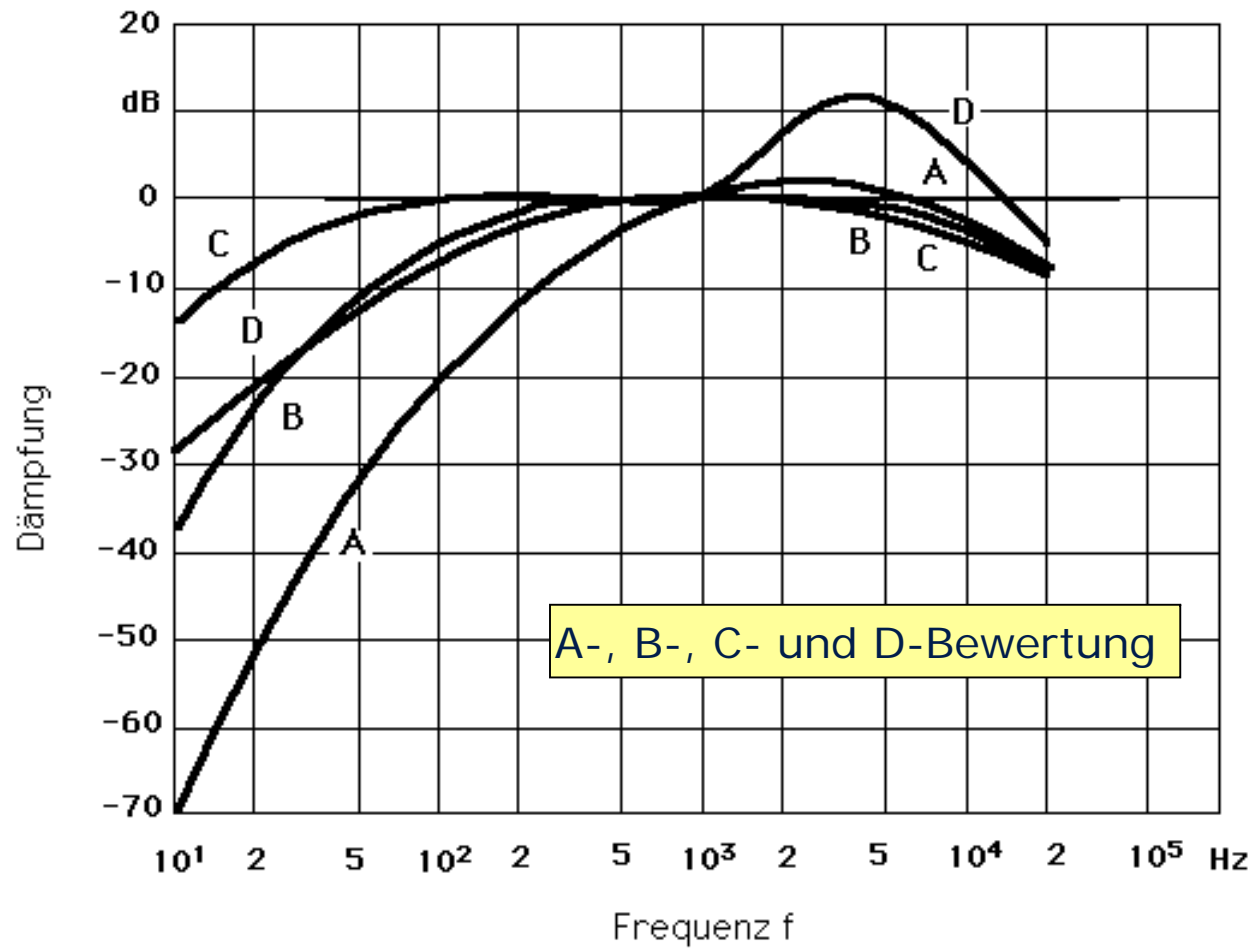
$$10 \cdot \log 5 = 10 \cdot \log (10/2) = 10 \cdot \log 10 - 10 \cdot \log 2 = 10 - 3 = 7$$

Delta Leistung/ Intensität	Delta des Pegels
Verdopplung	+ 3 dB
Vervierfachung	+ 6 dB
Verachtfachung	+ 9 dB
Verzehnfachung	+ 10 dB
Verhundertfachung	+ 20 dB
Halbierung	- 3 dB
Viertelung	- 6 dB
Zehntelung	- 10 dB



Wieso wird Lärm bewertet?

