

**Erarbeitung eines Konzepts
zur Beurteilung von Gesamtlärm**

Vergabe-Nr. 17/064.1

**Möhler + Partner Ingenieure AG
Beratung in Schallschutz + Bauphysik**

Prinzstraße 49
D-86153 Augsburg
Tel.: 0821/455 497-0
Fax.: 0821/455 497-29
Email: info@mopa.de

**ZEUS GmbH
Zentrum für angewandte Psychologie,
Umwelt- und Sozialforschung**

Sennbrink 46
D-58093 Hagen
Tel: 02331 / 4787 - 194
Fax: 02331 / 4787 - 592
Email: info@zeusgmbh.de

im Auftrag des

**Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des
Landes Nordrhein-Westfalen,**

Schwannstraße 3
40476 Düsseldorf

MÖHLER+PARTNER
▶ **INGENIEURE AG**

Z E U S GmbH

Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft,
Natur- und Verbraucherschutz
des Landes Nordrhein-Westfalen



Juni 2020

Autoren:

Dipl.-Ing. Manfred Liepert

Dr.-Ing. Christine Huth

M. Sc. Geske Eberlei

Möhler + Partner Ingenieure AG

86153 Augsburg

Dr. Dirk Schreckenber

Sarah Benz, M. Sc. Psychologie

ZEUS GmbH

Zentrum für angewandte Psychologie

Umwelt- und Sozialforschung,

58093 Hagen

Prof. Dr. Dominik Kupfer

(Rechtliche Hinweise zu den Handlungsvorschlägen)

Wurster Weiß Kupfer

Rechtsanwälte Partnerschaft mbB

79098 Freiburg

Auftraggeber:

Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz

des Landes Nordrhein-Westfalen,

Schwannstraße 3

40476 Düsseldorf

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	3
Abbildungsverzeichnis	6
Tabellenverzeichnis	9
1 Aufgabenstellung	10
2 Stand der Lärmschutzvorschriften in Deutschland.....	11
2.1 Gesetzliche Grundlagen	11
2.2 Verordnungen, Richtlinien und Technische Anleitungen (Schallschutz bei Genehmigung und Überwachung von Anlagen)	16
2.3 Normen und Richtlinien	18
2.4 Lärmsanierungen im Straßenbau	19
3 Aktuelle Rechtslage zur Gesamtlärbewertung.....	21
3.1 Ansätze zur Gesamtlärbewertung in den bestehenden Regelwerken.....	21
3.2 Grünbuch der Europäischen Kommission	28
3.3 Rechtsprechung	28
3.4 Rechtsgutachten Forschungsvorhaben „Modell einer Gesamtlärbewertung“	31
3.5 Wirkungsgerechte Gesamtlärbewertung	32
4 Stand der Wissenschaft und Technik zur Gesamtlärbewertung - Literaturstudie.....	34
4.1 Mehrfachbelastungen und -beeinträchtigungen in Deutschland	34
4.2 Methodisches Vorgehen zur Aufbereitung des Forschungsstands zur wirkungsgerechten Gesamtlärbewertung.....	34
4.3 Wirkungsunterschiede verschiedener Quellen	41
4.4 Modelle und empirische Ergebnisse zur Gesamtlärbelästigung	46
4.5 Gesamtlärbewertung in Bezug auf Schlafstörungen.....	53
4.6 Gesundheitsrisiken und Gesamtlärm	54
4.7 Einzelquellart-bezogene Expositions-Wirkungsbeziehungen als Basis für die wirkungsbezogene Gesamtlärbewertung.....	59
5 Problemeingrenzung Gesamtlärm	62
5.1 Notwendigkeit einer Gesamtlärbetrachtung aus Sicht der Lärmwirkungsforschung	62
5.2 Technische Umsetzung einer Gesamtlärbewertung	63

5.2.1	Schallausbreitungsrechnung.....	63
5.2.2	Zuschläge für auffällige Geräusche.....	64
5.2.3	Beurteilungszeiten.....	65
5.2.4	Voraussetzungen für eine einheitliche Ermittlung der Beurteilungspegel.....	66
5.3	Begründung für eine wirkungsgerechte Bildung des Gesamtlärmpegels.....	67
5.4	Definition einer Eingriffsschwelle für Gesamtlärm.....	69
5.5	Maßnahmenplanung bei einer Gesamtlärbetrachtung.....	71
6	Vorschläge für die Einführung eines Gesamtlärmkriteriums.....	73
6.1	Vorschlag 1: „ Wirkungsgerechte Summation “.....	74
6.1.1	Verwaltungsvorschrift.....	75
6.1.2	Anhänge zur Verwaltungsvorschrift (Rechenmethoden).....	76
6.2	Vorschlag 2: „ Wirkungsgerechte Summation / Änderungssituation “.....	78
6.2.1	Verwaltungsvorschrift.....	78
6.2.2	Anhänge zur Verwaltungsvorschrift (Rechenmethoden).....	79
6.3	Vorschlag 3: „ Energetische Summation in Anlehnung an § 47a alt “.....	80
6.3.1	Verwaltungsvorschrift.....	80
6.3.2	Anhänge zur Verwaltungsvorschrift (Rechenmethoden).....	81
7	Praxisbeispiele.....	82
7.1	Vorschlag 1 „Wirkungsgerechte Summation“.....	86
7.1.1	Praxisbeispiel 1: Straße und Schiene parallel und Gewerbeflächen.....	86
7.1.2	Praxisbeispiel 2: Straße und Schiene kreuzend und Luftverkehr.....	88
7.2	Vorschlag 2 „Wirkungsgerechte Summation / Änderungssituation“.....	91
7.2.1	Praxisbeispiel 1: Straßen- und Schienenverkehr parallel und Gewerbeflächen.....	91
7.2.2	Praxisbeispiel 2: Straße und Schiene kreuzend und Gewerbeflächen.....	97
7.3	Vorschlag 3 „Energetische Summation der Grenzwertüberschreitung in Anlehnung an §47a alt“.....	102
7.3.1	Praxisbeispiel 1: Straße und Schiene parallel und Gewerbe.....	102
7.3.2	Praxisbeispiel 2: Straße und Schiene kreuzend und Gewerbe.....	103
7.4	Gegenüberstellung der Betroffenheiten.....	105
7.5	Berücksichtigung des Fluglärms.....	107
7.5.1	Bildung der effektbezogenen Substitutionspegel.....	107
7.5.2	Auswirkungen auf Vorschlag 1.....	109
7.5.3	Auswirkungen auf Vorschlag 2.....	109
7.5.4	Auswirkungen auf Vorschlag 3.....	110
7.6	Zusammenfassung und Schlussfolgerung aus den Praxisbeispielen.....	111
8	Durchführung und Ergebnisse eines Experten-Workshops.....	115

8.1	Durchführung des Workshops.....	115
	Tagesordnung.....	116
8.2	Ergebnisse des Workshops	116
8.3	Fazit aus dem Workshop.....	118
9	Handlungsempfehlung.....	119
10	Zusammenfassung.....	121
	Literatur und Grundlagen.....	126
11	Anlagen.....	136

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 4-1: Expositions-Wirkungsfunktionen zum Prozentanteil hoch belastigter Personen (% HA) durch Verkehrslärm nach Miedema & Oudshoorn (2001) (links) und zum Prozentanteil hoch schlafgestörter Personen (% HSD) nach Miedema & Vos (2007).....	42
Abbildung 4-2: Vergleich der "WHO"-Kurven (Guski et al., 2017a) mit den "M&O"-Kurven" (Miedema & Oudshoorn, 2001) zum % HA durch Verkehrslärm bezogen auf den L_{den} ...	43
Abbildung 4-3: Expositions-Wirkungskurven zum % HSD durch Verkehrslärm aus dem WHO-Review zur Wirkung von Umgebungslärm auf den Schlaf (Quelle der Grafiken: Basner & McGuire, 2018)	43
Abbildung 4-4: Aufwachwahrscheinlichkeit (EEG-Schlafstadienwechsel in Leichtschlaf S1 oder Wach) durch den Maximalpegel von Flug- und Schienenverkehrsgeräuschen (Quelle der Abbildung: Müller et al., 2010).....	44
Abbildung 4-5: Unterschiedliche Anzahl von Geräuscheignissen, die zum gleichen Dauerschallpegel führen. Quelle: Müller, U. (2018), mit freundlicher Genehmigung des Autors.	45
Abbildung 4-6: Expositions-Wirkungsbeziehung zum relativen Risiko der Inzidenz ischämischer Herzerkrankung pro 10 dB-Anstieg im L_{den} für Straßenverkehrslärm (Quelle: van Kempen et al., 2017, Figure 12.5). Schwarze Kurve = gepoolte Expositions-Wirkungskurve aus den Ergebnissen von 7 Studien, Kreise = beobachtete relative Risiken; die Größe der Kreise ist proportional zur Präzision; rote Kurve = lineare Beziehung auf Basis des relativen Risikoanstiegs von 8% pro 10 dB mit 42 dB L_{den} als Startpunkt.....	56
Abbildung 5-1: Beispiel für den unterschiedlichen zeitlichen Pegelverlauf von Straßen- und Schienenverkehrslärm	67
Abbildung 5-2: Beispiel für die unterschiedlichen Spektren von Straßen- und Schienenverkehrslärm.	68
Abbildung 6-1: Übersicht der drei fachlichen Vorschläge für ein Gesamtlärmkriterium	74
Abbildung 7-1: Praxisbeispiel 1 mit paralleler Straßen- und Schienenführung (links) und Praxisbeispiel 2 mit sich kreuzender Straßen- und Schienenführung (rechts).....	83
Abbildung 7-2: Flächennutzung der beiden Praxisbeispiele (links: Praxisbeispiel 1, rechts: Praxisbeispiel 2); GE: Gewerbegebiet, MI: Mischgebiet, WA: Allgemeines Wohngebiet, WR: Reines Wohngebiet, SO: Sondergebiet.....	84
Abbildung 7-3: Expositions-Wirkungs-Beziehung nach WHO-Review mit linearer Verlängerung am oberen und unteren Wertebereich (WHO-Review Basner & McGuire 2018).....	86
Abbildung 7-4: Rasterlärmkarten für die Geräuschquellen Straße (links), Schiene (mittig) und Gewerbe (rechts). Oben: Berechnete Pegelwerte, unten: renormierte Ersatzpegel nachts auf Basis der Expositions-Wirkungs-Beziehungen des WHO-Reviews zur Auswirkung von Umgebungslärm auf den Schlaf (Basner & McGuire 2018).....	87

Abbildung 7-5: Rasterlärmkarte für den schlafstörungsbezogenen Substitutionspegels der Gesamtlärmbelastung nachts durch Straßen- und Schienenverkehr und Gewerbe- und Industrieflächen.....	88
Abbildung 7-6: Rasterlärmkarten für die Geräuschquellen Straße (links), Schiene (mittig) und Gewerbe (rechts). Oben: Berechnete Nachtpegelwerte, unten: renormierte Ersatzpegel nachts auf Basis der Expositions-Wirkungs-Beziehungen des WHO-Reviews von Basner & McGuire (2018)	89
Abbildung 7-7: Rasterlärmkarte für den schlafstörungsbezogenen Substitutionspegels der Gesamtlärmbelastung durch Straßen- und Schienenverkehr und Gewerbe- und Industrieflächen.....	90
Abbildung 7-8: Rasterlärmkarten für die Geräuschquellen Straße (links), Schiene (mittig) und Gewerbe (rechts) für den Ausgangszustand (Nullfall). Oben: Berechnete Pegelwerte, unten: renormierte Ersatzpegel nachts auf Basis der Expositions-Wirkungs-Beziehungen des WHO-Reviews von Basner & McGuire (2018).....	92
Abbildung 7-9: Rasterlärmkarten für die Geräuschquellen Straße (links), Schiene (mittig) und Gewerbe (rechts) für den Änderungsfall (Planfall). Oben: Berechnete Nachtpegelwerte, unten: renormierte Ersatzpegel nachts auf Basis der Expositions-Wirkungs-Beziehungen des WHO-Reviews von Basner & McGuire (2018).....	92
Abbildung 7-10: Rasterlärmkarten für den effektbezogenen Substitutionspegels der Gesamtlärmbelastung für den Nullfall (links) und den Änderungsfall (rechts)	94
Abbildung 7-11: Oben: Differenz-Rasterlärmkarten für den effektbezogenen Substitutionspegels der Gesamtlärmbelastung nachts zwischen Null- und Planfall durch Straßen-, Schienenverkehr und Gewerbe (oben) sowie Rasterlärmkarten für Überschreitungen von 60 dB(A) für den Planfall durch Straßen-, Schienenverkehr und Gewerbe (unten).....	95
Abbildung 7-12: Kennzeichnung der Bereiche, in denen eines der beiden Kriterien der Pegelerhöhung (mindestens 3 dB bei Absolutwerten von mindestens 51 dB(A)) oder 0,1 dB(A) bei Absolutwerten von mindestens 60 dB(A)) erfüllt ist.	96
Abbildung 7-13: Rasterlärmkarten für die Geräuschquellen Straße (links), Schiene (mittig) und Gewerbe (rechts) für den Ausgangszustand (Nullfall). Oben: Berechnete Pegelwerte, unten: renormierte Ersatzpegel nachts auf Basis der Expositions-Wirkungs-Beziehungen des WHO-Reviews von Basner & McGuire (2018).....	97
Abbildung 7-14: Rasterlärmkarten für die Geräuschquellen Straße (links), Schiene (mittig) und Gewerbe (rechts) für den Änderungsfall (Planfall). Oben: Berechnete Pegelwerte, unten: renormierte Ersatzpegel nachts auf Basis der Expositions-Wirkungs-Beziehungen des WHO-Reviews von Basner & McGuire (2018).....	98
Abbildung 7-15: Rasterlärmkarten für den effektbezogenen Substitutionspegels der Gesamtlärmbelastung nachts für den Nullfall (oben) und Planfall (unten) durch Straßenverkehr, Schienenverkehr und Gewerbe.....	99

Abbildung 7-16: Oben: Differenz-Rasterlärmkarten für den effektbezogenen Substitutionspegels der Gesamtlärmbelastung nachts zwischen Null- und Planfall durch Straßen-, Schienenverkehr und Gewerbe (oben) sowie Rasterlärmkarten für Überschreitungen von 60 dB(A).....	100
Abbildung 7-17: Kennzeichnung der Bereiche, in welchen eines der beiden Kriterien der Pegelerhöhung (mindestens 3 dB bei Absolutwerten von mindestens 51 dB(A)) oder 0,1 dB(A) bei Absolutwerten von mindestens 60 dB(A)) erfüllt ist	101
Abbildung 7-18: Konfliktkarten für die Nachtzeit je Quellenart (links: Straßenverkehr, mittig: Schienenverkehr, rechts: Gewerbelärm) für Praxisbeispiel 1.	102
Abbildung 7-19: Darstellung der Gesamtlärmbelastung nachts als Gesamtkonfliktkarte für Praxisbeispiel 1.....	103
Abbildung 7-20: Konfliktkarten je Quellenart (links: Straßenverkehr, mittig: Schienenverkehr, rechts: Gewerbe) für Praxisbeispiel 2.....	103
Abbildung 7-21: Darstellung der Gesamtlärmbelastung nachts als Gesamtkonfliktkarte für Praxisbeispiel 2.....	104
Abbildung 7-22: Gegenüberstellung der Betroffenheiten bei den unterschiedlichen Vorschlägen für Praxisbeispiel 1	105
Abbildung 7-23: Gegenüberstellung der Betroffenheiten bei den unterschiedlichen Vorschlägen für Praxisbeispiel 2.....	106
Abbildung 7-24: Rasterlärmkarten für die Nachtzeit für die Geräuschquellen Straße (links), Schiene (mittig) und Flugverkehr (rechts). Oben: Berechnete Pegelwerte, unten: renormierte Ersatzpegel nach WHO-Review Basner & McGuire (2018)	107
Abbildung 7-25: Rasterlärmkarte für den schlafstörungsbezogenen Substitutionspegels der Gesamtlärmbelastung durch Straßen-, Schienen und Luftverkehr.....	108
Abbildung 7-26: Differenz-Rasterlärmkarten für den effektbezogenen Substitutionspegels der Gesamtlärmbelastung nachts zwischen Nullfall und Änderungsfall mit Lärmschutzmaßnahme durch Straßen- und Schienenverkehr (links) bzw. durch Straßen-, Schienen- und Luftverkehr.....	109
Abbildung 7-27: Konfliktkarten je Quellenart (links: Straßenverkehr, mittig: Schienenverkehr, rechts: Flugverkehr) für Praxisbeispiel 1.	110
Abbildung 7-28: Darstellung der Gesamtlärmbelastung als Gesamtkonfliktkarte für Praxisbeispiel 1.....	110

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Zusammenfassung zu Gesetzen, Verordnungen und Richtlinien.....	26
Tabelle 2: Ergebnisse der Literaturrecherche seit 2014/15 in Fachdatenbanken zur Gesamtlärmwirkung durch Umgebungslärm.....	37
Tabelle 3: Neuere Lärmwirkungsstudien nach 2014 zur Lärmwirkung mehrerer Quellarten.....	39
Tabelle 4: Anpassungen zur einheitlichen Ermittlung von Beurteilungspegeln.....	66
Tabelle 5: Vorgehensweise zur Betrachtung der Gesamtlärmbelastung für die beiden Praxisbeispiele, * Wiederholung des vorherigen Schrittes für Ausgangszustand vor Änderung („Nullfall“)	84
Tabelle 6: Zusammenfassung der Erkenntnisse aus den Praxisbeispielen	111
Tabelle 7: Vor- und Nachteile der vorgeschlagenen Verfahren.....	113
Tabelle 8: Workshop Teilnehmer	115
Tabelle 9: Moderatoren und Gestalter des Workshops	115

1 Aufgabenstellung

Die Bürgerinnen und Bürger sind einer Vielzahl von Lärmquellen ausgesetzt, wobei unterschiedliche Lärmquellen häufig gleichzeitig einwirken. Umfragen des Umweltbundesamtes zeigen, dass sich fast jeder zweite Deutsche von zwei oder mehr Quellenarten belästigt fühlt.

Der Schutz vor Gesamtlärm ist gesetzlich nicht zufriedenstellend geregelt. Obwohl der Begriff der Immissionen in § 3 Abs. 2 BImSchG und damit der Begriff der schädlichen Umwelteinwirkungen in § 3 Abs. 1 BImSchG eine summative, akzeptorbezogene Betrachtungsweise fordert, gibt es bis heute keinen umfassenden rechtlichen Ansatz zur Gesamtbeurteilung von Lärm. Allgemein akzeptierte Bewertungskriterien und Bewertungsverfahren für Gesamtlärm gibt es nicht. Erste Ansätze enthält lediglich die TA Lärm 1998 und die 18. BImSchV, wobei die Gesamtbelastung nur die Anlagen erfasst, für die diese Regelungen gelten.

Die fehlende Gesamtlärbetrachtung ist für die Betroffenen oft nicht vermittelbar, denn aus Sicht des umweltbezogenen Gesundheitsschutzes ist es maßgeblich, welchem Lärm insgesamt sie tatsächlich ausgesetzt sind.

Ziel des Untersuchungsvorhabens ist es, die lärmfachliche und immissionsschutzrechtliche Machbarkeit einer Gesamtlärbetrachtung zu prüfen und die für die Umsetzung notwendigen Änderungen inhaltlich vorzubereiten.

Dazu sollen folgende rechtlichen und fachlichen Fragestellungen behandelt werden:

1. Welche Lärmschutzvorschriften für die Einzellärmquellen existieren derzeit im deutschen Recht und worin unterscheiden sie sich? Welche schützen vor Gesundheitsgefahr, welche vor erheblicher Belästigung?
2. Welche Regelungsansätze zur Bewertung von Gesamtlärm sind im bestehenden Recht bereits enthalten?
3. Welche Verfahren zur Ermittlung der Kenngrößen und Beurteilungskriterien zur Bewertung von Gesamtlärm sind in der Literatur vorhanden?
4. Welche rechtlichen und schalltechnischen Probleme ergeben sich derzeit bei der Bewertung von Gesamtlärm? Sollte bei der Bewertung zwischen erheblicher Belästigung und Gesundheitsgefahr unterschieden werden? Wenn ja aus welchen Gründen?
5. Wie lassen sich diese Probleme mit den vorhandenen Modellen und mit dem vorhandenen Lärmschutzrecht lösen?

2 Stand der Lärmschutzvorschriften in Deutschland

2.1 Gesetzliche Grundlagen

Europarecht (Lärmaktionsplanung nach EU-Umgebungslärmrichtlinie)

Im Jahr 2002 trat die „Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates über die Bewertung und die Bekämpfung von Umgebungslärm“ (Richtlinie 2002/49/EG) in Kraft. Ziel der Umgebungslärmrichtlinie ist eine in ganz Europa einheitliche Verhinderung, Vorbeugung und Minderung von Umgebungslärm. Dieser wird definiert als unerwünschte oder gesundheitsschädliche Geräusche, verursacht durch z.B. Straßenverkehr, Luftverkehr, Schienenverkehr oder Industrie. Im Rahmen dieser Vorgaben sind alle fünf Jahre Lärmkarten zu erstellen und darauf basierend Lärmaktionspläne auszuarbeiten. Die Informationen zum Umgebungslärm und seine Auswirkungen werden der Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt. Im Anhang IV und V der EU-Umgebungslärmrichtlinie finden sich Vorgaben zu Mindestanforderungen zur Ausarbeitung strategischer Lärmkarten und Lärmaktionspläne.

Im Jahr 2005 wurde das Bundes-Immissionsschutzgesetz um seinen sechsten Teil „Lärmaktionsplanung“ ergänzt und somit die EU-Umgebungslärmrichtlinie in das deutsche Recht überführt. Gemäß der im Jahr 2002 eingeführten Richtlinie über Umgebungslärm müssen die Mitgliedstaaten die Belastung durch Umweltlärm ermitteln, strategische Lärmkarten ausarbeiten und Aktionspläne zur Lärminderung erstellen. Die Ergebnisse der Lärmkartierung werden an die EU gemeldet. Bei der ersten EU-weiten Maßnahme zur Lärmkartierung im Jahr 2007 wurden erhebliche Unterschiede bei den Bewertungsverfahren sowie bei der Datensammlung und Datenqualität festgestellt (Europäische Kommission 2012). Die gemeinsame Forschungsstelle hat deshalb in Zusammenarbeit mit Experten, die von den EU-Mitgliedstaaten, der Europäischen Umweltagentur, der Europäischen Agentur für Flugsicherheit und der Weltgesundheitsorganisation (Regionalbüro für Europa) benannt wurden, Lärmbewertungsmodelle auf neuester wissenschaftlich-technischer Grundlage entwickelt. Diese Lärmbewertungsmethode wurde 2012 unter dem Namen CNOSSOS-EU (Common Noise Assessment Methods in Europe) veröffentlicht, um so den Lärm durch Straßen-, Schienen- und Flugverkehr sowie Industrietätigkeit europaweit einheitlich vergleichen zu können. Zum 30.12.2018 wurde das gemeinsame Rechenverfahren in einer nationalen Fassung als Berechnungsmethode für den Umgebungslärm von bodennahen Quellen (Straßen, Schienenwege, Industrie und Gewerbe) (BUB) sowie als Berechnungsmethode für den Umgebungslärm von Flugplätzen (BUF) verbindlich eingeführt.

Verfassungsrechtliche Vorgaben

Grundlegend wird in Artikel 2 Abs. 2 des Grundgesetzes (GG) normiert „Jeder hat das Recht auf [...] körperliche Unversehrtheit“ bzw. in Artikel 14 Abs. 1 GG „Das Eigentum und das Erbrecht werden gewährleistet“. Somit ist zunächst davon auszugehen, dass eine verfassungsrechtliche Schutzpflicht bzw. eine verfassungsrechtliche Unzumutbarkeitsschwelle existiert sobald Geräuschimmissionen zu einer Gesundheitsgefahr oder zu einem Eingriff in die Substanz des Eigentums führen (Umweltbundesamt 2019a:144).

Des Weiteren wird im Grundgesetz dann in Artikel 74 Abs. 1 Nr. 24. zum Lärmschutz auf die „konkurrierende Gesetzgebung“, also das Bundes-Immissionsschutzgesetz verwiesen. Aus dem Anwendungsbereich des Art. 72 ist jedoch der Schutz vor verhaltensbezogenem Lärm ausgenommen. Die Gesetzgebungskompetenz liegt insofern bei den Ländern. Vorschriften und Hinweise finden sich in den Landesimmissionsschutzgesetzen der Bundesländer, in Regelungen der Kommunen oder auch in Hausordnungen.

Das Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG)

Der Kern des gesetzlichen Regelwerks auf nationaler Ebene im Immissionsschutzrecht ist das „Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigung, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge“, das **Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG)**. Seit seinem Inkrafttreten im Jahr 1974 wurden zahlreiche Rechtsverordnungen und zwei Verwaltungsvorschriften hierzu erlassen. Mit Hilfe des BImSchG werden zudem europarechtliche Neuerungen umgesetzt (Umwelt Bundesamt 2019b).

Grundlegend ist das Ziel des Bundes-Immissionsschutzgesetzes „Menschen, Tiere, [...] vor schädlichen Umwelteinwirkungen zu schützen und dem Entstehen schädlicher Umwelteinwirkungen vorzubeugen“, § 1 Abs. 1 BImSchG. Die Vorschriften des BImSchG erstrecken sich hierbei u.a. sowohl auf die Errichtung und den Betrieb von Anlagen, als auch auf das Herstellen von Anlagen, die Beschaffenheit bzw. den Betrieb von Kraftfahrzeugen, Schienen- Luft- und Wasserfahrzeugen und auch den Bau von Straßen bzw. Schienenbahnen, § 2 Abs. 1 BImSchG.

Explizit ausgeschlossen wird die Anwendung des BImSchG jedoch für u.a. Flugplätze, § 2 Abs. 2 BImSchG .

Auf Grundlage des BImSchG wurden zudem diverse Rechtsverordnungen erlassen, welche in Kapitel 2.2 behandelt werden.

Nach dem BImSchG bedarf die Errichtung und der Betrieb der in der 4. BImSchV genannten Anlagen, welche schädliche Umwelteinwirkungen hervorrufen oder in anderer Weise die Allgemeinheit oder die Nachbarschaft gefährden, erheblich benachteiligen oder erheblich belästigen könnten, einer Genehmigung, § 4 Abs. 1 Satz 1 BImSchG.

Geräuschrelevante Teile des BImSchG sind:

Zweiter Teil des BImSchG Errichtung und Betrieb von Anlagen

Der dritte Abschnitt dieses zweiten Teils (§26 bis 31) befasst sich mit der „Ermittlung von Emissionen und Immissionen, sicherheitstechnische Prüfung“ von genehmigungsbedürftigen und nicht genehmigungsbedürftigen Anlagen. So kann die zuständige Behörde anordnen, „dass der Betreiber einer genehmigungsbedürftigen Anlage [...] oder nicht genehmigungsbedürftigen Anlage Art und Ausmaß der von der Anlage ausgehenden Emissionen sowie die Immissionen im Einwirkungsbereich der Anlage durch eine der von der zuständigen Behörde eines Landes bekannt gegebenen Stellen ermitteln lässt, wenn zu befürchten ist, dass durch die Anlage schädliche Umwelteinwirkungen hervorgerufen werden“, § 26 Satz 1 BImSchG.

Vierter Teil des BImSchG Beschaffenheit und Betrieb von Fahrzeugen, Bau und der Änderung von Straßen und Schienenwegen

In diesem Abschnitt (§38 bis 43) wird die Beschaffenheit und der Betrieb von Fahrzeugen und der Bau oder die wesentliche Änderung von Verkehrswegen in Bezug auf die verursachten Emissionen geregelt. So dürfen die Emissionen von Kraftfahrzeugen die zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen geltenden Grenzwerte nicht überschreiten und die Emissionen sind auf ein Mindestmaß zu beschränken, § 38 Abs. 1 BImSchG. Auch der Anspruch auf eine Entschädigung für Schallschutzmaßnahmen bei Überschreitung der festgelegten Immissionsgrenzwerte wird in diesem Abschnitt geregelt (§ 42 BImSchG).

Sechster Teil des BImSchG: Lärminderungsplanung

Dieser Abschnitt (§47 a bis f) des BImSchG behandelt den „Umgebungsärm“ (belästigende oder gesundheitsgefährdende Geräusche im Freien, die durch die Aktivitäten von Menschen verursacht werden, einschließlich des Lärms, der von Verkehrsmitteln, Straßenverkehr, Eisenbahnverkehr, Flugverkehr sowie Geländen für industrielle Tätigkeiten), jedoch nicht den Nachbarschaftslärm, Lärm am Arbeitsplatz, in Verkehrsmitteln oder Lärm, der auf militärische Tätigkeiten in militärischen Gebieten, § 47a BImSchG, zurückzuführen ist. Es wird übereinstimmend mit der EU-Umgebungsärmrichtlinie (Richtlinie 2002/49/EG) die Erarbeitung von Lärmkarten für Großflughäfen, Hauptverkehrsstraßen, Haupteisenbahnstrecken und Ballungsräume und von Lärmaktionsplänen im Zyklus von 5 Jahren geregelt, § 47c BImSchG. Bezüglich der Grenzwerte findet sich im BImSchG (§47 d Abs. 1 Satz 3) folgender Passus: "Die Festlegung von Maßnahmen in den Plänen ist in das Ermessen der zuständigen Behörden gestellt, sollte aber auch unter Berücksichtigung der Belastung durch mehrere Lärmquellen insbesondere auf die Prioritäten eingehen, die sich gegebenenfalls aus der Überschreitung relevanter Grenzwerte oder aufgrund anderer Kriterien ergeben, und insbesondere für die wichtigsten Bereiche gelten, wie sie in den Lärmkarten ausgewiesen werden." Des Weiteren wird auf die Mindestanforderungen des Anhangs V der Richtlinie 2002/49/EG verwiesen.

§47a „alt“ BImSchG in Verbindung mit der Verwaltungsvorschrift des Landes Nordrhein-Westfalen Nr. 60 vom 19.10.2000

Im Jahr 1990 hat der Gesetzgeber den fünften Teil des Bundesimmissionsschutzgesetzes „Überwachung der Luftverunreinigung im Bundesgebiet, Luftreinhaltepläne und Lärminderungspläne“ um den §47a „Lärminderungspläne“ erweitert. In der heute gültigen Fassung des BImSchG sind diese Lärminderungspläne nun in dem separaten sechsten Teil mit den Paragraphen §47a bis §47f zu finden.

Im „alten“ §47a Absatz 1 BImSchG werden die zu berücksichtigenden Gebiete allgemein beschrieben als „Gebiete, in denen schädliche Umwelteinwirkungen durch Geräusche“ hervorgerufen werden. Hier ist die „Belastung durch die einwirkende Geräuschquelle zu erfassen“. Eine Einschränkung der Quellenart wird hier nicht vorgenommen. So listet Hillen (Hillen 1993) als zu berücksichtigende Quellenarten folgende Quellengruppen auf: Straßenverkehr, Schienenverkehr ohne Rangierbahnhöfe, Stadtbahnen, Rangierbahnhöfe, Gewerbe und Industrie, Wasserverkehr, Flugverkehr Linie und Militär, Flugverkehr, Sonstige, militärische Anlagen, Sport- und Freizeitanlagen. Im Gegensatz hierzu findet sich in der EU-Umgebungslärmrichtlinie, Artikel 7(1) zur Ausarbeitung strategischer Lärmkarten ein deutlich eingeschränkter Anwendungsbereich: so wird hier nur von Verkehrslärm („Hauptverkehrsstraßen, Haupteisenbahnstrecken und Großflughäfen“) gesprochen.

In Absatz 2 des §47a „alt“ wird weiter festgelegt, dass für Wohngebiete und andere schutzwürdige Gebiete Lärminderungspläne aufzustellen sind, wenn in den Gebieten nicht nur vorübergehend schädliche Umwelteinwirkungen durch Geräusche hervorgerufen werden oder zu erwarten sind und die Beseitigung oder Verminderung ein abgestimmtes Vorgehen erfordert. Diese müssen nach Absatz 3 die zu erwartende Lärmbelastung, die Lärmquelle und die Maßnahme zur Lärminderung beinhalten.

In der Verwaltungsvorschrift des Landes Nordrhein-Westfalen (Ministerialblatt Ausgabe 2000 Nr. 60 vom 19.10.2000) finden sich zum „alten“ Paragraphen 47a unter Abschnitt 22.5 folgende Details zur Aufstellung solcher Lärminderungspläne:

Es sind „aus der flächenhaften Erfassung der verschiedenen Geräuschquellen [...] durch arithmetische Differenzbildung die Über- und Unterschreitungen für die verschiedenen Geräuschquellenarten getrennt [...] als Konfliktkataster [zu] ermitteln. Hierbei sind wegen möglicher Kumulation auch Gebiete besonders darzustellen, bei denen die Pegel bis zu fünf dB(A) unter dem maßgebenden Immissionswert liegen.“ Für die vorliegenden Konfliktkataster ist dann mittels einer Einzelprüfung festzustellen, „ob erhebliche Belästigung durch Kumulation der Einwirkungen aus den verschiedenen Geräuschquellen auftreten.“

Unter Abschnitt 22.6 ist gefordert, dass für Konfliktgebiete mit verschiedenen Geräuschquellenarten bzw. Geräuschquellen mit unterschiedlichen Zuständigkeiten Lärminderungspläne aufzustellen sind.

Die beschriebene Methodik des §47a „alt“ in Verbindung mit der Verwaltungsvorschrift Nr. 60 vom 19. Oktober 2000 stellt somit zur Behandlung von Gesamtlärm eine pragmatische und robuste Methode dar. Es sind zunächst je Geräuschquelle Konfliktkataster zu erstellen, in welchen bereits relevante Geräuschquellen für eine im Einzelfall

durchzuführende Gesamtlärbetrachtung mit einfließen. So sind im Konfliktkataster bereits Geräuschquellen, welche noch 5 dB unter dem Grenzwert liegen, mit darzustellen. Anschließend ist pragmatisch in einer Einzelfallprüfung die Belästigung durch Kumulation (einfache Pegeladdition) der relevanten Geräuschquellen zu prüfen.

Fluglärmgesetz (FluLärmG)

Im Geltungsbereich des BImSchG wird unter § 2 Abs. 2 explizit Fluglärm ausgeschlossen. Der „bauliche Schallschutz zum Schutz der Allgemeinheit und der Nachbarschaft vor Gefahren, erheblichen Nachteilen und erheblichen Belästigungen durch Fluglärm“ wird stattdessen in § 1 ff des **Gesetz zum Schutz gegen Fluglärm (FluLärmG)** geregelt. Im Jahre 2007 trat das novellierte Fluglärmgesetz für einen verbesserten Schutz der Anwohner von Flugplätzen in Kraft. Neben einer Absenkung der Grenzwerte wurde neben den beiden Tag-Schutz-zonen eine Nacht-Schutzzone ausgewiesen. Genauere Spezifikationen wurden in den drei Rechtsverordnungen zum Fluglärmgesetz konkretisiert.

Landes-Immissionsschutzgesetz NRW

Grundsätzlich sind die Bundesländer von einer eigenen Gesetzgebung innerhalb der Zuständigkeit des Bundes ausgeschlossen. Sie sind allerdings für die Ausführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes zuständig und verantworten daher etwa die Überwachung und Genehmigung von Anlagen (Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen: Immissionsschutzrecht).

Das Landes-Immissionsschutzgesetz (LImSchG) des Bundeslandes NRW dient zum „Schutz vor Luftverunreinigung, Geräuschen und ähnlichen Umwelteinwirkungen“. Es behandelt einerseits die Errichtung, den Betrieb von Anlagen und das Verhalten von Personen für den Fall einer Verursachung schädlicher Umwelteinwirkungen, andererseits spezifiziert es die Durchführung des BImSchG bzw. der zugehörigen Rechtsverordnungen.

Im Detail werden Festlegungen zu den Beurteilungszeiten (§9 Nachtruhe) und zum Nachbarschaftslärm (§ 10 Benutzung von Tonbandgeräten, § 11 Laufenlassen von Motoren, § 12 Halten von Tieren) spezifiziert. Hauptfokus des LImSchG liegt auf der Rücksichtnahme, um schädliche Umwelteinwirkungen zu vermeiden.

2.2 Verordnungen, Richtlinien und Technische Anleitungen (Schallschutz bei Genehmigung und Überwachung von Anlagen)

Zur näheren Konkretisierung des BImSchG wurden **Rechtsverordnungen der Bundesrepublik Deutschland** erlassen. Die lärmrelevanten Verordnungen hierbei sind:

Sechzehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verkehrslärmschutzverordnung - 16. BImSchV)

Die 16. BImSchV wurde von der Bundesregierung auf Grund des § 43 Abs. 1 Satz 1 Nr. 1 des Bundesimmissionsschutzgesetzes vom 15. März 1974 (BGBl. I S. 721, 1193) erlassen.

Die 16. BImSchV gilt für den Bau oder die wesentliche Änderung von öffentlichen Straßen sowie Schienenwegen der Eisenbahnen und der Straßenbahnen, § 1 Abs. 1 der 16. BImSchV. Es werden nachfolgend Definitionen angegeben für eine im Sinne dieser Vorschrift maßgeblichen wesentlichen Änderung und Immissionsgrenzwerte für den Beurteilungspegel abhängig von Gebiet und Tages- bzw. Nachtzeit. Die Beurteilungspegel der Verkehrswege sind entsprechend Anlage 1 (RLS 90) bzw. Anlage 2 der 16. BImSchV (Schall 03) zu berechnen.

Achtzehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Sportanlagenlärmschutzverordnung - 18. BImSchV)

Die 18. BImSchV wurde von der Bundesregierung auf Grund des § 23 Abs. 1 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes in der Fassung der Bekanntmachung vom 14. Mai 1990 (BGBl. I S. 880) erlassen.

Diese Rechtsverordnung zum BImSchG betrifft die Errichtung, die Beschaffenheit und den Betrieb von Sportanlagen, soweit sie nicht genehmigungsbedürftig gem. § 4 BImSchG sind, § 1 Abs. 1 der 18. BImSchV. Es werden explizit für den Fall der Sportanlagen geltende Immissionsrichtwerte nach Gebiet und Tages- bzw. Nachtzeit angegeben. Abweichend von der 16. BImSchV wird hier die Tageszeit in Tageszeiten innerhalb und außerhalb von Ruhezeiten und in unterschiedliche Nachtzeiträume unterteilt. Es werden Zuschläge für Ton- und Informationshaltigkeit und für Impulshaltigkeit bzw. auffällige Pegeländerungen vergeben.

Vierundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verkehrswege-Schallschutzmaßnahmenverordnung - 24. BImSchV)

Die 24. BImSchV wurde von der Bundesregierung auf Grund des § 43 Abs. 1 Satz 1 Nr. 3 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes in der Fassung der Bekanntmachung vom 14. Mai 1990 (BGBl. I S. 880) erlassen.

Auch diese Verordnung betrifft den Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Verkehrsgeräusche lediglich falls beim Bau oder wesentlichen Änderungen öffentlicher Straßen sowie von Schienenwegen die Immissionsgrenzwerte der 16. BImSchV überschritten werden. Für diesen Fall werden Schallschutzmaßnahmen im Sinne von baulichen Verbesserungen schutzbedürftiger Räume definiert. Das Rechenverfahren wird in der Anlage beschrieben.

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

Die 34. BImSchV wurde von der Bundesregierung auf Grund des § 47f des Bundes-Immissionsschutzgesetzes, der durch Artikel 1 des Gesetzes zur Umsetzung der EG-Richtlinie über die Bewertung und Bekämpfung von Umgebungslärm vom 24. Juni 2005 (BGBl. I S. 1794) eingefügt worden ist, erlassen.

Mit dieser Rechtsverordnung wird die Richtlinie 2002/49/EG des Europäischen Parlaments zur Bewertung und Bekämpfung von Umgebungslärm in deutsches Recht umgesetzt. Es werden zudem die Lärmindizes L_{Day} , L_{Evening} , L_{Night} und der daraus abgeleitete Lärmindex L_{DEN} formuliert. Die Verordnung wurde am 28.11.2018 mit der Bekanntmachung der Berechnungsverfahren für den Umgebungslärm nach § 5 Absatz 1 der Verordnung über die Lärmkartierung (34. BImSchV) – Berechnungsmethode für den Umgebungslärm von bodennahen Quellen (Straßen, Schienenwege, Industrie und Gewerbe) (BUB) – Berechnungsmethode für den Umgebungslärm von Flugplätzen (BUF) – Berechnungsmethode zur Ermittlung der Belastetenzahlen durch Umgebungslärm (BEB) unter BAnz AT 28.12.2018 B7 veröffentlicht.

Darüber hinaus erlässt die Bundesregierung **allgemeine Verwaltungsvorschriften**, unter anderem zu Immissionswerten, Emissionswerte, Verfahren zur Ermittlung von Emissionen und Immissionen. Diese sind für lärmrelevante Bereiche:

Die **Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift** zum Bundes-Immissionsschutzgesetz, die „Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm – **TA Lärm**“. Sie wurde nach § 48 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG) vom 15. März 1974 (BGBl. I S.721) in der Fassung der Bekanntmachung vom 14. Mai 1990 (BGBl. I S.880) erlassen.

Sie dient dem „Schutz der Allgemeinheit und der Nachbarschaft vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Geräusche sowie der Vorsorge gegen schädliche Umwelteinwirkungen durch Geräusche, Ziffer 1 TA Lärm. Sie ist insbesondere von Bedeutung für Gewerbe- und Industrieanlagen, nicht anzuwenden ist sie jedoch bei Straßenverkehrslärm, Schienenverkehrslärm, Fluglärm (siehe FlulärmG) oder Sportlärm (siehe 18. BImSchV), nicht genehmigungsbedürftigen landwirtschaftlichen Anlagen, Tagebauen, Seehäfen, Anlagen für soziale Zwecke, Baustellen (siehe AVV Baulärm). Die Immissionsrichtwerte der TA Lärm berücksichtigen Ruhezeiten abends und an Sonn- und Feiertagen; nachts wird die lauteste Nachtstunde betrachtet. Auffällige Pegelspitzen, impuls- und tonhaltige Geräusche sowie tieffrequente Geräusche werden gesondert betrachtet.

Für Geräusche, verursacht durch Freizeitanlagen, wurde 2015 die **Freizeitlärm-Richtlinie** der LAI veröffentlicht. Diese konkretisiert die allgemeinen Anforderungen des BImSchG. Sie greift auf die Ermittlungsverfahren der 18. BImSchV und der TA Lärm zurück. Anwendung findet die Freizeitlärmrichtlinie insbesondere bei Freiluftveranstaltungen innerhalb von Zelten (Konzerte, Zirkus, ...) oder im Freien (Freilichtbühnen, Autokino, Rummelplätze, ...) oder Freizeiteinrichtungen, wie etwa Freizeitparks, Badeplätze, Abenteuerspielplätze, etc.. Abweichend zur TA Lärm werden hier die Ruhezeiten bzw. Sonn- und Feiertage nicht anhand eines Zuschlags (von 6dB) bei der Ermittlung des Beurteilungspegels berücksichtigt, sondern anhand unterschiedlicher Immissionsrichtwerte für Ruhezeiten bzw. Sonn- und Feiertage.

Geräuschimmissionen von Baustellen werden in der allgemeinen **Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm** – Geräuschimmissionen – von 1970 behandelt. Diese Vorschrift gilt u.a. für den Betrieb von Baumaschinen auf Baustellen, Ziffer 1 AVV Baulärm. Wesentlich ist jedoch hier der unter Ziffer 4.1. AVV Baulärm formulierte Grundsatz, dass „von Maßnahmen zur Lärminderung abgesehen werden kann, soweit durch den Betrieb von Baumaschinen infolge nicht nur gelegentlich einwirkender Fremdgeräusche keine zusätzlichen Gefahren, Nachteile oder Belästigungen eintreten.“

2.3 Normen und Richtlinien

Schallschutz in der städtebaulichen Planung

Die städtebauliche Planung wird in Deutschland entsprechend BauGB durch die Bauleitplanung geregelt. Entsprechend § 1 Abs. 3 Nr. 1 BauGB sind bei der Aufstellung der Bauleitpläne die allgemeinen Anforderungen an gesunde Wohn- und Arbeitsverhältnisse zu berücksichtigen und damit abwägungsrelevant bei der Aufstellung von Flächennutzungs- und Bebauungsplänen.

In den einzelnen Bundesländern wurden dazu die nicht unmittelbar rechtsverbindlichen Regelungen (DIN-Normen) als Bewertungsgrundlage eingeführt. Für den Schallschutz im Städtebau ist die **DIN 18005-1 mit dem zugehörigen Beiblatt 1** maßgeblich. In der DIN 18005-1:2002-07 werden unter Abschnitt 7 die wichtigsten Schallquellen und einschlägige Vorschriften beschrieben. Im Beiblatt 1 werden schalltechnische Orientierungswerte als Zielvorstellungen für die städtebauliche Planung angegeben. Die kartenmäßige Darstellung von Schallimmissionen wird in DIN 18005-2 und DIN 45682 behandelt.

Im Beiblatt 1 zu DIN 18005 wird explizit beschrieben, dass „die Beurteilungspegel der Geräusche verschiedener Arten von Schallquellen (Verkehr, Industrie und Gewerbe, Freizeitlärm) [...] wegen der unterschiedlichen Einstellung der Betroffenen zu verschiedenen Arten von Geräuschquellen jeweils für sich alleine mit den Orientierungswerten vergleichen [werden] und nicht addiert werden“ sollen (DIN 18005-1: 200-07 Beiblatt 1: S. 2).