Weil das menschliche Ohr anders hört. Subjektiv. Problematisch.



Gesetze und Verordnungen



Gesetze: Grundgesetz, BImSchG, Fluglärmsgesetz, usw.

Normen:

- DIN 18005 Schallschutz im Städtebau u. a.

Verordnungen:

- 16. BImSchV - Verkehrslärmschutzverordnung
- 24. BImSchV - Verkehrswege-Schallschutzmaßnahmen-VO
- 34. BImSchV - Lärmkartierungsverordnung
- Vor allem: EG-Richtlinie 2002/49/EG u. a.

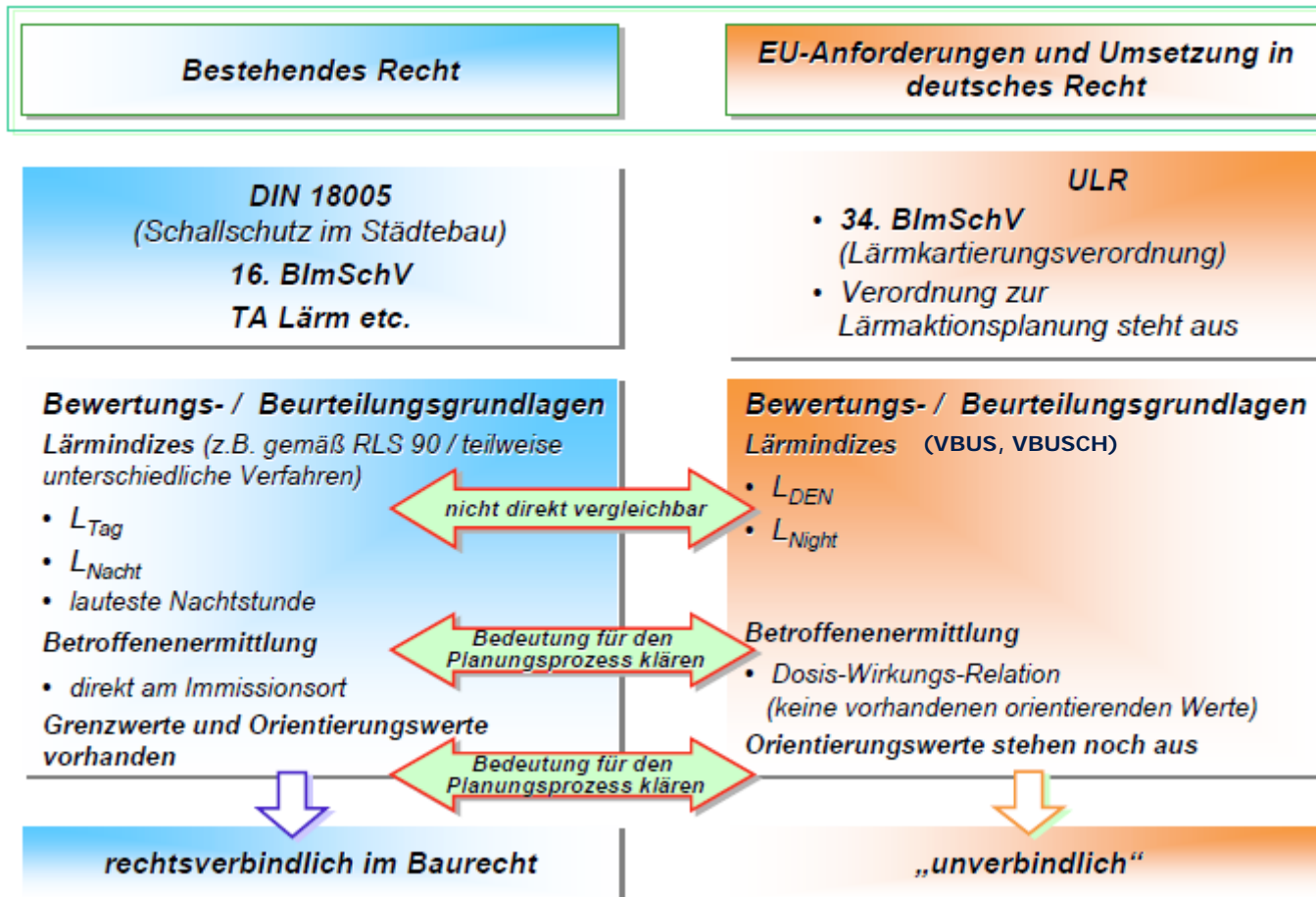
Richtlinien, Rechenvorschriften/-empfehlungen:

- VBUS, Vorläufige Berechnungsmethode für den Umgebungslärm an Straßen
- VBUSCH, Vorläufige Berechnungsmethode für den Umgebungslärm an Schienenwegen
- VBEB, Vorläufige Berechnungsmethode zur Ermittlung der Belastetenzahlen durch Umgebungslärm, gem. 34. BImSchV
- RLS90, Schall03



BMVBS: Lärmrelevanz und EU-Anforderungen

Relevanz der Lärmkartierung im städtebaulichen Prozess



BMVBS (Hrsg.): Lärmrelevanz und EU-Anforderungen. Erfordernisse, Abgrenzungs- und Anpassungsprozesse zum Lärmschutz. BMVBS-Online 24/10, November 2010
www.bbsr.bund.de/cIn_016/nn_629248/BBSR/DE/Veroeffentlichungen/BMVBS/Online/2010/ON242010.html



EG-Richtlinie 2002/49/EG vom 25. Juni 2002

Richtlinie 2002/49/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25. Juni 2002 über die Bewertung und Bekämpfung von Umgebungslärm

Ziele:

- Ermittlung und Darstellung der Umgebungslärmbelastung anhand von Lärmkarten nach EG-einheitlichen Bewertungsmethoden;
- Sicherstellung der Information der Öffentlichkeit über Umgebungslärm und seine Auswirkungen;
- Entwicklung von Aktionsplänen ... auf Grundlage der ... Lärmkarten mit dem Ziel, den Umgebungslärm .. zu verhindern ... und zu mindern ...
- Grundlage für die Einführung von Gemeinschaftsmaßnahmen zur Lärminderung. Zu diesem Zweck legt die Kommission dem Europäischen Parlament und dem Rat spätestens Juli 2006 geeignete Vorschläge vor.

Gilt seit 24.6.05, nach drei Anläufen im Vermittlungsausschuss (!!!).

Literatur: Irmer, V.; Popp, Chr.: Bewertung und Bekämpfung von Umgebungslärm, 2002



Umsetzung der EG-Richtlinie 2002/49/EG

Umsetzung in deutsches Recht in der BImSchG – Änderung 24.06.05

Hauptverkehrsstraßen: über 6 bzw. 3 Mio. Kfz jährlich,
Haupteisenbahnstrecken: über 60 000 bzw. 30 000 Züge jährlich
Großflughäfen: über 50 000 Starts/Landungen jährlich

Lärmkarten, § 47c BImSchG:	bis
Ballungsräume > 250 000 Einwohner, > 1000 EW/km ²	30.06.2007
Hauptverkehrsstraßen, -eisenbahnstrecken, Großflughäfen	30.06.2007
Ballungsräume > 100 000 Einwohner, > 1000 EW/km ²	30.06.2012
Hauptverkehrsstraßen, -eisenbahnstrecken	30.06.2012

Lärmaktionspläne, § 47d BImSchG:	bis
Ballungsräume > 250 000 Einwohner, > 1000 EW/km ²	18.07.2008
Orte an Hauptverkehrsstraßen, -eisenbahnstrecken, Großflughäfen	18.07.2008
Ballungsräume > 100 000 Einwohner, > 1000 EW/km ²	18.07.2013
Alle Hauptverkehrsstraßen, -eisenbahnstrecken, Großflughäfen	18.07.2013



EG-Richtlinie 2002/49/EG: Lärmindizes

Für die Lärmbelastung werden als kennzeichnende Größen Lärmindizes eingeführt.