Schallschutz im Hochbau

In den Landesbauordnungen sind zumeist Regelungen zum geforderten Schallschutz enthalten. So wird z.B. in § 15 Abs. 2 BauO NRW normiert, dass „Gebäude [...] entsprechend ihrer Lage und Nutzung einen entsprechenden Schallschutz haben [müssen]. Geräusche, die von ortsfesten Anlagen oder Einrichtungen in baulichen Anlagen oder auf Baugrundstücken ausgehen, sind so zu dämmen, dass Gefahren oder unzumutbare Belästigungen nicht entstehen.“

Der Schallschutz im Hochbau wird in verschiedenen Normen und Richtlinien behandelt. Hierbei ist die im Januar 2018 neu aufgelegte DIN 4109 maßgeblich, worin die Mindestanforderungen an die Schalldämmung von Außenbauteilen je nach vorherrschendem Außenlärmpegel festgelegt werden. Die Schalldämmung von Fenstern und deren Zusatzeinrichtungen wird in der VDI-Richtlinie VDI 2719 beschrieben. Ursprünglich war geplant, Anforderungen an erhöhten Schallschutz im Hochbau in die Neufassung der DIN 4109 mitaufzunehmen, dies wurde jedoch nicht verwirklicht. Diese Anforderungen sind stattdessen in der VDI-Richtlinie VDI 4100 zusammengefasst.

Der Anwendungsbereich der DIN 4109 betrifft neben dem Schutz gegen Geräusche aus fremden Räumen und Geräuschen von Anlagen aus demselben Gebäude den Schutz gegen Außenlärm, wobei dieser spezifiziert ist als Verkehrslärm und Gewerbe- und Industrielärm. Die Anforderungen der Norm gelten hingegen nicht für Räumlichkeiten, in welchen durch ihre Nutzung ein ständiger Geräuschpegel von $L_{AF} \geq 40 \text{ dB(A)}$ vorherrscht, zudem ist der Schutz vor Fluglärm, soweit dieser bereits durch das Gesetz zum Schutz gegen Fluglärm geregelt ist, ausgeschlossen sowie der Schutz gegen tieffrequenten Schall, welcher nach der DIN 45680 geregelt wird.

In all diesen Normen und Richtlinien ist jedoch ein Schallschutz über eine Schallquellenbetrachtung oder den Ausbreitungsweg nicht vorgesehen. Ebenso wird kein Anspruch auf Schallschutz von betroffenen Anwohnern gegenüber Dritten in diesen Normen und Richtlinien geregelt.

Der Einsatz von Schallschirmen im Freien zum Schutz der Wohnbebauung oder ruhebedürftiger Freizeiteinrichtungen gegen Verkehrs- und Gewerbelärm sowie gegen den Lärm von Freizeitanlagen wird in der VDI-Richtlinie VDI 2720 und in der DIN ISO 9613-2 thematisiert. Die Berechnung des Einfügungsdämpfungsmaßes einer Abschirmung wird hierbei bei mehreren Einzelschallquellen separat durchgeführt und die Ergebnisse energetisch gemittelt.

2.4 Lärmsanierungen im Straßenbau

Während die *Lärmvorsorge* den Lärmschutz beim Neubau und wesentlichen Änderungen von Straßen betrifft und im BImSchG bzw. der 16. BImSchV geregelt ist, ermöglicht die sogenannte „**Lärmsanierung**“ bei bestehenden Bundesfernstraßen in der Baulast des Bundes, die nicht neu gebaut oder wesentlich geändert werden, Lärmschutzmaßnahmen vorzusehen. Die Lärmsanierung wird bei Überschreitung der Auslösewerte „als freiwillige Leistung [...] durchgeführt“ (BMVI – Lärmvorsorge und Lärmsanierung an Bundesfernstraßen) mit Mitteln des Bundes. Als Lärmschutzmaßnahmen werden vorrangig aktive Lärmschutzmaßnahmen, wie etwa Lärmschutzwände, -wälle

oder lärmindernde Fahrbahnbeläge, umgesetzt, um die Emissionen an der Quelle bzw. auf dem Ausbreitungsweg, zu reduzieren. Die Berechnung der Lärmsituation erfolgt entsprechend der Richtlinie für den Lärmschutz an Straßen (RLS-90).

Gleiches gilt für den Schienenverkehr. Auch hier tritt für die *Lärmvorsorge* das BImSchG bzw. die 16. BImSchV mit den darin formulierten Immissionsgrenzwerten beim Neubau oder der wesentlichen baulichen Änderung eines Verkehrsweges ein. Unverändert fortbestehende Schienenwege hingegen unterliegen nicht der Verkehrslärmschutzverordnung, sondern werden anhand des Programms „Maßnahmen zur **Lärmsanierung** an bestehenden Schienenwegen der Eisenbahnen des Bundes“ behandelt. Hierfür wurde in Zusammenarbeit des Bundes mit der Deutschen Bahn ein Gesamtkonzept für die Lärmsanierung erarbeitet (BMVI – Lärmvorsorge und Lärmsanierung an Schienenwegen). Die Auslösewerte entsprechen nun denen der Lärmsanierung an Bundesfernstraßen.

3 Aktuelle Rechtslage zur Gesamtlärmbewertung

3.1 Ansätze zur Gesamtlärmbewertung in den bestehenden Regelwerken

EU-Umgebungslärmrichtlinie

Mit der Umgebungslärmrichtlinie 2002/49/EG legt die EU erstmals einen **immissionsorientierten Ansatz** zugrunde. Bis dahin verfolgte die EU auf dem Gebiet des Lärmschutzes einen ausschließlich produktbezogenen Ansatz (Broschüre vom Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (Hrsg.): Lärmschutz in Nordrhein-Westfalen – Lärmkartierung und Aktionsplanung nach der EU-Umgebungslärmrichtlinie. 2008, S.9), der den grenzüberschreitenden Warenverkehr durch Festlegung von Emissionshöchstwerten reguliert. In der Umgebungslärmrichtlinie werden jedoch keine Werte zur Beurteilung von Lärmimmissionen festgelegt. Die einzelnen EU-Mitgliedsstaaten werden anhand der Richtlinie dazu verpflichtet, den Umgebungslärm in strategische Lärmkarten einzutragen und Aktionspläne aufzustellen, die das Ziel verfolgen, den Umgebungslärm zu verringern. Hinsichtlich des Geltungsbereichs wird in der EU-Umgebungslärmrichtlinie in Artikel 2 (1) zunächst von „Umgebungslärm, dem Menschen [...] ausgesetzt sind“ gesprochen. In Artikel 3 a) wird der „Umgebungslärm“ dann definiert als „Geräusche im Freien, die durch Aktivitäten von Menschen verursacht werden, einschließlich Lärm von Verkehrsmitteln, Straßenverkehr, Eisenbahnverkehr, Flugverkehr sowie Geländen für industrielle Tätigkeiten“. In Artikel 7(1) zur Ausarbeitung strategischer Lärmkarten wird jedoch die Lärmquellenart deutlich eingeschränkt: hier wird nur noch Verkehrslärm („Hauptverkehrsstraßen, Haupteisenbahnstrecken und Großflughäfen“) erwähnt.

Es ergibt sich aus der Umgebungslärmrichtlinie (Richtlinie 2002/49/EG) kein Rechtsanspruch für verbindliche Maßnahmen, da insbesondere in Artikel 8, Absatz (1) der Behörde ein Ermessensspielraum eingeräumt wird, der auf von den Mitgliedstaaten festgelegten Kriterien basieren kann. Lediglich in Bezug auf die Informationsverteilung über die Lärmkartierung und Lärmaktionspläne enthält Artikel 9 verbindliche Regelungen. Für Maßnahmen zum Lärmschutz gilt hingegen das nationale Recht.

Entsprechend dem Rechtsgutachten im Abschlussbericht des Projekts „Modell zur Gesamtlärmbewertung“ im Auftrag des Umweltbundesamts (Liepert et al 2019) wird die Gesamtlärbetrachtung der EU-Umgebungsrichtlinie folgendermaßen eingeschätzt: „Aus der Definition der strategischen Lärmkarte in Art. 3 lit. r) der Umgebungslärmrichtlinie geht hervor, dass die Richtlinie eine **Gesamtbewertung des Umgebungslärms** i. S. ihres Art. 3 lit. a) verlangt. Die Richtlinie stellt aber kein Instrumentarium für die Durchführung einer solchen Gesamtlärbewertung zur Verfügung. Nach Art. 288 Abs. 3 AEUV ist die Richtlinie für jeden Mitgliedstaat, an den sie gerichtet wird, hinsichtlich des zu erreichenden Ziels verbindlich, überlässt jedoch den innerstaatlichen Stellen die Wahl der Form und der Mittel. Da die Umgebungslärmrichtlinie keine Maßgaben für die Durchführung einer Gesamtlärbewertung enthält, überlässt sie es den Mitgliedstaaten, Methoden dafür zu entwickeln. Daraus folgt, dass jegliche Methode der Gesamtlärbewertung, auch jene der VDI 3722-2, dem Unionsrecht in Gestalt der Umgebungslärmrichtlinie nicht widerspricht“ (Umweltbundesamt 2019a: S. 146).

BlmSchG (Bundes-Immissionsschutzgesetz)

Der Akzeptorbezug des BlmSchG wird bereits in § 1 Abs. 1 formuliert. So ist es der grundlegende Zweck dieses Gesetzes „Menschen, Tiere, [...] vor schädlichen Umwelteinwirkungen zu schützen“ bzw. „dem Entstehen schädlicher Umwelteinwirkungen vorzubeugen“. Auch der Dt. Bundestag beschreibt in seiner Drucksache 14/2300 [Deutscher Bundestag, 14. Wahlperiode, Drucksache 14/2300 vom 15.12.1999, Seite 33, Abschnitt 99 „[...] dass nur eine akzeptorbezogene Betrachtung, die die Auswirkungen aller Kategorien von Lärmquellen auf den Empfänger (Akzeptor) berücksichtigt, [entspricht] dem Schutzanspruch des Gesetzes entspricht“.

Problematisch ist jedoch die stark segmentierende Betrachtungsweise der unterschiedlichen Lärmschutzverordnungen des Bundes-Immissionsschutzgesetzes, welche im Folgenden beschrieben wird.

Sechzehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verkehrslärmschutzverordnung – 16. BlmSchV)

Die 16. BlmSchV ist ein Beispiel einer maximal sektoral angelegten Betrachtungsweise. Die Verordnung kommt lediglich für den Fall des Neubaus oder wesentlicher Änderung eines Verkehrswegs zum Tragen. Es werden hierbei keine anderen neuen oder bereits bestehenden Verkehrswege oder andersartige Geräuschvorbelastungen betrachtet.

Um bei der Planfeststellung die von einem Bauvorhaben berührten öffentlichen und privaten Belange einschließlich der Umweltverträglichkeit zu berücksichtigen, wurde vom Eisenbahnbundesamt ein Leitfaden (Eisenbahnbundesamt 2012) erstellt. Überlegungen zum Umgang mit weiteren Geräuschquellen finden sich hier ansatzweise in Kapitel 4.2.5 (Trassenbezogene Definition des Schienenweges, gemeinsamer Verkehrsweg) bzw. Kapitel 4.2.4 (*Ausdehnung des Lärmschutzbereichs*).

Die Richtlinie VLärmSchR 97 gilt für bauliche Maßnahmen an Bundesfernstraßen in der Baulast des Bundes zum Schutz vor Verkehrslärm. Sie betrifft den Lärmschutz durch Planung, die Lärmvorsorge, die Lärmsanierung sowie die Entschädigung wegen verbleibender Beeinträchtigungen. Hierin werden vergleichbar mit dem Umweltleitfaden des EBA zum Schienenverkehrslärm ansatzweise Überlegungen zu Gesamtlärbetrachtungen in den Abschnitten „X Ausdehnung des Lärmschutzbereichs“ bzw. „XI Kostentragung beim Zusammentreffen mehrere Verkehrswege“ beschrieben.

In diesem Zusammenhang formuliert das Bundesverwaltungsgericht in seinem Urteil vom 21.03.1996, Az. 4 C 9/95, dass „der für den Immissionsgrenzwert [...] maßgebende Beurteilungspegel [...] grundsätzlich nicht als Summenpegel unter Einbeziehung von Lärmvorbelastungen durch bereits vorhandene Verkehrswege zu ermitteln“ ist. Lediglich wird festgehalten, dass bei bestehender Vorbelastung durch den zusätzlichen Bau die Gesamtbelastung keine Gesundheitsgefährdung darstellen darf, wenngleich nachfolgend festgestellt wird, dass „bislang

nicht hinreichend gewiss [ist], bei welcher Schwelle die Grenze zur Gefährdung der menschlichen Gesundheit überschritten wird.“ (BVerwG 4 C 9/95 v. 21.03.1996).

Achtzehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Sportanlagenlärm-schutzverordnung - 18. BImSchV)

Die 18. BImSchV findet grundsätzlich Anwendung auf die Einrichtung, die Beschaffenheit und den Betrieb von Sportanlagen, § 1 Abs. 1 der 18. BImSchV. Zudem gilt die Verordnung auch für dazugehörige Einrichtungen in „einem engen räumlichen und betrieblichen Zusammenhang“ (§ 1 Abs. 3 der 18. BImSchV). Des Weiteren sind entsprechend (§ 2 Abs. 1) auch „Geräuschimmissionen anderer Sportanlagen“ einzurechnen und somit zu berücksichtigen. Problematisch in der 18. BImSchV sind jedoch die Betrachtungen zum Fremdgeräusch unter § 5 Abs. 1 anzusehen. Hier heißt es, dass „von [...] Anordnungen zur Durchführung [der] Verordnung abgesehen [wird], wenn die von der Sportanlage ausgehenden Geräusche durch ständig vorherrschende Fremdgeräusche [...] überlagert werden“ (18. BImSchV, § 5 Abs. 1). Dies bedeutet, dass eine bereits vorhandene Geräuschbelastung dazu führen kann, den Anwohnern eine zusätzliche Geräuschbelastung zumuten zu dürfen. Es ist keine Addition verschiedener Geräuschquellen vorgesehen.

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

Diese Verordnung hat ihren Anwendungsbereich in der Kartierung von Umgebungslärm. Explizit wird in § 4 Abs. 1 beschrieben, dass sich die Lärmkarten für Ballungsräume auf sämtliche darin gelegene Hauptlärmquellen und sonstige Lärmquellen - soweit diese erheblichen Umgebungslärm hervorrufen - erstrecken. Gleichzeitig wird jedoch gefordert, dass die Ausarbeitung der Lärmkarten „getrennt für jede Lärmart (Straßenlärm, Schienenlärm, Fluglärm, Industrie- und Gewerbelärm einschließlich Hafенlärm) auf der Grundlage der Lärmindizes L_{DEN} und L_{Night} zu erfolgen“ hat, § 4 Abs. 2 der 34. BImSchV.

TA Lärm

Die TA Lärm beinhaltet eine umfassendere Betrachtung der Lärmbelastung durch die Behandlung von Fremdgeräuschen und Vorbelastungen. Jedoch ist der Anwendungsbereich der TA Lärm mit genehmigungsbedürftigen und nicht genehmigungsbedürftigen Anlagen (Ausnahmen sind Sportanlage, Freizeitanlagen, nicht genehmigungsbedürftige landwirtschaftliche Anlagen, Schießplätze, Tagebaue, Baustellen, Seehafenumschlagsanlagen, soziale Anlagen) eingeschränkt formuliert.

Wesentlich hinsichtlich einer Gesamtlärbetrachtung sind in der TA Lärm folgende Abschnitte.

Entsprechend Nr. 3.2.1 Abs. 1 der TA Lärm ist zur Einhaltung der Schutzpflicht folgendes zu prüfen: „Der Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Geräusche (§ 5 Abs. 1 Nr. 1 BImSchG) ist [...] sichergestellt, wenn

die Gesamtbelastung am maßgeblichen Immissionsort die [vorgegebenen] Immissionsrichtwerte [...] nicht überschreitet.“ Die Gesamtbelastung bestimmt sich hierbei durch die energetische Addition von Vorbelastung (Geräusche von allen Anlagen, für die die TA Lärm gilt, ohne den Beitrag der zu beurteilenden Anlage) und Zusatzbelastung (Beitrag der zu beurteilenden Anlage). „Die Genehmigung für die zu beurteilende Anlage darf auch bei einer Überschreitung der Immissionsrichtwerte aufgrund der Vorbelastung aus Gründen des Lärmschutzes nicht versagt werden, wenn der von der Anlage verursachte Immissionsbeitrag im Hinblick auf den Gesetzeszweck als nicht relevant anzusehen ist. Das ist in der Regel der Fall, wenn die von der zu beurteilenden Anlage ausgehende Zusatzbelastung die Immissionsrichtwerte [...] um **mindestens 6 dB(A)** unterschreitet.“, Nr. 3.2.1 Abs. 2 TA Lärm. Des Weiteren soll [...] für die zu beurteilende Anlage die Genehmigung wegen einer Überschreitung der Immissionsrichtwerte [...] aufgrund der Vorbelastung auch dann nicht versagt werden, wenn dauerhaft sichergestellt ist, dass diese Überschreitung **nicht mehr als 1 dB(A)** beträgt.“, Nr. 3.2.1 Abs. 3 TA Lärm. Dies bedeutet in der Praxis, dass für den Fall einer Vielzahl von sequentiell genehmigten Anlagen entsprechend der TA Lärm jeweils die Genehmigung einzeln erteilt werden kann, wenn die durch die neue Anlage verursachte Zusatzbelastung die Immissionsrichtwerte um 6dB(A) unterschreitet. Gleichwohl wird durch die Vielzahl der Anlagen für den Anwohner eine Pegelerhöhung und somit eine erhöhte Gesamtlärmbelastung resultieren. Zusätzlich wird sogar je Anlage eine Überschreitung der Richtwerte um 1 dB(A) toleriert.

In Bezug auf die Prüfung vorherrschender Fremdgeräusche, ist in der TA Lärm folgendes zu finden: „Die Genehmigung darf wegen einer Überschreitung der Immissionsrichtwerte nicht versagt werden, wenn infolge ständig vorherrschender Fremdgeräusche keine zusätzlichen schädlichen Umwelteinwirkungen durch die zu beurteilende Anlage zu befürchten sind. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn [...] der Schalldruckpegel $L_{A(FH)}$ der Fremdgeräusche in mehr als **95 % der Betriebszeit** der Anlage [...] höher als der Mittelungspegel L_{Aeq} der Anlage ist.“, Nr. 3.2.1 Abs. 4 TA Lärm. In der Praxis bedeutet dies wiederum, dass ähnlich wie in der 18. BImSchV bei bereits vorherrschenden Fremdgeräuschen die Anlage zu genehmigen ist, selbst wenn diese die Richtwerte überschreiten würde. Auch hier wird somit den Anwohnern auf Grund bereits vorhandener Geräuschbelastungen eine zusätzliche Lärmbelastung zugemutet ohne eine Gesamtlärbetrachtung anzustellen.

Folgende Literaturstellen kritisieren folgerichtig ebenfalls den mangelnden Akzeptorbezug der TA Lärm.

„Die neue TA Lärm hat den Akzeptorbezug nur näherungsweise verwirklicht, indem eine Gesamtbewertung aller dem Bundes-Immissionsschutzgesetz unterliegenden Anlagen sowie des diesen unmittelbar zurechenbaren Verkehrslärm erfolgt. Geräusche aus anderen Quellen (Fremdgeräusche) dagegen werden ausgeblendet“ (Deutscher Bundestag 1999)

„Doch eine Reihe von Klauseln durchlöchern den Akzeptorbezug erheblich.“ (Deutscher Arbeitsring für Lärmbekämpfung).

Möglichkeiten einer Gesamtlärbetrachtung anhand der Sonderfallprüfung in der TA Lärm

Unter Nr. 3.2.2 der TA Lärm finden sich Beispiele, welche zu einer Prüfung im Sonderfall führen können. Wie in Erläuterungen zur TA Lärm (Beckert, Chotjewitz 2000: S. 53) aufgeführt, führen diese alle zu einer Besserstellung des Betreibers der zu beurteilenden Anlage. Es können jedoch auch Gründe für eine Prüfung im Sonderfall berücksichtigt werden, welche im Ergebnis zu Lasten des Anlagenbetreibers führen. Hier wird explizit beschrieben, dass es zu einer Sonderfallprüfung kommen kann: „bei Lärmeinwirkungen durch den Verkehr und durch vom Anwendungsbereich der TA Lärm ausgeschlossenen Anlagen“. Weiter heißt es „man wird annehmen müssen, dass auch diese Lärmquellen [...] in eine Sonderfallprüfung einbezogen werden können.“ (Beckert, Chotjewitz 2000, S.54). Jedoch darf es nicht dazu führen, „dass sich die Summation einseitig zu Lasten der gewerblichen Anlagenbetreiber auswirkt.“

Messung, Beurteilung und Verminderung von Geräuschmissionen bei Freizeitanlagen,

RdErl. D. Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen

Das Land NRW hat mit seinem Erlass „Messung, Beurteilung und Verminderung von Geräuschmissionen bei Freizeitanlagen“ die Handhabung zu Freizeitlärm formuliert. Der Erlass bezieht sich auf die TA Lärm und auf die Freizeitlärmrichtlinie des LAI. Der Anwendungsbereich entspricht im Wesentlichen dem der Freizeitlärmrichtlinie des LAI. Ausnahmen sind auch hier Kinderspielplätze, Sportanlagen und Gaststätten, wobei für Außengastronomiebetrieb der Erlass anzuwenden ist und in einem eigenen Kapitel (4) formuliert wird.

Grundlegend besteht in Bezug auf Gesamtlärbetrachtungen durch den Verweis auf die Umsetzung entsprechend TA Lärm dieselbe Problematik wie bei der TA Lärm. Auch hier wird dementsprechend zwischen Vorbelastung und Zusatzbelastung unterschieden bzw. vorherrschende Fremdgeräusche können als Argumentation für eine Genehmigung herangezogen werden. Somit kann auch im Rahmen des Erlasses des Landes NRW zu Geräuschmissionen bei Freizeitanlagen von keiner konsequenten Umsetzung eines Akzeptorbezugs gesprochen werden.

AVV Baulärm

Diese allgemeine Verwaltungsvorschrift gilt für den Betrieb von Baumaschinen auf Baustellen. Hierzu gelten explizit auch die auf der Baustelle betriebenen Kraffahrzeuge. Als Bauarbeiten gelten Arbeiten zur Errichtung, Änderung oder Unterhaltung von baulichen Anlagen sowie Abbrucharbeiten. Wesentlich in Bezug auf eine Gesamtlärbetrachtung ist hier der unter 4.1 formulierte Abschnitt zu Fremdgeräuschen: „Von Maßnahmen zur Lärminderung kann abgesehen werden, soweit durch den Betrieb von Baumaschinen infolge nicht nur gelegentlich einwirkender Fremdgeräusche keine zusätzlichen Gefahren, Nachteile oder Belästigungen eintreten“. Somit ist auch in dieser Verwaltungsvorschrift für den Fall bereits vorherrschender Fremdgeräusche eine zusätzliche Belästigung nicht mehr in Betracht zu ziehen bzw. eine Gesamtlärbetrachtung anzustellen.

Überblick

Im Folgenden sind die bisher beschriebenen aktuell gültigen Gesetze, Verordnungen, Richtlinien und Verwaltungsvorschriften tabellarisch aufgelistet, um so das Ausmaß der jeweils sektoralen (getrennten) Behandlung bzw. den umgesetzten Akzeptorbezug der einzelnen Texte zusammenzufassen.

Tabelle 1: Zusammenfassung zu Gesetzen, Verordnungen und Richtlinien

Recht	Grundlagen	Quellenbetrachtung	Segmentierung	Akzeptorbezug	Rechenverfahren
Europa-recht	EU-Umgebungs-lärmrichtlinie 2002/49/EG	Straßenverkehr, Schienenverkehr, Flugverkehr und Industrie	ansatzweise sektoral veranlagt	verlangt Gesamtlärbewertung, Instrumentarium, Umsetzung aber nicht definiert	CNOSSOS-EU
Deutsches Recht	Grundgesetz	Lärmbekämpfung (ohne Schutz vor verhaltensbezogenem Lärm)	minimale Segmentierung	Gesamtlärbetrachtung	-
	Bundes-Immissionsschutz-Gesetz	Schädliche Umwelteinwirkungen allgemein	Segmentierung nur in Bezug auf Fluglärm	Betrachtung aller Einwirkungen (bis auf Fluglärm) bzgl. Gesundheit <u>und</u> erheblicher Belästigung	-
	16. BImSchV	Neubaus von Verkehrswegen	extrem sektorale Betrachtung	extrem sektorale Betrachtung	RLS-90 und Schall 03 (Anlage 1 und 2)
	18. BImSchV	Bau und Betrieb von Sportanlagen	etwas weniger sektoral als 16. BImSchV	problematische Fremdgeräuschbetrachtung	VDI 2714 und VDI 2720
	34. BImSchV	Straßenverkehr, Schienenverkehr, Flugverkehr und Industrie	ansatzweise sektoral veranlagt	verlangt Gesamtlärbewertung, Instrumentarium, Umsetzung aber nicht definiert	BUB und BUF

Recht	Grundlagen	Quellenbetrachtung	Segmentierung	Akzeptorbezug	Rechenverfahren
	TA Lärm (6.AVV)	genehmigungsbedürftigen und nicht genehmigungsbedürftigen Anlagen	vergleichbar mit 18. BImSchV	problematische Fremdgeräuschbetrachtung, zusätzlich jedoch „Vorbelastungsregel“	DIN ISO 9613-2
	RdErl. Freizeitanlagen	Freizeitlärm	vergleichbar mit TA Lärm	problematische Fremdgeräuschbetrachtung, zusätzlich jedoch „Vorbelastungsregel“	-
	AVV Baulärm	Baumaschinen auf Baustellen	sehr sektoral	problematische Fremdgeräuschbetrachtung	Messverfahren
Landesrecht	Landes-Immissionsschutz-Gesetz NRW	Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Errichtung und Betrieb von Anlagen und verhaltensbezogenem Lärm und Verweis auf BImSchG	Durch Verweis auf BImSchG und dessen Verordnungen umfassend	durch Verweis auf BImSchG und dessen Verordnungen damit vergleichbar keine Gesamtlärbetrachtung	
Normen	DIN 18005	Verkehr, Industrie und Gewerbe, Freizeitlärm	ansatzweise sektoral		Verweis auf RLS-90, Schall 03 und FlugLärmG und TA Lärm
	DIN 4109	Verkehrslärm und Gewerbe- und Industrielärm	ansatzweise sektorale Betrachtungsweise		Verweis auf 16.BImSchV
	VDI 3722-2	Straßen-, Schienen- und Fluglärm	sektorale Betrachtung		-

3.2 Grünbuch der Europäischen Kommission

Im Grünbuch der Europäischen Kommission (Europäische Kommission, 1997, S.1) wird ausdrücklich gefordert die Gesamtlärbetrachtung zu intensivieren.

„Zu Unrecht ist in der Umweltpolitik der Gemeinschaft der **Lärmschutz** nur sporadisch und **nur für einige, wenn auch wichtige, Lärmquellen** behandelt worden; häufig ohne Rücksicht auf die Bedeutung dieser Quellen für den **Gesamtlärm**, dem die Betroffenen ausgesetzt sind. Der WSA hält es daher für richtig, auf europäischer Ebene ein neues, umfassendes Konzept für die Lärmbekämpfung zu entwickeln, in dem insbesondere die Mängel und Unvollständigkeiten der bisherigen Regelungen und Bewertungen beseitigt und der neuste Stand der Erkenntnisse und der technologischen Entwicklung berücksichtigt werden. Die hierzu erforderlichen Maßnahmen sollten unverzüglich vorbereitet werden. Der WSA erwartet, dass die Vorlage des Grünbuchs keine Verzögerung in diesem Programm bedeutet.“

3.3 Rechtsprechung

Auch in einer Unterrichtung des Bundestags durch die Bundesregierung über ein Sondergutachten des Rates von Sachverständigen für Umweltfragen wird explizit eine Gesamtlärbetrachtung gefordert (Deutscher Bundestag, 1999): „Zum Bundes-Immissionsschutzgesetz hat sich heute die Meinung durchgesetzt, dass nur eine akzeptorbezogene Betrachtung, die die Auswirkungen **aller Kategorien von Lärmquellen** auf den Empfänger (Akzeptor) berücksichtigt, dem Schutzanspruch des Gesetzes entspricht.“ (BT-Drs. 14/2300 vom 15.12.1999, S. 33, „Geräusche aus verschiedenen Quellen“).

Die folgenden Zitate zeigen den Umgang mit der Gesamtlärbetrachtung in der Rechtsprechung.

OVG Nordrhein-Westfalen , Beschluss vom 26.04.2018, Az. 7 B 1459/17.NE:

Vorgehen bei gesundheitsgefährdenden Lärmbelastungen durch Bebauungspläne; Überarbeitung bereits vorhandener gesundheitsgefährdender Wohnnutzung, Orientierungssatz:

1. Stellt sich im konkreten Planungsfall die Frage eines Überschreitens der Schwelle zur Gesundheitsgefährdung, sind also Lärmbelastungen von mehr als 70 dB (A) tags bzw. 60 dB (A) nachts zu erwarten, ist die nach den einschlägigen lärmtechnischen Regelwerken sonst maßgebliche Sicht, die unterschiedlichen Lärmarten - insbesondere Gewerbelärm und von öffentlichen Straßen ausgehenden Verkehrslärm - isoliert zu betrachten, nicht mehr zulässig. (Rn.14)
2. Ob im Einzelfall bei Lärmbelastungen von mehr als 70 dB (A) tags/ 60 dB (A) nachts die Überplanung bereits vorhandener Wohnnutzungen noch als vertretbar bewertet werden kann, hängt namentlich davon ab, ob für die Nutzungen zu den Lärmquellen hin ausreichender passiver Lärmschutz gesichert ist, die Wohnnutzungen im rückwärtigen Bereich des "Schallschattens" aber doch in gewissem Umfang Wohnen und/oder Schlafen bei gelegentlich geöffnetem Fenster noch zulassen. (Rn.25)

3. Der Plangeber muss daher regelmäßig ermitteln, ob die vorhandenen Wohnungen nach Schnitt, Lage und Lärmwerten eine solche Nutzung im Bereich des "Schallschattens" gestatten; ist Wohnen und Schlafen demgegenüber nur noch hinter geschlossenen Fenstern möglich, dürfte im Regelfall die absolute Schwelle der Zumutbarkeit erreicht sein (Rn.25).

VGH München, Urteil vom 04.08.2017, Az. 9 N 15.378, Rn. 91:

„Eine **Gesamtsummier**ung von **Gewerbelärm** und **Verkehrslärm** ist wegen unterschiedlicher Regelwerke nicht zulässig (vgl. BayVGH, U.v. 4.8.2015 - 15 N 12.2124 - [...] Rn. 35; VGH BW, U.v. 19.10.2011 - 3 S 942/10 - [...] Rn. 52; vgl. auch DIN 18005-1, Beiblatt 1 Nr. 1.2). Eine Gesamtlärbetrachtung ist aber geboten, wenn insgesamt (durch Verkehr und Gewerbe) eine Lärmbelastung zu erwarten ist, die mit **Gesundheitsgefahren** oder einem **Eingriff in die Substanz des Eigentums** verbunden ist (vgl. BVerwG, B.v. 25.6.2013 - 4 BN 21.13 - [...] Rn. 3; BayVGH, U.v. 4.8.2015 - 15 N 12.2124 - [...] Rn. 35). Hierbei gibt es zwar keine strikte Grenze im Sinne eines eindeutig grundrechtsrelevanten Grenzwerts; die verfassungsrechtlich nicht mehr akzeptable Geräuschbelastung in allgemeinen Wohngebieten ist aber ab etwa 70 dB(A) tags und 60 dB(A) nachts anzunehmen (vgl. BVerwG, U.v. 17.11.2016 - 3 C 5.15 - [...] Rn. 31; U.v. 10.10.2012 - 9 A 18.11 - [...] Rn. 20; BayVGH, U.v. 15.3.2017 - 2 N 15.619 - [...] Rn. 59 m.w.N.; B.v. 9.5.2017 - 9 CS 16.1241 - [...] Rn. 26)“.

BVerwG, Beschluss vom 25.06.2013, Az. BVerwG 4 BN 21.13:

„Das Bundesverwaltungsgericht akzeptiert es, wenn Regelwerke - wie etwa die 16. BImSchV - **keine summierende Gesamtbetrachtung aller Lärmquellen** vorsehen und hält eine Ermittlung der Lärmbeeinträchtigung nach Maßgabe eines Summenpegels allenfalls dann für geboten, wenn wegen der in Rede stehenden Planung insgesamt eine Lärmbelastung zu erwarten ist, die mit **Gesundheitsgefahren** oder einem **Eingriff in die Substanz des Eigentums** verbunden ist.“

VGH Mannheim, Urteil vom 08.10.2012, Az. 5 S 203/11:

„Zur - ausnahmsweise gebotenen - Gesamtlärbetrachtung in einem straßenrechtlichen Planfeststellungsverfahren.“

VGH Hessen, Urteil vom 21.08.2009, Az. 11 C 227/08.T, Rn. 887:

„Im Rahmen der **Gesamtverkehrslärbetrachtung** ist es nicht zu beanstanden, dass der Planfeststellungsbeschluss Ansprüche nur in den Fällen gewährt, in denen der Fluglärm einen beachtlichen Beitrag zu der **gesundheitsgefährdenden Gesamtbelastung** liefert. Denn es wäre mit dem Grundsatz der Verhältnismäßigkeit nicht zu vereinbaren, die Beigeladene zu Aufwendungsersatz und Entschädigungsleistungen oder gar zur Übernahme des Grundstücks zu verpflichten, wenn entweder das Grundstück schon allein durch den Straßen- und/oder

Schienenverkehrslärm in diesem Maße betroffen wäre (ohne dass der Eigentümer Abwehrmaßnahmen ergriffen hätte) oder der Fluglärm in Relation zu dem Gesamtlärm einen irrelevanten Beitrag leisten würde.“

OVG Lüneburg, Beschluss vom 16.03.2009, Az. 1 ME 14/09, Rn. 32:

„Hinzu kommt, dass das Urteil des Bundesverwaltungsgerichts vom 16. März 2006 (a.a.O., Rdnr. 390) seine einschlägige Rechtsprechung etwas verkürzt zusammenfasst, wenn es in Bezug auf die Summierung verschiedener Lärmquellen und den "kritischen Bereich der Gesundheitsgefährdung" formuliert: "Ist diese Schwelle überschritten ...". Das in Bezug genommene Urteil des Bundesverwaltungsgerichts vom 21. März 1996 (- 4 C 9.95 -, BVerwGE 101, 1 [BVerwG 21.03.1996 - 4 C 9/95] = NVwZ 1996, 1003) betrifft nämlich den Fall, dass erst die **zusätzliche Lärmbelastung in Verbindung mit der Vorbelastung den Gesamtlärm** über die Schwelle der Gesundheitsgefährdung hebt. Das gleiche gilt für die Urteile vom 20. Mai 1998 (- 11 C 3.97 -, NVwZ 1999, 67) und vom 23. Februar 2005 (- 4 A 5.04 -, BVerwGE 123, 23 = NVwZ 2005, 808). Demgegenüber hat das Bundesverwaltungsgericht erst jüngst bekräftigt, dass Schutzvorkehrungen gegen gesundheitsgefährdende Verkehrsimmissionen nur zu treffen sind, wenn eine Kausalität zwischen dem Bau bzw. der Änderung des Verkehrsweges und der gesundheitsgefährdenden Verkehrsbelastung bestehen (Beschl. v. 15.1.2008 - 9 B 7.07 -, NVwZ 2008, 675), und dass die Planfeststellungsbehörde die Lärmproblematik im Rahmen der Abwägung **auch bei Vorbelastungen** oberhalb der grundrechtlichen Zumutbarkeitsschwelle nur aufgreifen muss, wenn die **Lärmbelastung durch das Planvorhaben ansteigt** (Urt. v. 9.7.2008 - 9 A 5.07 -, NVwZ 2009, 50).“

BVerwG, Urteil vom 21.03.1996, Az. 4 C 9/95:

„1. Der für den Immissionsgrenzwert nach § 2 der 16. BImSchV maßgebende Beurteilungspegel ist grundsätzlich **nicht als "Summenpegel" unter Einbeziehung von Lärmvorbelastungen** durch bereits vorhandene Verkehrswege zu ermitteln.

2. In bereits vorhandener Verkehrslärm (Vorbelastung) und die durch den Bau oder durch die wesentliche Änderung einer öffentlichen Straße entstehende zusätzliche Lärmbeeinträchtigung dürfen zu keiner Gesamtbelastung führen, die eine **Gesundheitsgefährdung** darstellt.“

OLG Celle, Urteil vom 04.12.2000, Az. 4 U 113/00, Rn. 8:

„Ohne - hier unstreitig nicht vorliegende Teilenteignung - setzt der entschädigungsrechtliche Ausgleichsanspruch, der für den Kläger geltend gemacht wird, voraus, dass die zugelassene Nutzung des emittierenden Straßengrundstücks die vorgegebene Grundstückssituation nachhaltig verändert und dadurch das benachbarte Wohneigentum (Miethaus des Klägers) schwer und unerträglich trifft. Erst dann besteht **eine Entschädigungspflicht**, wenn die Lärmentwicklung auch die **enteignungsrechtliche Zumutbarkeitsschwelle** überschreitet. Hierbei kann

die enteignungsrechtliche Zumutbarkeitsschwelle mit der fachplanerischen Erheblichkeitsschwelle nicht gleichgesetzt werden. Sie muss vielmehr ganz **deutlich über dieser** liegen (BGH a. a. O. Seite 1251). [...]Die Annahme der Kammer, die Werte müssten, um ausgleichspflichtige Ansprüche des Klägers auszulösen, erheblich überschritten sein, trifft deshalb zu.“

VGH München, 15.03.2017, Az. 2 N 15.619, Rn. 59:

„Eine Berechnung von Lärmbeeinträchtigungen nach Maßgabe eines **Summenpegels unter Einbeziehung von Verkehrslärmvorbelastungen** kann ausnahmsweise dann geboten sein, wenn es um eine Gesamtlärmbetrachtung geht, die die verfassungsrechtliche **Schwelle zur Gesundheitsgefährdung** oder zu **Eingriffen in die Substanz des Eigentums** überschreitet, und sei es auch nur durch Erhöhung einer bereits vorhandenen (bereits insofern kritischen) Gesamtvorbelastung (vgl. BVerwG, U.v. 10.11.2004 - 9 A 67.03 - NVwZ 2005, 591; BayVGH, B.v. 18.8.2016 - 15 B 14.1623 - juris)“

„Denn es entspräche nicht der Grundsatzentscheidung des Gesetzgebers, schädliche Umwelteinwirkungen zu vermeiden, die Nachtruhe von Personen, die sich bereits einer hohen Belastung durch nicht der TA Lärm oder DIN 18005 unterfallende Geräusche ausgesetzt sehen, durch die Zulassung eines Vorhabens, das den **Lärmsummenpegel insgesamt erhöht**, weiter einzuschränken (vgl. BayVGH, U.v. 25.11.2015 - 22 BV 13.1686 - GewArch 2015, 204; VGH BW, U.v. 27.6.2002 - 14 S 2736/01 - GewArch 2003, 204; unter dem Gesichtspunkt des bauplanungsrechtlichen Rücksichtnahmegebots vgl. OVG Berlin, B.v. 17.3.1999 - 2 S 6.98 - BauR 1999, 1004).“

3.4 Rechtsgutachten Forschungsvorhaben „Modell einer Gesamtlärmbewertung“

Im Folgenden wird zum Thema aus dem Rechtsgutachten von D. Schröder des Forschungsvorhabens „Modell einer Gesamtlärmbewertung“ vom Umweltbundesamt zitiert.

„Das Bundesverwaltungsgericht hat in dem zitierten Urteil vom 21.03.1996 seine Aussagen zur Notwendigkeit einer Gesamtlärmbewertung darauf beschränkt, dass ein neuer oder zu ändernder Verkehrsweg gemeinsam mit vorhandenen Vorbelastungen anderer Verkehrswege zu Gesundheitsgefahren oder zu einem Eingriff in die Substanz des Eigentums führt. Der Fall, über den das Gericht zu entscheiden hatte, betraf ein Straßenbauvorhaben und damit den Anwendungsbereich der 16. BImSchV, der allein Straßen und Schienenwege erfasst (§ 1 Abs. 1 16.BImSchV). Das Gericht hatte daher in seiner Entscheidung vom 21.03.1996 keinen Anlass, den Lärm aus weiteren Quellen in seine Erwägungen einzubeziehen.

In der Literatur wurde zu Recht darauf hingewiesen, dass der Staat Gesundheitsgefahren (Art. 2 Abs. 2 S. 1 GG) oder Eingriffe in die Substanz des Eigentums (Art. 14 Abs. 1 S. 1 GG) durch Lärm insgesamt nicht zulassen darf und deshalb in die aus verfassungsrechtlichen Gründen gebotene Gesamtlärmbewertung nicht nur der Lärm aus

Straßen und Schienenwegen, sondern auch der Lärm sonstiger Geräuschquellen (Luftverkehr, gewerbliche Anlagen, Sportanlagen, Freizeitanlagen) einzubeziehen ist.

Der Bayerische Verwaltungsgerichtshof scheint der Literatur zu folgen. In seinem Urteil vom 04.08.2017 stellt der BayVGh fest, dass eine Gesamtlärbetrachtung geboten ist, „wenn insgesamt (durch Verkehr und Gewerbe) eine Lärmbelastung zu erwarten ist, die mit Gesundheitsgefahren oder einem Eingriff in die Substanz des Eigentums verbunden ist.“ In seinem Beschluss vom 28.08.2017 bezieht der BayVGh auch die Sport- und Freizeitanlagen ein: „Entgegen dem Zulassungsvorbringen war eine Gesamtlärbetrachtung unter Einbeziehung der vorhandenen Sport- und Freizeitanlagen nicht geboten. Dies kann nach Maßgabe eines Summenpegels ausnahmsweise nur dann der Fall sein, wenn es um eine Gesamtlärbetrachtung geht, die die verfassungsrechtliche Schwelle zur Gesundheitsgefahr oder zu Eingriffen in die Substanz des Eigentums überschreitet, und sei es auch nur durch Erhöhung einer „bereits insofern kritischen“ Gesamtvorbelastung (vgl. BayVGh U. v. 15.03.2017 – 2 N 15.619 – juris Rn. 59 m. w. N.).“

Eine solche Verallgemeinerung seiner Grundsätze zur Gesamtlärbewertung zur Meidung verfassungsrechtlich unzumutbarer Zustände scheint auch das Bundesverwaltungsgericht nicht mehr auszuschließen, das in seinem Beschluss vom 25.06.2013 erklärt:

„Das Bundesverwaltungsgericht akzeptiert es, wenn Regelwerke – wie die hier einschlägige 16. BImSchV – keine summierende Gesamtbetrachtung aller Lärmquellen vorsehen (Urteil vom 21. März 1996 – BVerwG 4 C 9.95 – BVerwGE 101, 1 <7>), und hält eine Ermittlung der Lärmbeeinträchtigung nach Maßgabe eines Summenpegels allenfalls dann für geboten („könnte“ geboten sein), wenn wegen der in Rede stehenden Planung insgesamt eine Lärmbelastung zu erwarten ist, die mit Gesundheitsgefahren oder einem Eingriff in die Substanz des Eigentums verbunden ist (...).“ (Umweltbundesamt 2019a, S.128)

3.5 Wirkungsgerechte Gesamtlärbewertung

Im Rahmen des Rechtsgutachtens im Projekt „Modell zur Gesamtlärbewertung“ im Auftrag des Umweltbundesamts wurde ausführlich die Möglichkeit einer Umgestaltung bzw. Anpassung der Richtlinie VDI 3722-2 für eine Gesamtlärbewertung beleuchtet.

„Mit der Richtlinie VDI 3722-2 (Mai 2013) machte der Verein Deutscher Ingenieure unter dem Titel „Wirkung von Verkehrsgeräuschen – Kenngrößen beim Einwirken mehrerer Quellenarten“ einen begründeten Vorschlag für die Bildung eines Kennwertes, der die kombinierte Beaufschlagung eines Immissionsortes durch Lärm mehrerer Quellenarten beschreibt. Zu beachten ist, dass die Richtlinie VDI 3722-2 (Mai 2013) klare sachliche Grenzen hat. Sie behandelt allein den Straßen-, Schienen- und Fluglärm. Der Anlagenlärm (Lärm aus gewerblichen Anlagen, Sportanlagen, Freizeitanlagen) ist nicht erfasst. Bei der Bildung des die drei genannten Verkehrslärmarten vereinheitlichenden Kennwertes, den die Richtlinie als „effektbezogenen Substitutionspegel“ definiert (Nr. 3.13 der VDI-Richtlinie 3722-2), werden für den Tag Dosis-Wirkungsbeziehungen für die Belästigung und für die Nacht

Dosis-Wirkungsbeziehungen für selbstberichtete Schlafstörungen herangezogen. Wirkungen des erfassten Verkehrslärms auf Leben und Gesundheit von Menschen werden von der aktuellen VDI 3722-2 nicht berücksichtigt.“ (Umweltbundesamt 2019a, S.125).

4 Stand der Wissenschaft und Technik zur Gesamtlärbewertung - Literaturstudie

4.1 Mehrfachbelastungen und -beeinträchtigungen in Deutschland

Aktuellen Zahlen des Umweltbundesamtes (UBA) zufolge (UBA, 2018) sind fast 15 Millionen Menschen in Deutschland hoch durch Verkehrslärm belastet. Bezogen auf den Straßenverkehr sind fast neun Millionen Menschen mit Straßenverkehrsgeräuschpegeln höher als 55 dB belastet, rund 2,5 Millionen Menschen sind als schädlich eingestuften Ganztagespegeln von über 65 dB ausgesetzt bzw. über 55 dB in der Nacht. Für Schienen- und Fluglärm fallen diese Zahlen niedriger aus. Dennoch sind über sechs Millionen Menschen über den gesamten Tag bzw. über fünf Millionen Menschen in der Nacht von Schienenverkehrsgeräuschpegeln über 55 dB am Tag bzw. 50 dB in der Nacht betroffen. So sind ebenso fast eine Millionen Menschen von Flugverkehrsgeräuschpegeln über 55 dB am Tag bzw. 50 dB in der Nacht betroffen.