L_{den}: Maß für die allgemeine Belästigung, ganzer Tag

Gewichtungsfaktoren: 5 dB(A) für 4h Abendzeit, 10 dB(A) für 8h Nachtzeit.

$$L_{den} = 10 \lg \frac{1}{24} \left(12 * 10^{\frac{L_{day}}{10}} + 4 * 10^{\frac{L_{evening} + 5}{10}} + 8 * 10^{\frac{L_{night} + 10}{10}} \right)$$

Beurteilungszeitraum: Ganzes Jahr. Keine Zu- oder Abschläge („Schienenbonus“). [vgl. VBUS; VBUSCH]

Lärmkarten für die folgenden Bänder

L_{den}: Tag (24 h)
L_{day}: Helligkeit (12 h)
L_{evening}: Abend (4 h)
L_{night}: Nacht (8 h)

L _{den}	L _{night}
55-59 dB(A)	50-54 dB(A)
60-64 dB(A)	55-59 dB(A)
65-69 dB(A)	60-64 dB(A)
70-74 dB(A)	65-69 dB(A)
> 75 dB(A)	> 70 dB(A)



Orientierungswerte DIN 18005 (1987)

Orientierungswerte gelten

... aber nicht für die ... Zulässigkeit von Einzelvorhaben.

Die Abwägung kann

... zur Zurückstellung des Schallschutzes führen.

Dies bedeutet, dass die Orientierungswerte lediglich als Anhalt dienen und dass von ihnen sowohl nach oben als auch nach unten abgewichen werden kann.

Die Werte schwanken zwischen 35 dB(A) für Krankenhäuser und 65 dB(A) im Gewerbegebiet. Im reinen Wohngebiet gelten z.B. 50 dB(A) tags und 40 dB(A) nachts.

Diese Werte „sorgen vor“ – aber sie sind „nur zur Orientierung“.



TA Lärm vom 26. August 1998 - Inhalt

Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes- Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm - TA Lärm)

Nach § 48 des BImSchG wird ...

folgende Allgemeine Verwaltungsvorschrift erlassen:

1. Anwendungsbereich
2. Begriffsbestimmungen
3. Allgemeine Grundsätze für genehmigungsbedürftige Anlagen
4. Allgemeine Grundsätze für die Prüfung nicht genehmigungsbedürftiger Anlagen
5. Anforderungen an bestehende Anlagen
6. Immissionsrichtwerte
7. Besondere Regelungen
8. Zugänglichkeit der Norm- und Richtlinienblätter
9. Aufhebung von Vorschriften
10. Inkrafttreten

Anhang: Ermittlung der Geräuschimmissionen

Nur für Anlagen ...



TA Lärm - Kapitel 6: Immissionsrichtwerte

6.1 Immissionsrichtwerte für Immissionsorte außerhalb von Gebäuden

Die Immissionsrichtwerte für den Beurteilungspegel betragen für Immissionsorte außerhalb von Gebäuden

	tags	nachts
a) in Industriegebieten	70 dB(A)	70 dB(A)
b) in Gewerbegebieten	65 dB(A)	50 dB(A)
c) in Kern-, Dorf-, Mischgebieten	60 dB(A)	45 dB(A)
d) in allgemeinen Wohngebieten	55 dB(A)	40 dB(A)
e) in reinen Wohngebieten	50 dB(A)	35 dB(A)
f) in Kurgebieten, Krankenhäuser, Pflege ...	45 dB(A)	35 dB(A)

6.2 Immissionsrichtwerte für Immissionsorte innerhalb von Gebäuden

Bei Geräuschübertragungen innerhalb von Gebäuden oder bei Körperschallübertragung betragen die Immissionsrichtwerte für den Beurteilungspegel ... unabhängig von ... Buchstaben a bis f tags 35 dB(A) nachts 25 dB(A).