Mit der europäischen Umgebungslärmrichtlinie 2002/49/EG wurde die einheitliche Ermittlung der Belastung durch Umgebungslärm in Form von Lärmkartierungen eingeführt, darunter für Verkehrslärm von Schienen-, Straßen und Flugverkehrs sowie Lärm von großen Industrieanlagen und Häfen. Die Belastungsermittlung erfolgt nach Einzelquellarten; im Rahmen der Umgebungslärmkartierung nach der Umgebungslärmrichtlinie findet keine Gesamtlärbewertung statt.

Die verschiedenen Lärmarten treten häufig auch in Kombination auf. Über die Mehrfachbelastung in Deutschland ist jedoch wenig bekannt. Es liegen keine verlässlichen bundesweiten Zahlen zur Mehrfach-Lärmexposition, der Menschen ausgesetzt sind, vor.

Anders sieht es auf Seiten der erlebten Beeinträchtigung durch Lärm in der Bevölkerung aus: Nach einer bundesweiten Umfrage des Umweltbundesamtes von 2014 fühlen sich

- 68% der bundesdeutschen Bevölkerung durch mindestens eine Quellart des Umgebungslärms;
- 44% durch zwei oder mehr Quellarten;
- 22% durch drei oder mehr Quellarten des Umgebungslärms gestört oder belästigt (Wothge 2016).

Die hier dargestellte Größenordnung der berichteten Beeinträchtigung durch verschiedene Quellarten des Umgebungslärms zeigt die Bedeutung einer Gesamtlärbewertung wie sie sich auch aus dem BImSchG ableiten lässt (vgl. Abschnitt 2.1 und 3.1).

4.2 Methodisches Vorgehen zur Aufbereitung des Forschungsstands zur wirkungsgerechten Gesamtlärbewertung

Um den aktuellen Stand der Wissenschaft zur Gesamtlärbewertung aufgreifen zu können, wurde eine Recherche der wissenschaftlichen Fachliteratur zu den Wirkungen von Umgebungslärm vorgenommen. Dabei bildeten zunächst die wissenschaftlichen Grundlagen, die der wirkungsgerechten Gesamtlärbewertung nach der

VDI 3722-2 sowie den Gesundheitsbewertungen entsprechend der Anlage III der Umgebungslärmrichtlinie 2002/49/EG zugrunde liegen, die Ausgangslage. Im Wesentlichen handelt es sich dabei um die umfassenden Re-Analysen von Miedema und Kollegen zur Belästigung und zu berichteten Schlafstörungen durch Verkehrslärm (Miedema & Vos 1998; Miedema & Oudshoorn 2001; Miedema & Vos 2007), die ihren Niederschlag u. a. in entsprechenden EU-Positionspapieren (EC/WG2, 2002; EC/WG1, 2004) und einem Leitfaden der Europäischen Umweltagentur (*European Environment Agency*, EEA, 2010) zur Gesundheitswirkung von Lärm gefunden haben. Der EEA-Bericht wiederum wird in der aktuellen VDI 3722-2 als Quelle bzw. Referenz der in der VDI-Richtlinie angewandten Expositions-Wirkungsfunktionen zitiert. In die Re-Analysen von Miedema und Kollegen fließen Originaldaten von Lärmwirkungsstudien aus dem Zeitraum von drei Jahrzehnten (1960er bis Ende 1990er Jahre) ein.

Im Rahmen der Literaturrecherche zu diesem Gutachten wurden zunächst einschlägige systematische Reviews herangezogen, die den Forschungsstand zur Gesundheitswirkung von Umgebungslärm (einschließlich Belästigung und Schlafstörungen) in der Zeitperiode nach den von Miedema und Kollegen verwendeten Studien, also seit dem Jahr 2000 betrachten. Die aktuellsten Reviews stellen dabei die Evidenzreviews dar, die im Rahmen der von der Weltgesundheitsorganisation (World Health Organization, WHO) veröffentlichten Leitlinien für Umgebungslärm für die Europäische Region (World Health Organization 2018) erarbeitet wurden. Die Reviews (sog. WHO-Reviews) sind in einer Spezialausgabe der Zeitschrift *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2017/2018 erschienen. In den Reviews werden Publikationen von Lärmwirkungsstudien, die im Zeitraum von 2000 bis 2014/15 veröffentlicht wurden, berücksichtigt.

Schließlich wurde in einschlägigen Fachdatenbanken nach weiterer relevanter Lärmwirkungsliteratur, publiziert nach 2014, recherchiert, umso auch Erkenntnisse berücksichtigen zu können, die in den WHO-Reviews noch nicht enthalten sind. Die Literatursuche wurde dabei in den Fachdatenbanken PubMed, EBSCO (deckt Suche in PsycINFO, Psycarticles und Psycdex plus ab) und BASE (Bielefeld Academic Search Engine) durchgeführt. Die dabei berücksichtigten Lärmquellarten sind Luft-, Schienen- und Straßenverkehr, Industrie/Gewerbe und Windenergieanlagen. Freizeit- und Nachbarschaftslärm wurde nicht berücksichtigt, da es sich hierbei um nicht kartierte Lärmarten handelt und keine generalisierten Expositions-Wirkungsfunktionen hierzu vorliegen. Bezüglich der betrachteten Wirkungen wurden drei von fünf Wirkungsbereichen ausgewählt, die in den WHO Environmental Noise Guidelines (WHO, 2018) auf Basis des Schweregrads, der Assoziationsstärke mit Umgebungslärm und der Verbreitung (Prävalenz) als "entscheidende gesundheitliche Auswirkungen" (*critical health outcomes*) eingestuft wurden. Diese sind: Lärmbelästigung, Schlafstörungen, Herz-Kreislaufkrankungen. Hörschäden/Tinnitus als vierte kritische Umgebungslärmwirkung wurde nicht hinzugenommen, da sie in den Guidelines und dem zugrundeliegenden Review (Clark & Paunovic 2018a) vor allem den Freizeitlärm betreffen, z. B. beim Hören von (zu lauter) Musik über Kopfhörer. Für die weitere kritische Lärmwirkung, kognitive Beeinträchtigung (insbesondere von Kindern) werden von der WHO nur Leitlinien-Werte für Fluglärm empfohlen, da für übrige Quellarten die Evidenz als nicht ausreichend beurteilt wird (vgl. auch entsprechendes WHO-Evidenz-Review von Clark & Paunovic, 2018a). Daher ist diese Größe für eine Gesamtlärbewertung nicht geeignet.

Zu den weiteren wichtigen gesundheitlichen Lärmwirkungen (*important health outcomes*) zählt die WHO (2018) in ihren WHO Environmental Noise Guidelines Geburts- und Schwangerschaftsprobleme sowie Lebensqualität, Wohlbefinden, psychische Gesundheit und metabolische (Stoffwechsel-) Erkrankungen - hauptsächlich, da zu diesen Gesundheitsbereichen die Evidenz eines Lärmeffekts inkonsistent ist bzw. die vorliegende Studienqualität zu einer Beurteilung nicht ausreicht (Clark & Paunovic 2018a; Nieuwenhuijsen et al. 2017; van Kempen et al. 2017; van Kempen et al. 2018). Ergebnisse neuer, nach 2014 veröffentlichter Studien, die die Qualitätskriterien der WHO-Reviews erfüllt hätten und bei Publikation bis 2014 berücksichtigt worden wären, verweisen allerdings auf eine deutliche Assoziation zwischen Verkehrslärm und dem Risiko von Depressionserkrankung (Seidler et al. 2017). Deshalb wurde entschieden, psychische Erkrankungen (*mental health*) insbesondere Depression als weiteren Wirkungsbereich in die Literatursuche mit aufzunehmen. Insgesamt werden also folgende Lärmwirkungen im Hinblick auf die Gesamtlärbewertung betrachtet:

- Lärmbelästigung
- Schlafstörung
- Herz-Kreislaufkrankungen
- Psychische Erkrankungen, insb. Depression

Als Stichworte wurden für die Suche die betrachteten Lärmquellarten kombiniert mit der jeweils interessierenden Wirkung eingegeben. Aus der gefundenen Literatur wurden Duplikate entfernt, eine erste Eignungsprüfung anhand der Sichtung von Titel und Abstract vorgenommen und eine weitere Auswahl nach Durchsicht des Volltextes vorgenommen. Die Auswahl der im Weiteren berücksichtigten Literatur erfolgte nach folgenden Kriterien:

- Relevanz für die Fragestellung von Wirkungsunterschieden verschiedener Quellen im Rahmen einer Gesamtlärbetrachtung
- Relevanz für Modelle zur Gesamtlärmwirkung
- Relevanz für Gesundheitsrisiken durch Umgebungslärm

Ausgeschlossen wurden Laborstudien sowie Studien, die keine Angaben zur Exposition enthalten bzw. keine Expositions-Wirkungsanalysen enthalten. Weiterhin wurden Studien ausgeschlossen, die sich nicht auf Umgebungslärm, sondern z.B. auf Lärm am Arbeitsplatz beziehen. Die quantitativen Ergebnisse der Literatursuche in den Fachdatenbanken fasst Tabelle 2 zusammen.

Tabelle 2: Ergebnisse der Literaturrecherche seit 2014/15 in Fachdatenbanken zur Gesamtlärmwirkung durch Umgebungslärm

Quelle	Suchbegriffe	Treffer n =	Auswahl aufgrund Titel/Abstract
PubMed	aircraft noise AND noise annoyance	42	14
	railway noise AND noise annoyance	36	7
	road noise AND noise annoyance	100	24
	industry noise AND noise annoyance	18	0
	wind turbine AND noise annoyance	38	9
	aircraft noise AND sleep disturbance	18	9
	railway noise AND sleep disturbance	12	5
	road noise AND sleep disturbance	40	7
	industry noise AND sleep disturbance	7	0
	wind noise AND sleep disturbance	15	3
	aircraft noise AND cardiovascular disease	36	17
	railway noise AND cardiovascular disease	15	8
	road noise AND cardiovascular disease	100	33
	industry noise AND cardiovascular disease	23	0
	wind noise AND cardiovascular disease	5	3
	aircraft noise AND mental health	8	1
	railway noise AND mental health	5	1
	road noise AND mental health	37	4
	industry noise AND mental health	4	0
	wind noise AND mental health	10	1
	combined AND noise AND noise annoyance	23	5*
	combined AND noise AND sleep disturbance	5	0
	combined AND noise AND cardiovascular disease	72	1
combined AND noise AND mental health	14	0	
combined AND noise AND depression	9	2	
	<i>Summe PubMed</i>	569	95
EBSCO (searches Psyn- dex, PsycINFO, ..)	aircraft noise AND noise annoyance	5	4
	railway noise AND noise annoyance	2	1
	road noise AND annoyance	3	1
	industry noise AND annoyance	1	0
	wind turbine AND noise annoyance	2	0
	aircraft noise AND sleep disturbance	2	1
	railway noise AND sleep disturbance	1	1
	road noise AND sleep disturbance	8	4
	industry noise AND sleep disturbance	0	0
	wind noise AND sleep disturbance	1	0
	aircraft noise AND cardiovascular disease	1	0
	railway noise AND cardiovascular disease	0	0

Quelle	Suchbegriffe	Treffer n =	Auswahl aufgrund Titel/Abstract
	road noise AND cardiovascular disease	1	0
	industry noise AND cardiovascular disease	0	0
	wind noise AND cardiovascular disease	0	0
	aircraft noise AND mental health	1	0
	railway noise AND mental health	2	0
	road noise AND mental health	1	0
	industry noise AND mental health	1	1
	wind noise AND mental health	0	0
	combined AND noise AND noise annoyance	3	0
	combined AND noise AND sleep disturbance	1	0
	combined AND noise AND cardiovascular disease	0	0
	combined AND noise AND mental health	9	0
	combined AND noise AND depression	5	1
	<i>Summe EBSCO</i>	25	12
<hr/>			
Gesamt		594	107

Aus der ersten ausgewählten Liste an Literatur auf Basis von Titel und Abstract wurden nach Volltextsichtung im Weiteren die neueren Studien nach 2014 ausgewählt, die sich mit der Wirkung von Lärm mehrerer Lärmquellen beschäftigen. Dabei handelt es sich um 12 Studien, die in Tabelle 3 aufgelistet sind.

Tabelle 3: Neuere Lärmwirkungsstudien nach 2014 zur Lärmwirkung mehrerer Quellarten

Nr.	Wirkungsbereich	Referenz	Lärmquellen
1	Lärmbelästigung	Bodin, T., Bjork, J., Ardo, J. & Albin, M. (2015). Annoyance, sleep and concentration problems due to combined traffic noise and the benefit of quiet side. <i>International journal of environmental research and public health</i> , 12, 1612-1628.	Straße + Schiene
2		Gille, L.-A., Marquis-Favre, C. & Morel, J. (2016). Testing of the European Union exposure-response relationships and annoyance equivalents model for annoyance due to transportation noises: The need of revised exposure-response relationships and annoyance equivalents model. <i>Environment international</i> , 94, 83-94.	Straße + Schiene + Flug
3		Gille, L.-A., Marquis-Favre, C. & Lam, K.-C. (2017). Partial and Total Annoyance Due to Road Traffic Noise Combined with Aircraft or Railway Noise: Structural Equation Analysis. <i>International journal of environmental research and public health</i> , 14.	Straße + Flug Straße + Schiene
4		Lercher, P., Coensel, B. de, Dekonink, L. & Boteldooren, D. (2017). Community Response to Multiple Sound Sources: Integrating Acoustic and Contextual Approaches in the Analysis. <i>International journal of environmental research and public health</i> , 14.	Hauptstraße, Autobahn, Schiene, Hauptstraße + Autobahn + Schiene Hauptstraße + Autobahn Hauptstraße + Schiene Autobahn + Schiene
5		Wothge, J., Belke, C., Möhler, U., Guski, R., & Schreckenberg, D. (2017). The Combined Effects of Aircraft and Road Traffic Noise and Aircraft and Railway Noise on Noise Annoyance—An Analysis in the Context of the Joint Research Initiative NORAH. <i>International Journal of Environmental Research and Public Health</i> , 14.	Flug, Straße, Schiene Flug + Straße Flug + Schiene
6		Ragettli, M. S., Goudreau, S., Plante, C., Peron, S., Fournier, M., & Smargiassi, A. (2015). Annoyance from Road Traffic, Trains, Airplanes and from Total Environmental Noise Levels. <i>International Journal of Environmental Research and Public Health</i> , 13.	Straße, Schiene, Flug Umgebungsärm gesamt
7		Sung, J. H., Lee, J., Park, S. J., & Sim, C. S. (2016). Relationship of Transportation Noise and Annoyance for Two Metropolitan Cities in Korea: Population Based Study. <i>PloS One</i> , 11, e0169035.	Straße Straße + Flug

Nr.	Wirkungsbereich	Referenz	Lärmquellen
8	Schlaf	Perron, S., Plante, C., Ragettli, M. S., Kaiser, D. J., Goudreau, S. & Smargiassi, A. (2016). Sleep Disturbance from Road Traffic, Railways, Airplanes and from Total Environmental Noise Levels in Montreal. <i>International journal of environmental research and public health</i> , 13.	Straße, Flug, Schiene Verkehrslärm gesamt Umgebungsärm gesamt
9	Herz-Kreislauf	Foraster, M., Eze, I. C., Schaffner, E., Vienneau, D., Heritier, H., Endes, S. et al. (2017). Exposure to Road, Railway, and Aircraft Noise and Arterial Stiffness in the SAPALDIA Study: Annual Average Noise Levels and Temporal Noise Characteristics. <i>Environmental health perspectives</i> , 125, 97004.	Flug, Schiene, Straße (L_{den}) Intermittency ratio IR gesamt (nachts) Anzahl Verkehrsgeräusche gesamt (nachts)
10		Heritier, H., Vienneau, D., Foraster, M., Eze, I. C., Schaffner, E., Thiesse, L. et al. (2018). Diurnal variability of transportation noise exposure and cardiovascular mortality: A nationwide cohort study from Switzerland. <i>International journal of hygiene and environmental health</i> , 221, 556–563.	Flug+Schiene+Straße
11		Meline, J., van Hulst, A., Thomas, F. & Chaix, B. (2015). Road, rail, and air transportation noise in residential and workplace neighborhoods and blood pressure (RECORD Study). <i>Noise & health</i> , 17, 308–319.	Straße, Schiene Straße + Schiene + Flug an Wohnadresse und Adresse Arbeitsplatz
12	Depression	Seidler, A., Hegewald, J., Seidler, A. L., Schubert, M., Wagner, M., Droge, P., . . . Zeeb, H. (2017). Association between aircraft, road and railway traffic noise and depression in a large case-control study based on secondary data. <i>Environmental Research</i> , 152, 263–271.	Flug, Schiene, Straße Flug + Schiene + Straße

In den Tabellen sind die Literaturstellen erfasst, die zusätzlich zum Bericht der WHO (2018) zu den Environmental Noise Guidelines und der zugrundeliegenden WHO-Reviews gefunden wurden.

Die stichwortgestützte Literatursuche über die Fachdatenbanken wurde zudem ergänzt durch eine sogenannte Handsuche aus dem eigenen Literaturbestand. Dieser erbrachte weitere Ergebnisse von Literaturstellen, bei denen es sich nicht allein um empirische Originalpublikationen in peer-review-Zeitschriften oder Tagungsbänden handelt, sondern "graue Literatur", d.h. um thematisch relevante Gutachten- und Studienberichte. Über die Handsuche aufgenommen wurden folgende Literaturstellen:

- Ein Bericht des niederländischen Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM; Van Kamp et al. 2018) zur Methodik der Bewertung von Gesundheitswirkungen des Umgebungsärms;

- Endberichtsbande der NORAH-Studie zur Verkehrslärmwirkung (<https://www.norah-studie.de//de/publikationen.html>), insbesondere Band 6 zur Fallkontrollstudie über Erkrankungsrisiken (Seidler et al. 2015);
- EU-Positionspapiere zur Belästigung und Schlafstörungen durch Verkehrslärm (EC/WG2, 2002; EC/WG1 2004) sowie ein Bericht der Europäischen Umweltagentur (EEA) zur Bewertung der Gesundheitswirkungen von Umgebungslärm (EEA, 2010);
- der Abschlussbericht des DEUFRAKO-Projekts des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt zur Wirkung des Lärms verschiedener Verkehrsarten auf den Schlaf (Müller et al. 2010).

Die Berücksichtigung der neuen, ausgewählten Literatur in Kombination mit dem Forschungsstand zur Gesamtlärmwirkung, der der VDI 3722-2 zugrunde liegt, sowie der Ergebnisse der WHO-Reviews erfolgt im Weiteren in diesem Gutachten in narrativer Form, d.h. eine quantitative Meta-Analyse, um zu eigenen Expositions-Wirkungsfunktionen zur Bewertung des Gesamtlärms zu gelangen, wurde nicht vorgenommen.

4.3 Wirkungsunterschiede verschiedener Quellen

Die Lärmwirkungsforschung aus den 1960er bis 1990er Jahren hat bereits gezeigt, dass Lärm verschiedener Lärmquellarten bezogen auf das gleiche Geräuschpegelmaß (in der Regel Mittelungspegel) zu unterschiedlichen Wirkungen führt. Dies gilt insbesondere für die Lärmbelästigung und für berichtete Schlafstörungen. Die linke Grafik in Abbildung 4-1 zeigt Expositions-Wirkungskurven zum Prozentanteil durch Verkehrslärm hoch belästigter Personen (*percentage highly annoyed*, % HA) bezogen auf den Tag-Abend-Nachtpegel L_{den} , die rechte Grafik entsprechende Expositions-Wirkungskurven zum Prozentanteil hoch schlafgestörter Personen (*percentage highly sleep disturbed*, % HSD) bezogen auf den Nachtpegel L_{night} . Die Funktionen stammen aus den Arbeiten von Miedema und Kollegen (Miedema & Oudshoorn 2001; Miedema & Vos 2007) und sind unter anderem Bestandteil von Anhang III der Umgebungslärmrichtlinie zur Gesundheitsbewertung durch Umgebungslärm und der VDI 3722-2. Die VDI 3722-2 betrachtet darüber hinaus auch den Anteil belästigter (% A) und schlafgestörter Personen (% SD), die jeweils in einer Befragung die obersten 50 % einer mehrstufigen Antwortskala zur Intensität der Beeinträchtigung (Belästigung, Schlafstörung) angaben, während die hoch belästigten bzw. schlafgestörten Personen für den Grad Ihrer Beeinträchtigung die oberen 28 % der jeweiligen Antwortskala nutzten. Für alle Expositions-Wirkungsbeziehungen zu % HA, % A, % HSD und % SD gilt, dass bei gleichem Beurteilungspegel (L_{den} bzw. L_{night}) Fluglärm zum höchsten Prozentanteil belästigter bzw. schlafgestörter Personen führt, gefolgt vom Prozentanteil durch Straßenverkehrslärm und schließlich durch Schienenverkehrslärm beeinträchtigter Personen.

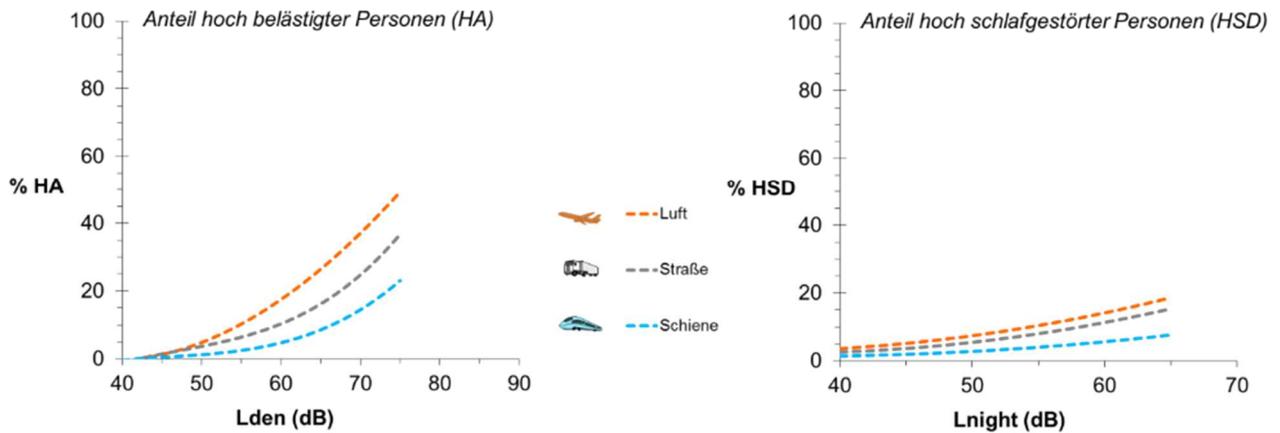


Abbildung 4-1: Expositions-Wirkungsfunktionen zum Prozentanteil hoch belästigter Personen (% HA) durch Verkehrslärm nach Miedema & Oudshoorn (2001) (links) und zum Prozentanteil hoch schlafgestörter Personen (% HSD) (Miedema & Vos 2007).

Insbesondere zum Fluglärm ist seit einigen Jahren der Trend eines Anstiegs des Prozentanteils hoch belästigter Personen bei gleichem (gegebenen) Mittelungspegel zu verzeichnen (Guski 2017; Janssen et al. 2011). Das systematische WHO-Review zur Belästigung durch Umgebungslärm (Guski et al. 2017a) hat eine Expositionswirkungskurve zum % HA durch Fluglärm vorgelegt, die oberhalb der von Miedema & Oudshoorn liegt (Abbildung 4-2). Auch beim Schienenverkehrslärm zeigt sich im WHO-Review von Guski et al. (2017a) ein höherer % HA gegenüber der entsprechenden Miedema-Kurve bei gegebenem L_{den} (vgl. blaue "Schiene"-Kurven in Abbildung 4-2). Die Kurven zur Straßenverkehrslärmbelästigung unterscheiden sich insgesamt nicht statistisch signifikant. Auffallend ist aber weiterhin auch, dass der Lästigkeitsunterschied zugunsten des Schienenverkehrs, der aus den Miedema-Kurven ableitbar ist, anhand der WHO-Kurven nicht mehr erkennbar ist.

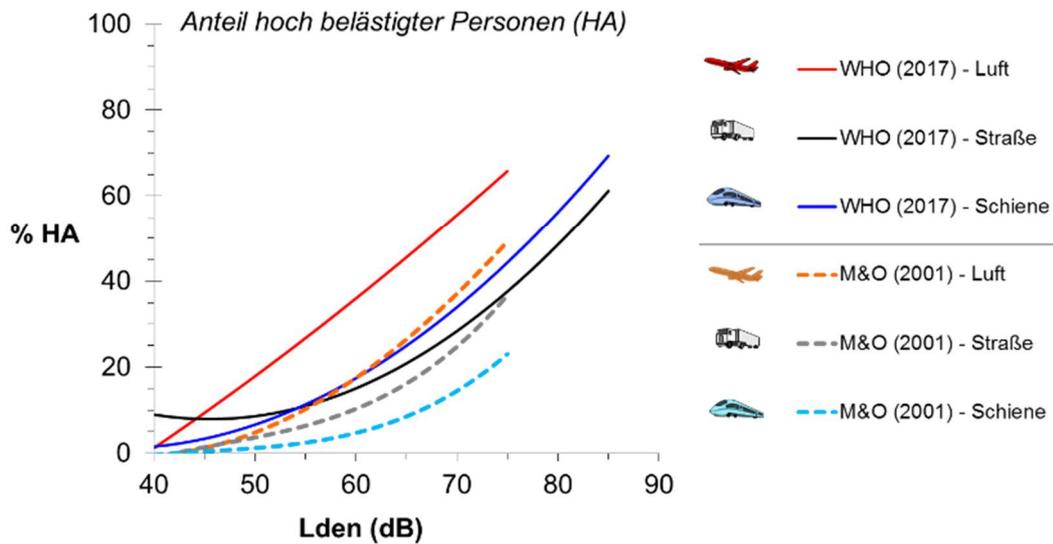


Abbildung 4-2: Vergleich der "WHO"-Kurven (Guski et al., 2017a) mit den "M&O"-Kurven" (Miedema & Oudshoorn, 2001) zum % HA durch Verkehrslärm bezogen auf den L_{den} .

In ähnlicher Weise ergibt sich aus dem WHO-Review zur Umgebungslärmwirkung auf den Schlaf (Basner & McGuire 2018), dass in neueren Studien der Anteil hoch durch Verkehrslärm schlafgestörter Personen beim Flug- und Schienenverkehrslärm im Vergleich zu den betreffenden Kurven von Miedema und Vos (2007), die derzeit in der VDI 3722-2 verwendet werden, höher liegt (Abbildung 4-3).

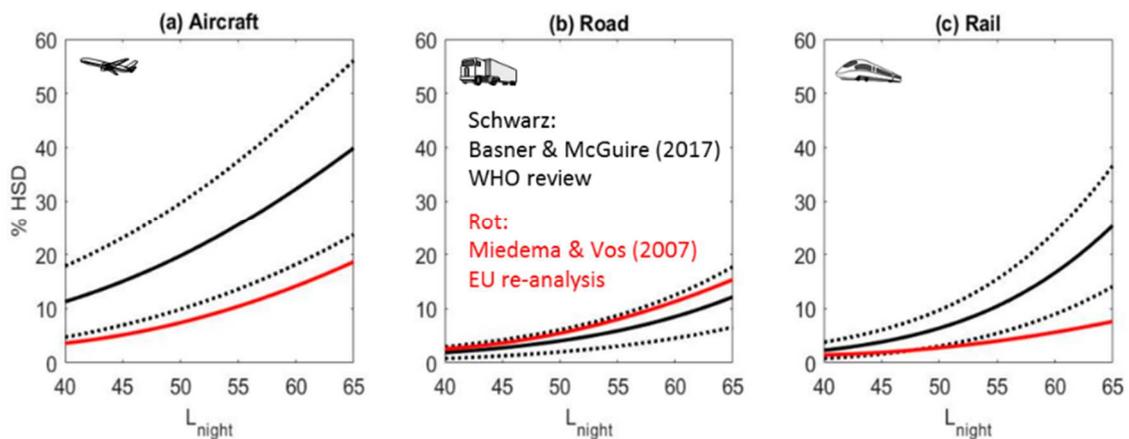


Abbildung 4-3: Expositions-Wirkungskurven zum % HSD durch Verkehrslärm aus dem WHO-Review zur Wirkung von Umgebungslärm auf den Schlaf; gestrichelte Linie: zugehöriges 95%-Konfidenzintervall (Quelle der Grafik: Basner & McGuire 2018)

Auch bei physiologisch gemessenen Schlafstörungen zeigen sich Wirkungsunterschiede je nach Lärmquellarten. So vergleichen Müller et al. (2010) eigene Feldstudien, in denen bei Anwohnern des Flughafens Köln/Bonn und der Bahnstrecke im Rheintal mehrere Nächte lang physiologische Schlafparameter, erhoben mittels der Polysomnographie, und die Verkehrsgeräusche am Ohr der schlafenden Personen gemessen wurden, dass die Geräusche von Güterzugvorbeifahrten bei gegebenem ereignisbezogenen Maximalpegel zu höheren Aufwachwahrscheinlichkeiten führen als Personenzugvorbeifahrten und Überflüge (Abbildung 4-4). Zu beachten ist, dass die resultierende Expositions-Wirkungsbeziehung nicht mit den o.g. vergleichbar ist, da sie sich auf den Maximalpegel von Einzelgeräuschen bezieht, nicht auf den Mittelungspegel über 24 Stunden (L_{den}) oder über eine 8-stündige Nachtzeitperiode (L_{night}). Hier geht es vor allem darum aufzuzeigen, dass Wirkungsunterschiede zwischen Lärmarten auch bei physiologischen Reaktionen auftreten können.

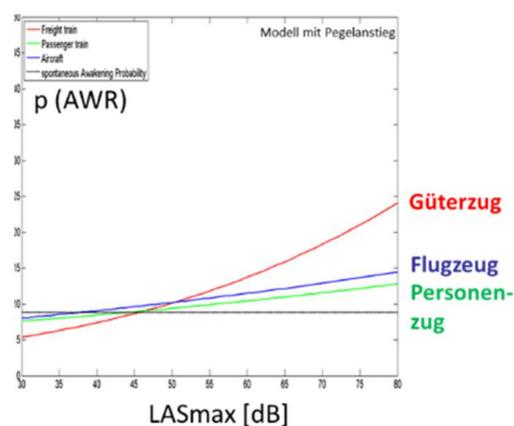


Abbildung 4-4: Aufwachwahrscheinlichkeit (EEG-Schlafstadienwechsel in Leichtschlaf S1 oder Wach) durch den Maximalpegel von Flug- und Schienenverkehrsgeräuschen (Quelle der Grafik: Müller et al. 2010)

Inwieweit und in welcher Höhe Wirkungsunterschiede zwischen Lärmquellarten auch bei Erkrankungsrisiken vorliegen, kann derzeit noch nicht abschließend festgestellt werden. Die vorliegenden Studien unterscheiden sich noch zu sehr dahingehend, dass die Evidenz der Assoziation zwischen Lärmexposition und Erkrankungsrisiko unterschiedlich robust sind (vgl. van Kempen et al., 2017, 2018). Liegen Angaben zu relativen Erkrankungsrisiken für verschiedene Lärmquellarten vor, dann unterscheiden sich die Schätzer der relativen Risiken. Die statistisch ermittelten Risikoschätzer unterliegen aber einer Schätzunsicherheit, die oftmals in Form eines Vertrauensbereichs um den Schätzer herum (95%-Konfidenzintervall) angegeben wird und der sich zwischen den Risikoschätzern für Erkrankungsrisiken durch verschiedene Lärmquellarten überlappt. Zudem wird in den theoretischen, stressbezogenen Erklärungsmodellen zur Wirkung von Lärm auf Herz-Kreislaufkrankungen davon ausgegangen, dass der unterliegende biologische Mechanismus bei verschiedenen Lärmquellarten der gleiche ist.

Entsprechend empfehlen Van Kamp et al. (2018, sog. RIVM-Studie) in ihrem Bericht zur Entwicklung eines Verfahrens zur Gesundheitsbewertung durch Umgebungslärm (als Vorschlag zur Aktualisierung des Anhangs III der EU-Umgebungslärmrichtlinie), dass die Expositions-Wirkungsfunktionen für die Inzidenz (neue Erkrankungsfälle)

und Mortalität aufgrund von koronaren Herz-Kreislauferkrankungen durch Straßenverkehrslärm für alle Lärmquellenarten Anwendung finden sollten:

"Based on small differences in effect size (see table 3.5) and the fact that the underlying biological mechanism for CVD effects [cardiovascular disease effects] due to noise are the same it can be argued that for HIA-purposes [health impact assessment purposes] it is best to apply the ERFs [exposure-response function] based on the studies with the highest quality. For the incidence of and mortality due to coronary heart disease the ERFs for road traffic are recommended to be used for all sources." (Van Kamp et al. 2018, S. 54).

Der Hinweis auf den gleichen biologischen Mechanismus bei der Wirkung von Lärm auf das Herz-Kreislaufsystem ist allerdings nur bedingt geeignet, keine Wirkungsunterschiede anzunehmen. Die in der Literatur insbesondere auf die Lärmbelästigung und Schlafstörung dargestellten Wirkungsunterschiede beziehen sich zumeist auf Expositions-Wirkungskurven bezogen auf Mittelungspegel (L_{den} , L_{dn} oder L_{pAeq}). Dabei können sehr unterschiedliche Geräuschenzenarien und Anzahlen von Geräuscheignissen den gleichen Mittelungspegelwert ergeben. Dies kann zum Beispiel durch Vergleich von Straßen- und Schienenverkehrslärm-Ereignissen dargelegt werden: Der gleiche Mittelungspegelwert bezogen auf die gleiche Zeitperiode (z.B. Tagesdauerschallpegel) erfordert eine höhere Anzahl der Vorbeifahrt von Kraftfahrzeugen (Kfz) als Zugvorbeifahrten, da eine einzelne Zugvorbeifahrt höhere Geräuschpegel (Maximalpegel) aufweist als eine einzelne Kfz-Vorbeifahrt. Auch innerhalb einer Lärmquellart kann eine unterschiedliche Anzahl von Geräuscheignissen mit verschiedenen Geräuschpegelhöhen zu gleichen Mittelungspegeln führen (Abbildung 4-5). Das heißt: Solange Expositions-Wirkungsbeziehungen sich auf Mittelungspegel beziehen, kann nicht zwingend von gleichen biologischen Wirkungen des Lärms (d.h. Geräuschen gleichen Mittelungspegels) auf das Herz-Kreislaufsystem ausgegangen werden.

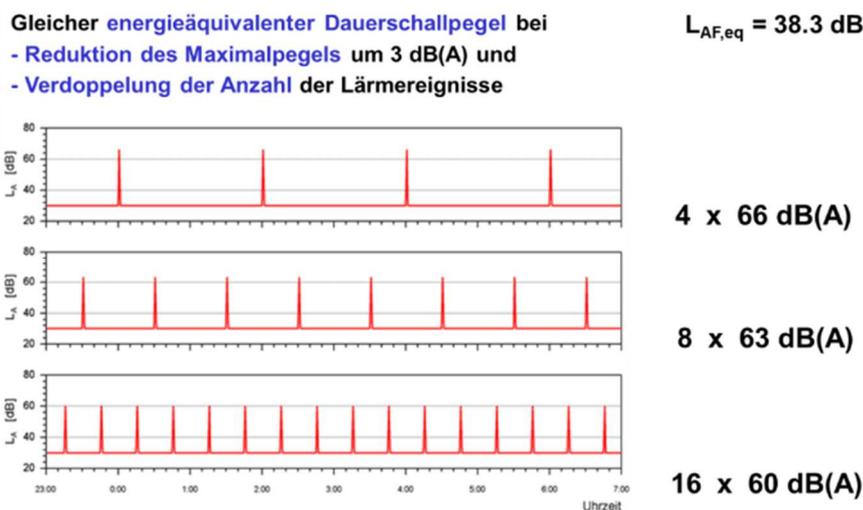


Abbildung 4-5: Unterschiedliche Anzahl von Geräuscheignissen, die zum gleichen Dauerschallpegel führen. Quelle: Müller, U. (2018), mit freundlicher Genehmigung des Autors.

Entsprechend führen Seidler et al. (2019) im Rahmen des UBA-Vorhabens "Modell zur Gesamtlärbewertung" (FKZ 3715 55 1030) für die jeweils betrachteten Erkrankungsrisiken (Herz-Kreislauf, Depression) zwei Berechnungsmodelle zur Wirkung von Gesamtlärm ein: Jeweils eines unter der Annahme gleicher Erkrankungsrisiken für verschiedene Verkehrslärmarten und eines unter Anwendung der tatsächlichen (unterschiedlichen) Erkrankungsrisiken, ermittelt anhand von Daten aus der NORAH-Fallkontrollstudie zu Erkrankungsrisiken (Seidler et al. 2016). Bei beiden Modellarten zur Gesundheitswirkung von Gesamtlärm (hier: kombinierte Exposition durch verschiedene Verkehrslärmarten) ergab die multiplikative Verknüpfung der Erkrankungsrisiken der Einzellärmquellarten (epidemiologische Risikomultiplikation) den besten Fit an die Daten. Allerdings stellen die Autoren auch fest, dass die bessere Güte des Modells zur Abbildung von lärmbedingten Erkrankungsrisiken durch eine epidemiologische Risikomultiplikation noch durch weitere epidemiologische Studien zu bestätigen ist.

Insgesamt bleibt derzeit also noch unklar, ob und in welcher Höhe bei Erkrankungsrisiken Wirkungsunterschiede verschiedener Arten des Umgebungslärms vorliegen.

4.4 Modelle und empirische Ergebnisse zur Gesamtlärbelastigung

Modelle zur Gesamtlärbewertung sind in der Literatur vor allem in Bezug auf eine Bewertung der Belastigung durch Gesamtlärm vorzufinden. Zum Teil werden diese auch auf berichtete lärmbedingte Schlafstörungen übertragen.

Es erscheint plausibel, dass eine berichtete Gesamtlärbelastigung höher ausfällt, wenn zur Einwirkung durch eine Quellenart Belastungen durch eine oder mehrere weitere Geräuschquellenarten hinzukommen. Die Befunde, die in der wissenschaftlichen Literatur dazu vorgelegt werden, stützen diese plausible Annahme nur bedingt. Das heißt, die Gesamtlärbelastigung kann bei Einwirkung mehrerer Quellen der höchsten quellenartspezifischen Lärmbelastigung entsprechen oder auch niedriger als die maximale quellenpezifische Lärmbelastigung ausfallen (Miedema, 2004). Verschiedene Modelle zur Gesamtlärbelastigung bei kombinierter Einwirkung mehrerer Lärmquellenarten wurden aufgestellt und geprüft, um die Befundlage einzuordnen.

Insgesamt sind es vier Modelle zur Gesamtlärbelastigung, die die größte Aufmerksamkeit in der Forschungsliteratur erhalten haben (Weber et al., 1996; Wothge et al. 2017):

- das Energiesummations-Modell,
- das Modell des unabhängigen Effekts (*independent effect model*),
- das Dominanzmodell (*dominant source model*) und
- das Belästigungs-Äquivalenz-Modell.

Im *Energiesummationsmodell* werden die Mittelungspegel der Einzelquellarten energetisch aufaddiert. Man folgt damit der Annahme, dass in Expositions-Wirkungsfunktionen die Gesamtlärbelastigung durch die energetische Summation der Mittelungspegel der Einzelquellenarten dargestellt werden kann (Taylor 1982). Das wäre dann wirkungsgerecht, wenn gleiche Mittelungspegel der verschiedenen Lärmarten die gleiche Belästigung hervorru-

fen würde. Dies entspricht nicht dem Erkenntnisstand der Lärmwirkungsforschung (vgl. Abbildung 4-1 und Abbildung 4-2) - weder in Bezug auf die Lärmbelastigung, noch auf die berichtete lärmbedingte Schlafstörung. Direkt auf die Gesamtlärmwirkung bezogene Studien bestätigen dies (z.B. Miedema 2004; Pierrette et al. 2012, Wothge et al. 2017).

Das *Modell des unabhängigen Effekts (independent effect model)* entspricht dem statistischen Verfahren der Regressionsanalyse, in dem die Gesamtlärmbelastigung durch die gewichteten Mittelungspegel der berücksichtigten Einzelquellarten vorhergesagt wird (Taylor, 1982; Weber et al., 1996, Wothge et al. 2017). Damit wird zwar berücksichtigt, dass die Einzelquellenarten mit unterschiedlichem Gewicht zur Gesamtlärmbelastigung beitragen können, hingegen wird nicht berücksichtigt, dass Interaktionen auftreten können. D. h. der Belästigungseinfluss des Geräuschpegels einer Geräuschart kann bei gleichzeitiger Einwirkung von der Höhe des Geräuschpegels einer oder mehrerer anderer Geräuscharten abhängig sein.

Beide Modelle – das Energiesummodell und das Modell des unabhängigen Effekts - zählen nach Weber et al. (1996) zu den *objektiven Modellen*.

Das *Dominanzmodell (dominant source model)* (Rice & Isumi 1986), von Berglund et al. (1981) auch als "*loudest component model*" bezeichnet, ist unter den wirkungsbezogenen Modellen zur Gesamtlärmbelastigung weit verbreitet und vor allem bei ungleichen Geräuschpegeln von in Kombination auftretenden Einzelgeräuschquellarten empirisch bestätigt (Guski et al. 2017b). In der Terminologie von Weber et al. (1996) zählt es zu den *Modellen mit subjektiven Korrekturtermen*. Das Modell besagt, dass das Gesamtlärmbelastigungsurteil gleich dem oder höher als das Maximum der quellenspezifischen Lärmbelastigungsurteile ausfällt (Pierrette et al. 2012).

In einigen Untersuchungen, in denen das Dominanzmodell aufgegriffen wird, wird die Dominanz im physikalischen Sinne, also in Bezug auf die Geräuschpegel, definiert. Als dominant gilt dann eine Einzelquellart, wenn sie den höchsten Geräuschpegel unter den betrachteten Lärmquellen hat, nicht unbedingt, wenn sie die höchste Lärmbelastigung hervorruft (z.B. Bodin et al., 2015; Champelovier et al., 2003; Öhrström et al. 2007). Diese Definition ergibt sich möglicherweise daraus, dass bei Konzeption eines Studiendesigns die Dominanz einer Lärmquellart in Bezug auf ihren Geräuschpegel leichter berücksichtigt werden kann, als die Dominanz in der Lärmbelastigung durch eine bestimmte Einzellärmquellart, die ja erst ein Ergebnis der Lärmwirkungserhebung ist (vgl. Wothge et al., 2017). Dabei bleibt unklar, wie das Gesamtlärmbelastigungsurteil ausfällt, wenn mehrere Lärmquellen gleicher Intensität vorhanden sind und keine Lärmart im Geräuschpegel dominiert (Miedema 2004).

Miedema (2004) kritisiert am Dominanzmodell weiterhin, dass es eine gleichbleibende Gesamtlärmbelastigung vorhersagen würde, wenn sich bei Veränderung einer nicht-dominanten Lärmart die Lärmbelastigung ändert, aber unter der dominanten Einzelquellen-Lärmbelastigung bleibt. Tatsächlich würde die Gesamtlärmbelastigung steigen, wenn sich die Belästigung durch eine nicht-dominante Lärmquellart der Belästigung durch eine dominante Lärmquellart annähert (Miedema 1987, zit. nach Miedema 2004). Außerdem zeigen Studien (Alayrac et al. 2011; Botteldooren & Verkeyn 2002; Hatfield et al. 2006; Taylor et al. 1982), dass die Gesamtlärmbelastigungsurteil im Vergleich zu quellartspezifischen Lärmbelastigungsurteilen auch niedriger ausfallen kann, was auch als das Gesamtlärm-Paradox (*combined source paradox*) (Lercher et al. 2017) bezeichnet wird.

Im WHO-Review zur Belästigung durch Umgebungslärm (Guski et al. 2017a) untersuchen die Reviewautoren fünf Originalstudien zum Gesamtlärm (combined noise). Dies sind Studien von Champelovier et al. (2003) und Lercher et al. (2007) zur Kombination von Straßen- und Schienenverkehrslärm, Nguyen et al. (2012, zwei Studien) zur Kombination von Flug- und Straßenverkehrslärm und Pierrette et al., (2012) zur Kombination von Industrie- und Straßenverkehrslärm. Die Reviewautoren sahen sich außer Stande, daraus eine generalisierte Expositions-Wirkungsbeziehung zur Belästigung durch Gesamtlärm abzuleiten, die für alle möglichen Kombinationen von zwei (oder sogar mehr) Lärmquellen die resultierende Lärmbelastigung beschreiben kann. Ebenso wenig enthält das WHO-Review zur Lärmbelastigung keinen Vorschlag zur Wahl eines Modells, nachdem der Gesamtlärm „belästigungsgerecht“ beurteilt werden kann. Dies war allerdings auch explizit nicht Aufgabe des Reviews, da für alle WHO-Reviews galt, dass die Bewertung der Wirkung des Umgebungslärms quellartspezifisch erfolgen sollte.