16. BImSchV – Verkehrslärmschutzverordnung

§ 1 Anwendungsbereich

- (1) Die Verordnung gilt für den Bau oder die wesentliche Änderung von öffentlichen Straßen sowie von Schienenwegen ...
- (2) Die Änderung ist wesentlich,
 - wenn eine Straße um eine oder mehrere durchgehende Fahrstreifen für den Kraftfahrzeugverkehr oder ein Schienenweg um ein oder mehrere durchgehende Gleise baulich erweitert wird
 - oder ... der Beurteilungspegel ... um mindestens 3 Dezibel (A) oder auf mindestens 70 Dezibel (A) am Tage oder mindestens 60 Dezibel (A) in der Nacht erhöht wird.

§ 2 Immissionsgrenzwerte

- (1) ... ist sicherzustellen, dass ... folgenden Immissionsgrenzwerte nicht überschreitet:

	[alles in dB(A)]	Tag	Nacht
1. an Krankenhäusern, Schulen, Kurheimen, Altenheimen		57	47
2. in reinen und allgemeinen Wohngebieten		59	49
3. in Kern-, Dorf-, Mischgebieten		64	54
4. in Gewerbegebieten		69	59

24. BImSchV vom 4. Februar 1997

Vierundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes – Immissionsschutzgesetzes (Verkehrswege-Schallschutzmaßnahmen Verordnung)

§ 1 Anwendungsbereich

Die Verordnung legt Art und Umfang der zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Verkehrsgeräusche notwendigen Schallschutzmaßnahmen für schutzbedürftige Räume in baulichen Anlagen fest,

1. soweit durch den Bau oder die wesentliche Änderung öffentlicher Straßen sowie von Schienenwegen der Eisenbahnen und Straßenbahnen die in § 2 Verkehrslärmschutzverordnung vom 12. Juni 1990 (BGBl. I S. 1036) ...

festgelegten Immissionsgrenzwerte überschritten werden.

... cool ...

34. VO: Wie wird in der Realität gerechnet?

Vierunddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über die Lärmkartierung – 34. BImSchV)*

Vom 6. März 2006

Auf Grund des § 47f des Bundes-Immissionsschutzgesetzes, der durch Artikel 1 des Gesetzes zur Umsetzung der EG-Richtlinie über die Bewertung und Bekämpfung

2. Verkehrsunternehmen für den durch im Sinne des § 4 des Personenbeförderungsgesetzes hervorgerufenen Umgebungslärm,

Siehe auch: VBEB, Vorläufige Berechnungsmethode zur Ermittlung der Belastetenzahlen durch Umgebungslärm gemäß 34. BImSchV

In Sachsen: Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie

<http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/3480.htm>



VLärmSchR 97 vom 27. Mai 1997

Richtlinien für den Verkehrslärmschutz an Bundesfernstraßen in der Baulast des Bundes - VLärmSchR 97

1. Die Richtlinien gelten für bauliche Maßnahmen ... zum Schutz vor Verkehrslärm
 - bei der Planung (Lärmschutz durch Planung)
 - beim Bau neuer ... Änderung bestehender Straßen (Lärmvorsorge)
 - bei der nachträglichen Minderung von Lärmbelastungen an bestehenden Straßen (Lärmsanierung) sowie
 - für Entschädigungen wegen verbleibender Beeinträchtigungen.
3. Lärmsanierung

Die Lärmsanierung dient der Verminderung der Lärmbelastung an bestehenden Straßen, ohne dass eine bauliche Änderung ... erfolgt ist; es geht um die Bewältigung einer durch die verkehrliche und bauliche Entwicklung „gewachsenen“ und „verfestigten“ Situation.
4. Entschädigung wegen verbleibender Beeinträchtigungen

Eine Entschädigung in Geld wird gewährt, soweit bauliche Schutzmaßnahmen an der Straße oder an der baulichen Anlage keine oder keine ausreichende Abhilfe bringen.

... solange Geld bereitgestellt ist!