Ergebnisse der NORAH-Studie (*Noise Related Annoyance Cognition and Health*) zur Gesamtlärmbelastigung zeigen, dass die aus dem Dominanzmodell abgeleiteten Annahmen zur Gesamtlärmbelastigung auch dann zutreffen, wenn die Mittelungspegel der am stärksten belästigenden Einzelquellenart niedriger sind als die der weiteren Quellenart(en) (Wothge et al. 2017). Wothge et al. (2017) untersuchten im Rahmen der NORAH Studie im Umkreis des Frankfurter Flughafens die Wirkung von kombinierten Verkehrslärmquellen auf die wahrgenommene Belästigung. Es wurde der Effekt von Flug- und Straßenverkehrslärm (N = 4905) und von Flug- und Schienenverkehrslärm (N = 4777) untersucht. Als unabhängige Variablen wurden die Dominanz einer Lärmquelle in Bezug auf die Geräuschpegel (24h-Dauerschallpegel) (bestehend aus *dominanter Fluglärm*, *dominanter Straßen-/Schienenverkehrslärm* und *kein dominanter bzw. ein gleichmäßiger Verkehrslärm*) sowie der Dauerschallpegel ($L_{pAeq,24h}$) verwendet. Der Grad der Gesamtbelastigung diene als abhängige Variable. Als mögliche Störvariablen wurden die Erhebungsmethode (online oder telefonisch), Geschlecht, Alter, Beruf, Haus- bzw. Wohnungsbesitz, sozialer Status, Migrationshintergrund, Lärmempfindlichkeit und die wahrgenommene Nützlich- und Umweltschädlichkeit der spezifischen Verkehrsmodi berücksichtigt. Der %HA-Anteil liegt für Fluglärm höher als für Straßen- und Schienenverkehrslärm. Die Gesamtbelastigung ist für Fluglärm ($L_{Aeq,24h}$) ebenfalls höher als bei dem kombinierten Lärm von Flug- und Straßenverkehr. Der Grad der Gesamtbelastigung wird stark durch die als am belästigsten bewertete Lärmquelle beeinflusst. Der Dauerschallpegel der beiden vorhandenen Lärmquellen ist weniger ausschlaggebend.

Die Ergebnisse sprechen insgesamt für das Dominanzmodell im Sinne der Dominanz des Belästigungsurteils durch eine Lärmart, nicht im Sinne der Dominanz des Geräuschpegels. Allerdings stellt sich hierbei die Frage, woher die Dominanz in der Lärmbelastigung herrührt, wenn nicht durch die Dominanz in der Geräuschbelastung. Hier ist auf den Kontext zu verweisen, bei dem es eine Reihe von situativen, personenbezogenen und sozial vermittelten Faktoren gibt, die auf das Lärmbelastigungsurteil einwirken können (Fields et al. 1993; Guski 1999; Job 1988; Miedema & Vos 1999). Es ist nicht auszuschließen, dass die Dominanz einer Lärmquelle auch durch ihre Sichtbarkeit (Beispiel hierfür ist der lärmbelastigungswirksame Effekt der Sichtbarkeit von Windenergieanlagen; Pedersen & Larsman, 2008) oder durch die Präsenz in den Medien bzw. den jeweils regionalen politischen Diskurs (Broer 2006; Kroesen & Broer 2009) beeinflusst ist. Die Bedeutung der Sichtbarkeit der am Gesamtlärm

beteiligten Einzelquellarten für die Gesamtlärmbelastigung wird auch durch die Ergebnisse einer französischen Studie zur Gesamtlärmbelastigung bestätigt (Gille et al. 2017).

Bei der Formulierung des *Belästigungs-Äquivalenz-Modells* zur Beschreibung der Gesamtlärmbelastigung orientierte sich Miedema (2004) an dem aus der Toxikologie stammenden *toxic-equivalents-Modell*. Mit dem *toxic-equivalents-Modell* wird die toxische Wirkung einer aus verschiedenen Stoffen bestehenden Chemikalienmischung in unterschiedlicher Konzentration und Giftigkeit anhand eines toxischen Äquivalenzfaktors eingeschätzt. Übertragen auf den Bereich der Lärmbelastigung wird nach dem Vorschlag von Miedema (2004) auf Basis von Expositions-Wirkungsfunktionen zum %HA- bzw. %A-Anteil die Geräuschpegel (L_{den}) der verschiedenen Quellarten in belästigungsäquivalente Straßenverkehrsgeräuschpegel umgerechnet. Danach erst werden alle Geräuschpegel energetisch aufaddiert. Damit handelt es sich um eine Art Energiesummationsmodell verknüpft mit einer Bonus-/Malusregelung bezogen auf Straßenverkehrsgeräuschpegel als Referenz. Dieser Ansatz von Miedema (2004) ist Grundlage der wirkungsgerechten Gesamtlärbewertung nach der VDI 3722-2, in der mit Bezug auf die Straßenverkehrslärmwirkung als Referenz für die Lärmbelastigung (%HA, %A) und Schlafstörung (%HSD, %SD) zunächst renormierte Ersatzpegel für Flug- und Schienenverkehrsgeräuschpegel berechnet und diese anschließend zu einem wirkungsäquivalenten Substitutionspegel aufsummiert werden.

Der Ansatz des Belästigungs-Äquivalenz-Modells ist "datengesteuert", d. h. das Modell kommt ohne Annahmen darüber aus, wie Wirkungsunterschiede zwischen verschiedenen Lärmarten entstehen. Basis für die Berechnung der renormierten Ersatzpegel sind die von Miedema und Kollegen in Re-Analysen ermittelten, generalisierten Expositions-Wirkungsfunktionen für %HA, %A, %HSD und %SD durch Verkehrslärm (Miedema & Oudshoorn 2001; Miedema & Vos 2007). Ein Nachteil dieses Ansatzes ist es, dass die Größenordnung der Wirkungsunterschiede, d.h. die Gültigkeit der zugrunde gelegten Expositions-Wirkungsfunktionen regelmäßig überprüft werden müssen. Wie im Abschnitt 4.3 erwähnt, haben sich die Expositions-Wirkungsfunktionen zur Belästigung und berichteten Schlafstörung durch den Lärm verschiedener Verkehrslärmarten verändert, so dass die "Miedema-Kurven" als nicht mehr wirkungsadäquat anzusehen sind. Entsprechend sieht die VDI 3722-2 ausdrücklich vor, dass neuere Expositions-Wirkungsbeziehungen geprüft und ggf. verwendet werden sollten (VDI 3722-2, Anhang AI). Ein weiterer Nachteil des Modells ist, dass es wie das Modell des unabhängigen Effekts (independent-effect model) keine Interaktionen zwischen den Quellenarten berücksichtigt, d.h. das Modell impliziert die Annahme, dass die jeweilige quellartspezifische Expositions-Wirkungsfunktion zum %HA bzw. %A oder %HSD bzw. %SD unabhängig von der Einwirkung weiterer Quellarten gilt. Andererseits beruhen die quellenspezifischen Expositions-Wirkungsfunktionen auf eine sehr umfangreiche Datenbasis, die auch Situationen mit Mehrfachbelastungen einschließt. Nicht in jeder Originalstudie wurden Studienregionen ausgewählt, in denen die Studienteilnehmenden ausschließlich durch dem Lärm einer Quellart ausgesetzt waren.

Lercher et al. (2017) werteten Daten von 1641 Personen aus der ALPNAP-Studie, einer Verkehrslärmwirkungsstudie in alpiner Region im Hinblick auf Belästigungsreaktionen auf Mehrfachgeräuschbelastungen durch Hauptstraßen-, Autobahn- und Schienenverkehr aus. Ziel war es, den Einfluss von akustischen und Kontextfaktoren zu identifizieren. Als Kontextfaktoren wurden Luftschadstoffbelastung (NO_x , NO_2 , PM_{10}), Alter, Geschlecht, Bildung,

Gesundheitsstatus, Lebenszufriedenheit, Lärmempfindlichkeit, Empfindlichkeit gegenüber Abgasen/Luftschadstoffen und die Belästigung durch Staub/Ruß, Verkehrsabgase, Vibration (Schiene, Straße), Beschwerden über Lärm und Luftschadstoffe, Ärger und Hilflosigkeit gegenüber Verkehrsbelastung, Haustyp, Flächentyp (ländlich, vorstädtisch, urban), Distanz zu einer oder mehreren Verkehrslärmquellarten, Schlafstörung, Copingbemühungen berücksichtigt.

Zunächst einmal zeigen die Autoren auf, dass eine Gesamtlärbetrachtung wirkungsgerecht ist, da die Belästigungswirkung einer quellenspezifischen Lärmbelastung im Kontext weiterer Lärmquellen anders ausfällt. Interaktionen zwischen den Lärmquellarten sowie mit anderen Kontextfaktoren fanden sich nicht, dagegen aber additive Effekte von kombiniert einwirkenden Lärmquellarten bzw. von Kontextfaktoren. Weiterhin kommen sie zu dem Schluss, dass bisherige Gesamtbelästigungsmodelle wie das Dominanzmodell oder das Energiesummodell die Gesamtbelästigung nicht adäquat vorhersagen können und ihre Untersuchung das Gesamtlärmparadox bestätigt. Dafür spricht indirekt auch, dass in ihrer Studie die Gesamtlärmbelästigung mit zunehmender Emergenz (Differenz zwischen quellenspezifischen Maximalpegel L5/L10 und dem Gesamthintergrundpegel L90/L99) steigt.

Die Autoren plädieren für ein vollständiges, integratives Belästigungsmodell, das andere wahrnehmbare Umwelteinwirkungen (z.B. Luftschadstoffe, Vibrationen) sowie individuelle verhaltens-, wahrnehmungs- und emotionsbezogene Faktoren und das weitere akustische Umfeld der betrachteten einwirkenden Geräuschquellarten (soundscape) mit einschließt. Hier ist allerdings noch einiges an Forschungsarbeit erforderlich, um ein integratives Belästigungsmodell zu entwickeln, das die Gesamtlärmbelästigung bei verschiedensten Kombinationen von Lärmquellarten bei unterschiedlichen gegebenen Kombinationen von Kontextfaktoren vorhersagen kann.

Bodin et al. (2015) untersuchten 2612 Personen in Malmö, Schweden im Hinblick auf den Einfluss des Zugangs zu einer ruhigen Fassade am Wohngebäude auf die Belästigung, Schlaf- und Konzentrationsstörungen durch die kombinierte Einwirkung von Straßen- und Schienenverkehrslärm. Der Gesamtpegel wurde dabei durch energetische Summation ermittelt. Dabei untersuchten die Autoren die Expositions-Wirkungsbeziehung zwischen Gesamtlärmbelästigung und Gesamtgeräuschpegel ($L_{Aeq,24h}$) in Abhängigkeit von der Geräuschpegeldominanz der Einzelquellarten (Differenz $< 3\text{dB}$, Straße dominant, Schiene dominant). Sie fanden einen höheren Anteil belästigter Personen bei gleichem $L_{Aeq,24h}$ wenn die Straßenverkehrsgeräuschbelastung dominierte. Die Expositions-Wirkungsbeziehungen zur Gesamtlärmbelästigung unterschieden sich nicht, wenn die Geräuschbelastung durch den Schienenverkehr dominierte gegenüber der Situation von Belastungsunterschieden zwischen Schienen- und Straßenverkehrsgeräuschen kleiner 3dB im $L_{Aeq,24h}$. Das heißt, danach hängt die Abhängigkeit der Gesamtlärmbelästigung von der Geräuschpegeldominanz einer Einzelquellart davon ab, welche Verkehrslärmart dominiert. In dieser Untersuchung war es der Straßenverkehrslärm.

Gille et al. (2016) untersuchten die Belästigungswirkung von Flug-, Schienen- und Straßenverkehrslärm einzeln und in Kombination in acht französischen Städten mit insgesamt 823 Teilnehmenden (vgl. Gille et al. 2017). Sie stellten fest, dass die Expositions-Wirkungskurven von Miedema & Oudshoorn (2001) die erhobenen Belästigungsdaten insgesamt nicht gut vorhersagen konnten. Insbesondere für Flug- und Schienenverkehrslärm lag der

Anteil der Belästigten bei gleichem L_{den} höher. In der Konsequenz, so ihre Schlussfolgerung, können die "Miedema-Kurven" die Gesamtlärbelastigung nach dem Belästigungs-Äquivalenz-Modell nicht beschreiben. Die Autoren ermittelten anhand der erhobenen Daten auf Basis der Methodik von Miedema & Oudshoorn (2001) eine neue Expositions-Wirkungsbeziehung für die Gesamtlärbelastigung aus der kombinierten Einwirkung von Flug-, Schienen- und Straßenverkehrslärm nach dem Belästigungs-Äquivalenz-Modell. Die Autoren konnten eine gute Übereinstimmung zwischen den neu modellierten Anteilen durch Gesamtlärm mindestens gering belästigter (%LA, *little annoyed*), belästigter (%A) und hoch belästigter (%HA) Personen und den entsprechenden empirisch erhobenen gemessenen Anteilen feststellen.

Die Ergebnisse bestätigen, dass für eine Gesamtlärbewertung nach dem Belästigungs-Äquivalenz-Modell, wie es die VDI 3722-2 vorsieht, die Anwendung aktueller - aus Wirkungssicht im Idealfall regional gültiger - Expositions-Wirkungsbeziehungen erforderlich ist.

Auf Basis der auch in Gille et al. (2016) analysierten Daten führten Gille et al. (2017) Strukturgleichungsmodelle zur Belästigung durch den Lärm von Einzelquellarten als auch zur Gesamtlärbelastigung durch. Die Modelle wurden für die Kombinationen Flug- und Straßenverkehrslärm sowie Schienen- und Straßenverkehrslärm gerechnet. Ziel war es, die Einflussfaktoren der Gesamtlärbelastigung zu identifizieren. Die Autoren fanden, dass in den verschiedenen Modellen grundsätzlich die Geräuschexposition der beteiligten Lärmquellarten, die individuelle Lärmempfindlichkeit und teils auch die Sichtbarkeit der Lärmquellen zur Gesamtlärbelastigung beitragen. Die Lärmempfindlichkeit trug in den meisten Modellen am stärksten zur Erklärung der Gesamtlärbelastigung bei, gefolgt von der Geräuschexposition der beteiligten Einzelquellarten. Im Einzelnen unterschieden sich die Einflussstärken je nachdem, welche Kombination von Einzelquellarten untersucht wurde. Das heißt, eine einzelne Expositions-Wirkungsfunktion für die Gesamtlärbelastigung, die für verschiedene Kombinationen von Umgebungslärmgeräuscharten gültig ist, lässt sich aus dieser Studie nicht ableiten.

Sung et al. (2016) verglichen die Beziehung zwischen Lärmbelastigung und Straßenverkehrsgeräuschbelastung mit der Beziehung zwischen Lärmbelastigung und der kombinierten Flug- und Straßenverkehrsgeräuschbelastung. Hierzu rekrutierten sie in Seoul 869 Probanden, welche sowohl Flug- als auch Straßenverkehrslärm exponiert waren, und 967 Probanden in Ulsan, einer Stadt mit ausschließlich Straßenverkehrslärm. Als Geräuschmetrik wurde der Tag-Nacht-Pegel L_{dn} verwendet. Die berechneten Geräuschpegel wurden in drei Kategorien aufgeteilt: < 55 dB, 55-65 dB und > 65 dB. Die Belästigung wurde anhand einer 11-stufigen visuellen Analogskala erfasst. Alter, Geschlecht, Bildung, Familienstand, Einkommen, Zigaretten- und Alkoholkonsum, körperliche Bewegung und Wohndauer sowie Lärmempfindlichkeit wurden als Störeinflüsse erhoben. Der %HA-Anteil stieg in Seoul mit steigendem L_{dn} : von 8,3% bei < 55 dB zu 14,4% bei 55-65 dB und auf 21,1% in der Gruppe mit mehr als 65 dB ($p < 0,001$). Weiterhin lagen die relativen Risiken (adjustierte Odds Ratios, OR) hoch belästigt zu sein bei 2,056 (95% KI 1,225-3,450) in der 55-65 dB Gruppe und in der < 65 dB Gruppe bei 3,519 (95% KI 1,982-6,246). Im Gegensatz dazu liegt der %HA-Anteil in Ulsan bei 9,3% (< 55 dB), 9,2% bei 55 - 65 dB und in der Kategorie > 65 dB signifikant höher bei 14,8% ($p = 0,044$). Die adjustierten ORs hoch belästigt zu sein liegen hier bei 1,022 (95% KI 0,585-1,785) in der 55 - 65 dB Gruppe und bei 1,704 (95% KI 1,005-2,889) für

die > 65 dB Gruppe. Der Vergleich zwischen den beiden Städten und somit den unterschiedlichen Lärmquellenexpositionen zeigt, dass, bei gleichem Tag-Nachtpegel, Personen, welche sowohl Flug- als auch Straßenverkehrslärm ausgesetzt sind, wesentlich belästigter sind als Personen, welche nur Straßenverkehrslärm ausgesetzt sind.

Ragetti et al. (2015) untersuchten die Assoziation zwischen Lärmbelästigung und verschiedener Lärmquellen in Montréal, Kanada. Insgesamt wurden 4.336 Probanden telefonisch befragt. Die Belästigung wurde anhand einer 5-stufigen Skala bzgl. acht Lärmquellen ermittelt: 1) Straße, 2) Schienenverkehr, 3) Flugzeuge, 4) Parkplätze, 5) Nachbarschaft (Bars, Diskotheken, Demonstrationen), 6) Tiere oder Vögel (draußen), 7) Einkaufscenter, Industriegebiete und Baustellen, und 8) Schulen und Parks. Des Weiteren wurde die Lärmempfindlichkeit, das Alter, Geschlecht, Haushaltseinkommen, Bildung, Anzahl der Personen pro Haushalt, und die Wohndauer erhoben. $L_{Aeq,24h}$ und L_{den} (gesamt) wurden für die geografischen Koordinaten der Postleitzahlenbereiche berechnet.

In Bezug zu den einzelnen Lärmquellen erwies sich bei gleichem Pegel ($L_{Aeq,24h}$; L_{den}) die Anzahl der hoch Belästigten für Straßenverkehrslärm (8,8%) und für Fluglärm (5,7%) am höchsten. Der %HA-Anteil für Gesamtlärm lag bei gleichem Pegel deutlich darüber. Für die Belästigung durch Flug- und Schienenverkehrslärm ergab sich kein Anstieg des %HA-Anteils mit zunehmendem Gesamtpegel. In dieser Studie liegt die Gesamtlärmbelästigung demnach höher als die höchste quellspezifische Lärmbelästigung. Das ist allerdings vermutlich darauf zurückzuführen, dass als Basis für die quellspezifischen Expositions-Wirkungsbeziehungen zum %HA-Anteil der Gesamtpegel verwendet wurde und nicht der (darin enthaltene) quellspezifische Pegel. Es ist anzunehmen, dass bezogen auf quellspezifische Geräuschpegel der quellspezifische %HA-Anteil höher ausfällt.

Die neueren nach 2014 publizierten Studien weisen bezüglich der Frage der Wahl des Gesamtlärmbelästigungs-Modells unterschiedliche Ergebnisse auf. Einerseits lassen sich weitere Befunde, die für das Dominanzmodell sprechen finden (z.B. Sung et al. 2016; Wothge et al. 2017), andere (z.B. Lercher et al. 2017) sprechen dagegen. Nach Bodin et al., (2015) hängt die Dominanzwirkung einer Einzelquellart von der Kombination der betrachteten Lärmquellen ab. Die Ergebnisse von Wothge et al. (2017) und Lercher et al. (2017) lassen die Frage aufkommen, worin die Dominanz besteht, wenn sich die Gesamtlärmbelästigung nach der lästigsten Einzellärmquellart (also der dominierenden quellspezifischen Lärmbelästigung) ausrichtet, und dies wirft den Blick auf die Bedeutung von (nicht-akustischen) Kontextfaktoren. Hier besteht noch weiterer Forschungsbedarf.

Das Belästigungs-Äquivalenz-Modell weist insbesondere dann Schwächen auf, wenn belästigungswirksame Kontextfaktoren in die Modelle zur Erklärung der Gesamtlärmbelästigung einfließen (Lercher et al. 2017). Im Zusammenhang mit der Gesamtlärmbelästigung ist derzeit aber noch ungewiss, welche Kontextfaktoren bei welcher Lärmartenkombination die Expositions-Wirkungsbeziehungen beeinflussen. Der Vorschlag von Lercher et al. (2017), ein integratives Belästigungsmodell unter Berücksichtigung von Kontextfaktoren anzuwenden, liegt daher für die künftige Arbeit in der Lärmwirkungsforschung nahe. In der (kommunalen) Praxis erscheint der Vorschlag vor allem dann sinnvoll, wenn es gilt, integrative Stadtplanungskonzepte zu entwickeln und umzusetzen, in denen verschiedene Umweltwirkungen wie Lärm, Schadstoffe, Vibrationen, soziale Strukturen etc. in einer Gesamtaktionsplanung zu betrachten. Derartige umfassende Konzepte und Pläne sind allerdings derzeit nicht überall umsetzbar.

Insgesamt stellt das Belästigungs-Äquivalenz-Modells einen pragmatischen evidenz-basierten Ansatz dar, die verschiedenen Belästigungswirkungen verschiedener Einzelquellarten wirkungsgerecht zu einer Gesamtlärbewertung zu verknüpfen. Bei Anwendung gilt dann aber der Hinweis aus der VDI 3722-2, die angewandten Expositions-Wirkungsbeziehungen (regelmäßig) auf Aktualität zu prüfen und ggf. anzupassen. Die Ergebnisse von Gille et al. (2016, 2017) unterstützen diese Forderung.

4.5 Gesamtlärbewertung in Bezug auf Schlafstörungen

Die im vorangegangenen Abschnitt 4.4 vorgestellten wirkungsbezogenen Gesamtlärmmodelle beziehen sich auf die Belästigung durch Gesamtlärm. Für andere Wirkungsbereiche wie Schlafstörungen liegen nur wenig empirische Ergebnisse aus Feldstudien vor. Zwar wurden z.B. vom Deutschen Zentrum für Luft und Raumfahrt (Müller et al., 2010) oder vom Institut für Arbeitswissenschaften in Dortmund (Griefahn et al., 2007) Studien im Schlaflabor mit physiologischen Messungen der Schlafqualität bei Einspielung der Geräusche von kombinierten Lärmarten durchgeführt, diese Ergebnisse lassen sich allerdings kaum mit der Situation im Alltag außerhalb des Labors vergleichen (vgl. Basner et al. 2004).

Im WHO-Review zur Wirkung von Umgebungslärm auf den Schlaf (Basner & McGuire 2018) wurde die Wirkung von Umgebungslärm, insbesondere des Verkehrslärms quellspezifisch betrachtet. Ein Review zur Frage von Schlafstörungen durch kombinierte Lärmeinwirkungen fand nicht statt.