Grenzwerte und Orientierungswerte

Werte in dB(A)	Orientierungswerte der DIN 18005	Grenzwerte der 16. BImSchV	Grenzwerte der VLärmSchR 97
Gebietsart			
Tag 06.00 – 22.00 Uhr Nacht 22.00 – 06.00 Uhr	Tag / Nacht	Tag / Nacht	Tag / Nacht
Gewerbegebiete	65 / 55	69 / 59	75 / 65
Kerngebiete	65 / 55	64 / 54	72 / 62
Dorf- und Mischgebiete	60 / 50	64 / 54	72 / 62
Besondere Wohngebiete	60 / 45	59 / 49 ⁽¹⁾	70 / 60 ⁽¹⁾
Allgemeine Wohngebiete	55 / 45	59 / 49	70 / 60
Kleinsiedlungsgebiete	55 / 45	59 / 49	70 / 60
Reine Wohngebiete	50 / 40	59 / 49	70 / 60

⁽¹⁾ Nicht gesondert aufgeführt, Einstufung daher wie Allgemeine Wohngebiete



Grenzwerte und Orientierungswerte

Werte in dB(A)	Orientierungswerte der DIN 18005	Grenzwerte der 16. BImSchV	Grenzwerte der VLärmSchR 97
Gebietsart			
Tag 06.00 – 22.00 Uhr Nacht 22.00 – 06.00 Uhr	Tag / Nacht	Tag / Nacht	Tag / Nacht
Kurgebiete, Krankenhäuser, Altenheime, Schulen	45 - 65 / 35 - 65 ⁽²⁾	57 / 47	70 / 60
Parkanlagen, Kleingartenanlagen	55 / 55	-	-

⁽²⁾ **Sonstige Sondergebiete, soweit sie schutzbedürftig sind; je nach Nutzungsart festzulegen**



Lärmquellen im Straßenverkehr



Vorbeifahrgeräusch:

Niedrige Geschwindigkeiten → Antriebsgeräusch und Nebenverbraucher dominieren

Pkw → >ca. 35 km/h

Abrollgeräusch > Motorgeräusch

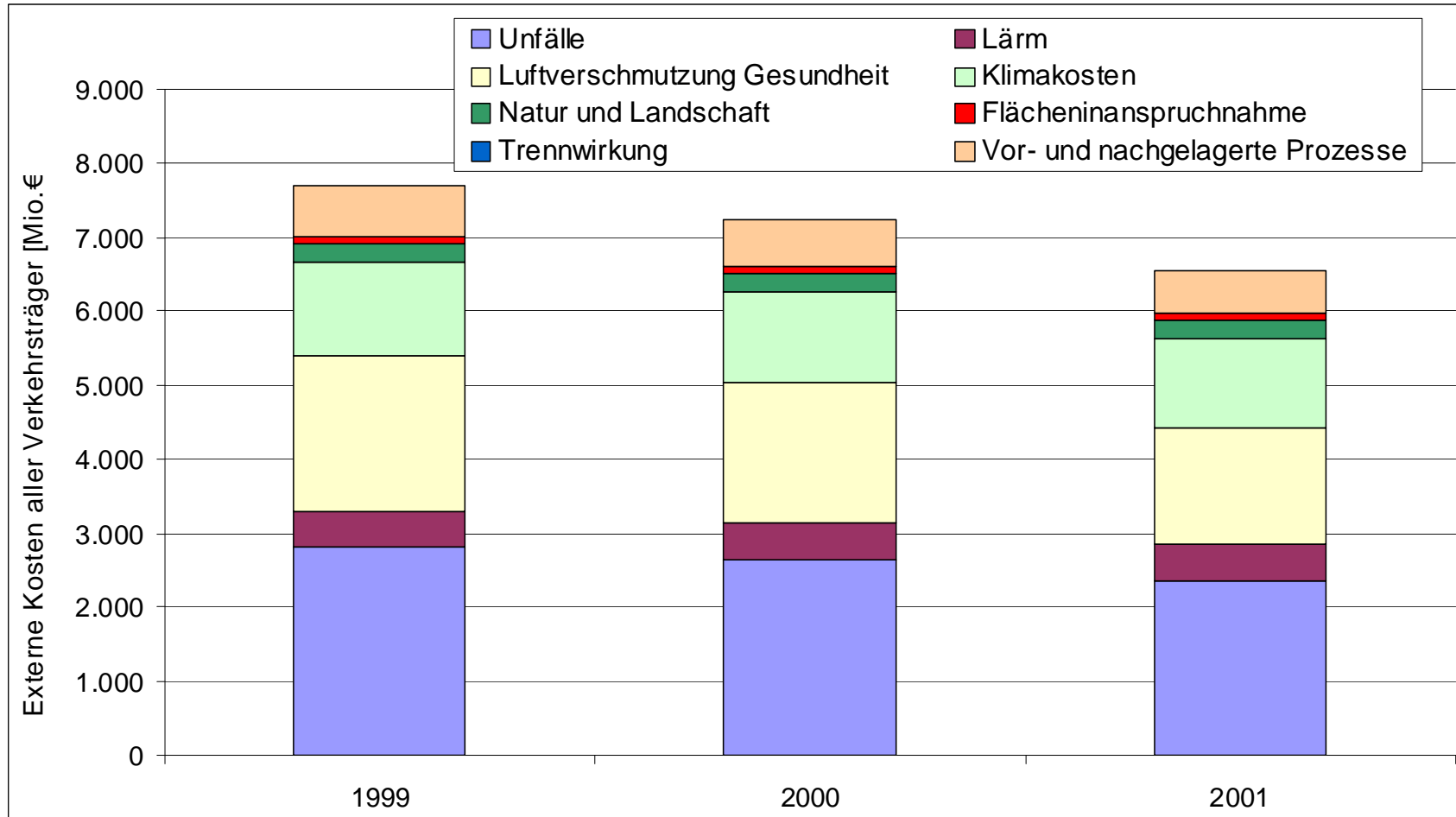
Lkw → >ca. 55 km/h

Abrollgeräusch > Motorgeräusch

heutige Pkw sind ca. 10 dB(A) leiser als Lkw



Externe Kosten im Freistaat Sachsen



Quelle: LfUG Sachsen, Externe Effekte des Verkehrs, diverse Untersuchungen, TUD, Verkehrsökologie, 2001-2004



Was kann man gegen Verkehrslärm tun?

Administrative Maßnahmen (gesetzl. Festlegungen von Grenzwerten):
Die Kfz werden bei der Typprüfung immer leiser, aber schneller, stärker.

Planerische und verkehrsorganisatorische Lärminderungsmaßnahmen

Lärmkarten, Aktionspläne, Fahrgeschwindigkeit, Verkehrsmenge ...

Technische Lärminderungsmaßnahmen

Primäre Lärminderung an der Quelle (am Kraftfahrzeug: Antrieb, Wind)

Primäre Lärminderung am System Kraftfahrzeug und Straße (Reifen, Flüsterasphalt)

Sekundäre/Passive Lärminderung (Lärmwand, -wall, -schutzfenster)

Aktive Lärminderung (Antischallkonzepte)

An Symptomen ansetzen, v. a. technisch

- An der Ursache ansetzen: Fahrten/Verkehrsmengenwachstum
- 100 % Einsparung: Rad und Fuß (und manchmal auch ÖV)
- Gesamteffekt vor Ort: uneinheitlich, z. T. leicht steigend

Fazit: Lärminderung

gemeinsames EG-Konzept, um Umgebungslärm zu mindern

politisch wichtigste Änderung sind die TERMINE für Karten/Pläne

Druck auf Behörden – aber: Umsetzung der Aktionspläne ist weder explizit gefordert noch zeitlich limitiert!

für Bauleitplanung und Planfeststellung,
Öffentlichkeitsbeteiligung gefordert, Umsetzungsprozess beachten

Unterschiede 16. BImSchV zur EG-Umgebungslärmrichtlinie sind v. a.:

1. Einführung der Abendstundenzeit von 18 Uhr bis 22 Uhr
2. Kein Schienenbonus
3. Höhe des Schutzniveaus: Abends minus 5 dB(A), nachts -10 dB(A)
4. Bisher Tages- und Nachtwert, jetzt auch ein Lden Wert insgesamt
5. Damit kann es nur eine Lärmkarte pro Verkehrsträger geben
6. Lday, Levening und Lnicht sind auch einzeln aussagekräftig

Literatur und Links I

1. Umweltbundesamt (UBA, Hrsg.): Was Sie schon immer über Lärmschutz wissen wollten. Kohlhammer Stuttgart, ISBN 3-17-0151258
2. Krell: Handbuch für Lärmschutz an Straßen und Schienenwegen. Elsner-Verlag, ISBN 3-87199-100-7
3. BMVBS (Hrsg.): Lärmrelevanz und EU-Anforderungen. Erfordernisse, Abgrenzungs- und Anpassungsprozesse zum Lärmschutz. BMVBS-Online-Publikation 24/10, November 2010
4. Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen RLS-90, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV), BMVBW, ISBN 0221-883033; Rechenbeispiele zu den RLS 90; RBLärm-92, FGSV, BMVBW
5. SCHALL 03: Richtlinie zur Berechnung der Schallimmissionen von Schienenwegen, Bundesbahnzentralamt (BZA) München (1990)
6. VBUS, Vorläufige Berechnungsmethode für den Umgebungslärm an Straßen
7. VBUSCH, Vorläufige Berechnungsmethode für den Umgebungslärm an Schienenwegen
8. VBEB, Vorläufige Berechnungsmethode zur Ermittlung der Belastetenzahlen durch Umgebungslärm, gem. 34. BImSchV



Literatur und Links II

9. Gesetz zum Schutz gegen Fluglärm (FluLärmG) und Anleitung zur Berechnung von Lärmschutzbereichen nach dem Gesetz zum Schutz gegen Fluglärm (AzB)
10. DIN 1320, Ausgabe Juni 1997: Akustik - Begriffe, Beuth Verlag Berlin
11. 6. Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (TA Lärm)
12. Bundes-Immissionsschutzgesetz - BImSchG, Sechster Teil "Lärmminderungsplanung"
13. 16. Verordnung zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Verkehrslärmschutzverordnung - 16. BImSchV)
14. 24. Verordnung zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Verkehrswege-Schallschutzmaßnahmenverordnung - 24. BImSchV)
15. 34. Verordnung zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Verordnung über die Lärmkartierung – 34. BImSchV)
16. www.umwelt.sachsen.de (Lärm)
17. www.umweltbundesamt.de
18. www.vcd.org



Fazit: Lärm

Was haben Sie heute gelernt?

1. Lärm ist Schall, der stört: subjektives, anthropogenes Sender-Empfänger-Problem.
2. Logarithmische Skala mit Bezugswert: Pegel $L_p = 10 \cdot \log (P/P_0)$
doppelt = +3 dB, halb = -3 dB, zehnfach = +10 dB
3. Rechnen bei Additionen und zeitlichen Mittelwerten, energieäquivalent
4. dB(A), dB(B), dB(C) ... sind Korrekturen nach menschlichem Gehör.
5. Lärm wirkt sehr vielfältig / als Co-Faktor:
DIE unterschätzte Gesundheitsgefahr ...
6. DIN 18005 hat „leisere“ Grenzwerte als die Verordnungen: Für ca. 50% sind die Vorsorgewerte, für jeden Siebten die Grenzwerte überschritten: **Die rechtliche Situation ist katastrophal.**
7. EG-Umgebungslärmrichtlinie fordert Lärmkarten und Aktionspläne.
8. Lärmschutz kostet Geld. NICHT-Lärmschutz kostet garantiert mehr!

Hausaufgabe B 3: Lärm

1. Bei einer Zugvorbeifahrt werden am Bahnübergang folgende Werte für 6 Sekunden Messzeit gemessen: 60, 70, 80, 80, 70, 60 [dB(A)]. Berechnen Sie dafür den energie-äquivalenten Mittelungspegel.
Hinweis: $(60 + 70 + 80 + 80 + 70 + 60) / 6$ ist falsch!
2. Während der Vorbeifahrt des Zuges warten am Bahnübergang 6 Pkw. Jeder Pkw verursacht im Leerlauf einen Pegel von 62 dB(A). Berechnen Sie den nur durch die 6 Pkw entstehenden Gesamtpegel (ohne den Zug!).
3. Berechnen Sie nun den insgesamt entstehenden Mittelungspegel für die Zugvorbeifahrt mit den 6 Pkw, also für die gesamte Messreihe.