Unter der neuen recherchierten Literatur fand sich nur eine Studie, in der Schlafstörungen durch Umgebungslärm insgesamt untersucht wurde (Perron et al., 2016). Die Autoren untersuchten die Auswirkungen von quellspezifischer nächtlicher Geräuschbelastung (L_{night}) durch Flug-, Schienen- und Straßenverkehrslärm sowie Gesamtumgebungslärm auf berichtete Schlafstörungen von 4.336 telefonisch interviewten Untersuchungsteilnehmenden in Montreal, Kanada. Es handelt sich um die gleiche Befragung wie die von Ragetti et al. (2015; vgl. Abschnitt 4.4). Für die Erhebung der Schlafstörungen wurde zunächst gefragt, ob in den letzten 4 Wochen lärmbedingte Schlafstörungen auftraten (ja/nein) und, wenn ja, von welcher Lärmquelle. Berücksichtigt wurden sodann alle Angaben, die sich auf Verkehrslärm (quellspezifisch und/oder Verkehrslärm bzw. Umgebungslärm gesamt) beziehen. Für die Bestimmung der Lärmexposition auf Postleitzahlenebene wurde auf Basis von mindestens fünftägigen Messungen innerhalb einer Zweiwochenperiode der Gesamt- L_{night} im Tageszeitraum von 23 bis 6 Uhr ermittelt sowie die Distanz zur nächsten Verkehrslärmquelle bestimmt. Es wurden sechs Expositionsgruppen gebildet: Nähe zu einer der Lärmquellarten Flug-, Schienen- und Straßenverkehrslärm (drei Gruppen), Kombination von Flug- und Straßenverkehrslärm, Kombination von Straßen- und Schienenverkehrslärm und keine Nähe zu einer Verkehrslärmquelle. Der Anteil der Schlafgestörten durch quellspezifischen Lärm durch Flug-, Schienen- und Straßenverkehr sank proportional zur Distanz vom Postleitzahlgebiet zur jeweils nächsten betreffenden Verkehrslärmquelle. Der Anteil schlafgestörter Personen aufgrund von Umgebungslärm insgesamt, Verkehrslärm insgesamt und Straßenverkehrslärm stieg mit zunehmendem Nachtpegel L_{night} . Der Anteil Schlafgestörter war dabei bei gleichem L_{night} höher bei Schlafstörungen durch Umgebungslärm als bei Schlafstörungen durch Verkehrslärm insgesamt und nur durch Straßenverkehrslärm. Das heißt, in dieser Studie war der Anteil Schlafgestörter höher, je

allgemeiner die Lärmquelle angegeben wurde bzw. je mehr mögliche Lärmquellarten als Grund der Schlafstörungen einbezogen wurden. Ebenso lag der Anteil der schlafgestörten Personen höher bei Belastung durch den Lärm von zwei Verkehrsarten als durch den Lärm von einer Verkehrsart. Ein Vorteil der Studie ist, dass die Geräuschbelastung durch mehrtägige Messungen bestimmt wurde und damit für den Zeitraum der Messungen ein genaueres Bild der Gesamt-Geräuschexposition ermittelt wurde als bei Berechnungen auf Basis von Verkehrsdaten. Andererseits erfolgte die individuelle Zuordnung der Geräuschbelastung auf Postleitzahlebene, verknüpft mit Distanzangaben zur nächsten Verkehrslärmquelle und nicht wohnadress- bzw. fassadengenau. Auch die Schlafstörungen wurden relativ grob durch ja/nein-Antworten und Auswahl der störenden Lärmquelle aus einer vorgegebenen Liste erhoben. Die Ergebnisse legen den Schluss nahe, dass auch in Bezug auf berichtete Schlafstörungen die Wirkung von Geräuschbelastungen durch mehrere Umgebungslärmquellen durch die Erfassung quellen-spezifischer Lärmwirkungen unterschätzt wird.

Von den im Abschnitt 4.4 genannten Gesamtlärbelastigungsmodellen wird vor allem das Belästigungs-Äquivalenz-Modell auf berichtete Schlafstörungen angewandt. Dazu werden, etwa in der VDI 3722-2 sowie in der derzeitigen Fassung des Anhangs III der Umgebungslärmrichtlinie die %HSD-Kurve (in der VDI-Richtlinie auch die %SD-Kurve) von Miedema & Vos (2007) verwendet.

Wie auch für die Lärmbelastigung wird auch für die berichtete Schlafstörung empfohlen, bei Anwendung des Belästigungs-Äquivalenz-Modells auf neuere Expositions-Wirkungsfunktionen zurückzugreifen. Das WHO-Review von Basner & McGuire (2007) liefert hierzu geeignete aktuelle Funktionen.

4.6 Gesundheitsrisiken und Gesamtlärm

Wie alle im Zuge der WHO-Environmental Noise Guidelines erstellten WHO-Review beziehen sich die Reviews zu den über die Belästigung und Schlafstörungen hinausgehenden Gesundheitswirkungen auf die quellenspezifischen Wirkungen von Umgebungslärm. Anhaltspunkte für eine Gesamtlärmwirkung finden sich da kaum. Lediglich im Review zu Herz-Kreislauf- und metabolischen Erkrankungen wird im Hauptbericht (van Kempen et al. 2017) über Zusatzanalysen zur Gesamtlärmwirkung auf Herz-Kreislauserkrankungen berichtet, die allerdings in der Zeitschriftpublikation zum Review (van Kempen et al. 2018) nicht dargestellt sind.

Wie im Abschnitt 4.2 dargestellt werden im Hinblick auf eine Gesamtlärbewertung Herz-Kreislauserkrankungen und psychische Erkrankungen insbesondere Depressionen als Leiterkrankungen berücksichtigt, zumal Herz-Kreislauserkrankungen von der WHO (2018) aufgrund ihrer Verbreitung, dem Schweregrad und der vorliegenden Evidenz einer Assoziation mit Umgebungslärm als kritische Gesundheitswirkung betrachtet wird und neuere Ergebnisse (u.a. Seidler et al. 2017) für einen vergleichsweise starken Effekt von Verkehrslärm auf Depressionserkrankung sprechen.

Für ischämische Herzerkrankung berichten van Kempen et al. (2017) einen relativen Risikoanstieg von 9 % (4 - 15%) pro 10 dB-Anstieg im L_{den} (Inzidenz) für Fluglärm, einen Risikoanstieg von 24% in der Prävalenz (8 - 42%) bzw. 8 % in der Inzidenz (1 - 15%) pro 10 dB-Anstieg und eine statistisch nicht signifikante Risikoerhöhung in der Prävalenz von Herzkrankheiten von 18% (-18% - 68%) für Schienenverkehrslärm. Die Reviewautoren sehen

darin nur geringe Unterschiede in der Größenordnung der Effektstärke der verschiedenen Verkehrslärmarten auf das Erkrankungsrisiko, und nehmen dies zum Anlass zu prüfen, inwieweit ein Gesamtrisiko durch die Einwirkung der Verkehrslärmarten in Kombination (*overall estimate*) bestimmt werden kann. Anhand von sieben Studien in denen die Wirkungen aller drei Verkehrslärmarten Schiene, Straße, Luft untersucht wurden, schätzen sie eine relative Risikoerhöhung für ischämische Herzerkrankungen von 20% (3 - 39%) für die kombinierte Einwirkung der Geräuschbelastung durch die drei Verkehrslärmarten. Diese Schätzung ist allerdings nicht sehr robust, zumal unklar ist, welche der Verkehrsarten in den zugrunde liegenden Originalstudien im Fokus der Untersuchung steht (van Kempen et al., 2017). Die in der Robustheit stärkste Risikoschätzung sehen die Review-Autoren in der Bestimmung des relativen Risikos der Inzidenz ischämischer Herzkrankheiten durch Straßenverkehrslärm in Höhe eines Risikoanstiegs von 8% (1 - 15%) pro 10 dB im L_{den} und präsentieren zu diesem Erkrankungsrisiko eine Expositions-Wirkungsbeziehung im L_{den} -Wertebereich von $40 \text{ dB} < L_{den} < 80 \text{ dB}$ (Abbildung 4-6).

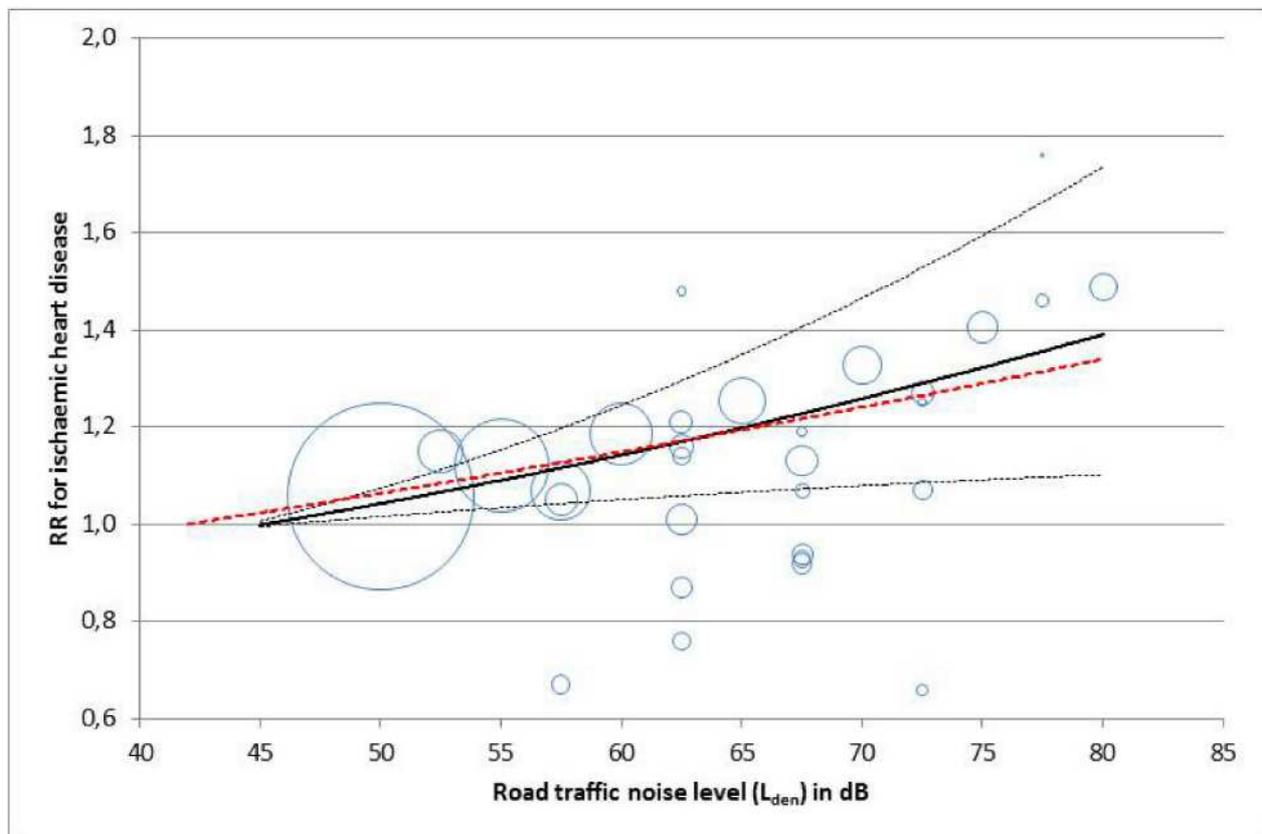


Abbildung 4-6: Expositions-Wirkungsbeziehung zum relativen Risiko der Inzidenz ischämischer Herzerkrankung pro 10 dB-Anstieg im L_{den} für Straßenverkehrslärm (Quelle: van Kempen et al. 2017, Figure 12.5). Schwarze Kurve = gepoolte Expositions-Wirkungskurve aus den Ergebnissen von 7 Studien, Kreise = beobachtete relative Risiken; die Größe der Kreise ist proportional zur Präzision; rote Kurve = lineare Beziehung auf Basis des relativen Risikoanstiegs von 8% pro 10 dB mit 42 dB L_{den} als Startpunkt

Entsprechend empfehlen van Kamp et al. (2018) in ihrem Verfahrensvorschlag zur Aktualisierung des Anhangs III der EU-Umgebungslärmrichtlinie (Gesundheitsbewertung von Umgebungslärm) diese Expositions-Wirkungsbeziehung für die Bewertung des Risikos ischämischer Herzerkrankungen auch durch andere Umgebungslärmarten.

Zu den neueren Untersuchungen, die nach den im WHO-Review von van Kempen (2017, 2018) untersuchten Studien zu lärmbedingten Herz-Kreislaufkrankungen publiziert wurden, zählt die Studie von Foraster et al. (2017). Die Autoren untersuchten den Einfluss von Flug-, Straßen- und Schienenverkehrslärm auf arterielle Verhärtung anhand von Daten von 2.775 Teilnehmenden der zweiten Erhebungswelle (2010 - 2011) in der Schweizer Kohortenstudie. Es wurde jeweils der quellspezifische L_{den} für die Flug-, Straßen- und Schienenverkehrsgeräuschbelastung, sowie quellenübergreifend das intermittency ratio (IR) der Geräuschbelastung durch alle Verkehrsarten sowie die gesamte Anzahl der Verkehrsgeräuschereignisse am Tage und in der Nacht erfasst.

Das heißt, die Gesamtlärbetrachtung erfolgte in Form der Bestimmung des IR und der Anzahl der Verkehrsgerechtereignisse. Der Mittelungspegel (L_{den}) wurde jeweils nur quellenspezifisch betrachtet. Die Modelle wurden adjustiert nach verschiedenen soziodemographischen und gesundheitsverhaltensbezogenen Faktoren und der Luftschadstoffbelastung (NO_2 , $PM_{2,5}$). Als Maß für die arterielle Verhärtung wurde die Pulswellengeschwindigkeit (brachial-ankle pulse wave velocity) bestimmt. Die Autoren fanden eine Assoziation zwischen dem L_{den} für Schienenverkehrslärm und arterieller Verhärtung (Anstieg der Pulswellengeschwindigkeit: 0,87%; 95% Konfidenzintervall (KI): 0,31 - 1,43%). Der Effekt erscheint größer bei Nächten mit höheren intermittierenden (diskontinuierlicheren) Geräuschereignissen. Weiterhin erwies sich die arterielle Verhärtung als mit der Gesamtzahl nächtlicher Verkehrsgerechtereignisse (hauptsächlich Straßenverkehrsgereusche) assoziiert und tendenziell (statistisch nicht signifikant) mit einem niedrigen IR, d.h. kontinuierlicheren, nächtlichen Geräuschen. Straßen- und Flugverkehrslärm hatten in der Studie keinen statistisch signifikanten Einfluss auf die arterielle Verhärtung. Im Hinblick auf eine Gesamtlärbetrachtung legen die Interpretationen der Autoren nahe, dass insbesondere eine nächtliche Verkehrsgerechtereichnisse, die aus einer höheren Anzahl von Geräuschereignissen besteht, die sich vom Hintergrund abheben, von Relevanz für eine arterielle Verhärtung ist. Der Einfluss der quellenübergreifenden Zahl der Geräuschereignisse und - in der Tendenz - des quellenübergreifenden intermittierenden Charakters der Geräuschereignisse verweisen darauf, dass bei einer wirkungsbezogenen Gesamtlärbewertung auf Basis eines Mittelungspegels weitere wirkungsrelevante akustische Merkmale unberücksichtigt bleiben. Weitere Schlussfolgerungen für eine Gesamtlärbetrachtung lassen sich kaum ziehen, da für die Einzelquellarten eine andere akustische Metrik (L_{den}) als für die quellenübergreifende Betrachtung (IR, Anzahl Ereignisse) verwendet wurde.

Heritier et al. (2018) untersuchten im Rahmen des schweizerischen SiRENE (Short and Long Term Effects of Transportation Noise Exposure) Forschungsprogramms die Wirkung von Gesamtlärm aus Flug-, Schienen- und Straßenverkehr in der Schweiz anhand von Daten von 4,4 Millionen Personen aus der Schweizer Nationalen Kohorte zu kardiovaskulären Erkrankungen verlinkt mit berechneten Verkehrsgerechtereichnungsdaten. Ziel war es den Einfluss des Verkehrslärms zu unterschiedlichen Tageszeiten auf die Mortalität aufgrund von Herz-Kreislauferkrankungen zu identifizieren. Die Gesamt-Verkehrsgerechtereichnungsbelastung, ausgedrückt im Dauerschallpegel für die verschiedenen untersuchten Tageszeiträume, wurde dabei auf Basis energetischer Summation der Gerechtereichnungsbelastungen der Einzelquellarten ermittelt. Zusätzlich nutzten die Autoren das Intermittency Ratio (IR), das einen Wert zwischen 0 und 100% annimmt (Wunderli et al. 2016). Ein IR = 0% bedeutet, dass kein Einzelgerechtereichnung 3 dB und mehr über dem Hintergrundgerechtereichnungspegel liegt (kontinuierliche Gerechtereichnungsbelastung), ein IR = 100% bedeutet, dass die gesamte Gerechtereichnungsbelastung aus einzelnen, abgrenzbaren Einzelgerechtereichnungen besteht. Die Autoren fanden für akute Herzerkrankungen (wie ischämische Herzerkrankungen, darunter Herzinfarkt) einen stärkeren Einfluss des nächtlichen, eher diskontinuierlichen Verkehrslärms, für chronische Herzerkrankungen (Herzinsuffizienz) einen stärkeren Einfluss des tagsüber auftretenden, insbesondere kontinuierlichen Verkehrslärms. Die Autoren schließen daraus, dass bei nächtlichem Verkehrslärm eher die einzelnen Gerechtereichnungsereignisse problematisch sind, am Tage eher die fehlenden Pausen zwischen Gerechtereichnungsereignissen. Diese unterschiedlichen Wirkungen je nach Art der betrachteten Herz-Kreislauferkrankung lassen es schwierig erscheinen, hieraus eine einheitliche wirkungsbezogene Gesamtlärbewertung abzuleiten. Die Befunde sprechen eher dafür, sich für eine spezifische

Erkrankung als Leiterkrankung zu entscheiden, für die eine wirkungsbezogene Gesamtlärbewertung vorgenommen wird. Als Leiterkrankung sollte jene ausgewählt werden, für die robuste Ergebnisse zur Evidenz einer Assoziation mit Umgebungslärm vorliegt.

Meline et al. (2015) untersuchten von 7.290 Personen aus der RECORD-Studie, einer französischen Gesundheitsstudie, in der Daten von alle fünf Jahre stattfindenden medizinischen Untersuchungen in landesweiten Gesundheitszentren genutzt werden. Diese wurden mit Daten aus der französischen Lärmkartierung im Rahmen eines Geographischen Informationssystems verlinkt. Es wurden Lärmkarten zum L_{den} für Straßen- und Schienenverkehrslärm sowie für Gesamtverkehrslärm (Flug, Schiene, Straße) verwendet. Fluglärm wurde als Einzelquellenart nicht untersucht, da hierfür die Stichprobe zu klein war. Der Fluglärm wurde aber in der Gesamtverkehrslärmkarte berücksichtigt. Aus den Lärmkarten wurden die Geräuschpegel für die Gesamt-, Schienen- und Straßenverkehrslärmbelastung für die Wohn- und Arbeitsplatzadresse der Untersuchungspersonen extrahiert und mit medizinischen Blutdruckmessdaten der Teilnehmenden verknüpft. Die Expositions-Wirkungsmodelle wurden nach sozio-ökonomischen Variablen, Zeitpunkt der Blutdruckmessung, verschiedenen Sozialfaktoren der Nachbarschaft, Straßenverkehrs-Luftverschmutzung und der wahrgenommenen Arbeitsplatzlärmbelastung adjustiert.

Die Autoren berichten die Ergebnisse tabellarisch für den Gesamtverkehrslärm und im Text für „Gesamt- oder Straßenverkehrslärms“. Sie berichten, dass ein Blutdruckanstieg mit einem Anstieg des Gesamt- oder Straßenverkehrslärm an der Arbeitsplatz-Adresse, nicht aber mit der Gesamt- oder Straßenverkehrslärmbelastung an der Wohnadresse assoziiert ist. Weiterhin geben sie an, dass die Effekte des Straßenverkehrslärms und des Gesamt-Verkehrslärms auf den Blutdruck eine vergleichbare Größenordnung aufweisen. Effekte des Verkehrslärms auf das Risiko einer Hypertonie-Erkrankung (Bluthochdruck) fanden die Autoren nicht, ebenso auch keine Effekte des Schienenverkehrslärms auf Hypertonie oder die gemessenen Blutdruckwerte. Eine gegenüber dem Effekt einer quellenspezifischen Geräuschbelastung stärkere Wirkung des Gesamt-Verkehrslärms lässt sich aus der Untersuchung nicht ableiten. Die Ergebnisse machen aber darauf aufmerksam, dass für eine integrative Betrachtungsweise die Berücksichtigung der „Geräuschdosis“ erforderlich ist, der eine Person über den Tag an verschiedenen Orten (zu Hause, am Arbeitsplatz) ausgesetzt ist. Aus der Studie geht nicht hervor, dass der Gesamtlärm mit stärkeren physiologischen Reaktionen (einem höheren Grad an Blutdruckwerten) verbunden ist als quellenspezifischer Lärm (hier: die Straßenverkehrslärmbelastung).

Die einzige publizierte Studie nach 2014, die sich mit der Wirkung der kombinierten Geräuschbelastung verschiedener Verkehrslärmarten auf das Risiko der Depressionserkrankung auseinandersetzt, ist die Untersuchung von Seidler et al. (2017). Darin begutachteten Seidler et al. (2017) die Beziehung zwischen Depression und den kombinierten Lärmquellen von Straßen-, Schienen- und Flugverkehr. Anhand von Krankenkassendaten wurden insgesamt 77.295 Personen mit einer zwischen 2006 und 2010 neu-diagnostizierten Depression identifiziert. Die Kontrollgruppe bestand aus 578.246 Personen. Die Probanden waren alle mindestens 40 Jahre alt und lebten im Umkreis des Frankfurter Flughafens. Die Dauerschallpegel ($L_{Aeq,24h}$) und Maximalpegel für die verschiedenen Lärmquellen wurden für das Jahr 2005 berechnet. Zur Adjustierung möglicher Störfaktoren wurden Alter, Geschlecht, städtische Wohnumgebung sowie als Indikator des sozio-ökonomischen Status der lokale Anteil an Personen, die Arbeitslosengeld bezieht in die Analysen aufgenommen. Die Betrachtung der einzelnen

Lärmquellen erbrachte folgendes Ergebnis: bei einem Dauerschallpegel von ≥ 70 dB ist das relative Risiko (odds ratio, OR) einer Depressionserkrankung 1,17 erhöht (95% -Konfidenzintervall, KI = 1,10– 1,25); für Fluglärm bei einem Dauerschallpegel zwischen 50 und 55 dB bei OR = 1,23 (95% KI=1,19– 1,28) – bei höheren Geräuschpegeln nimmt die Wahrscheinlichkeit ab, dieser non-lineare Effekt verändert sich in Richtung eines linearen Zusammenhangs, wenn der individuelle Sozialstatus anhand des Versichertenbeitragsstatus berücksichtigt werden kann. Das OR einer Depressionen in Bezug auf Schienenverkehrslärm liegen bei einem Dauerschallpegel von 60 bis 65 dB mit 1,15 (95% KI=1,08– 1,22) am höchsten unter den Einzelquellarten. Die Kombination dieser Lärmquellen weist allerdings insgesamt das höchste OR von 1,42 (95% KI=1,33– 1,52) bei einem Dauerschallpegel über 50 dB auf.

4.7 Einzelquellart-bezogene Expositions-Wirkungsbeziehungen als Basis für die wirkungsbezogene Gesamtlärbewertung

Bislang liegen generalisierte Expositions-Wirkungsbeziehungen vor allem für die Belästigung und Schlafstörung durch die Geräuschbelastung der Verkehrsarten Luft, Schiene und Straße vor. Diese werden in nationalen und europäischen Regelwerten aufgegriffen, z.B. in der derzeitigen Fassung der VDI 3722-2 in Bezug auf die wirkungsgerechte Gesamtlärbewertung als auch beispielsweise im Anhang III der EU-Umgebungslärmrichtlinie (Stand November 2018) in Bezug auf die Bewertung der Gesundheitswirkungen durch Einzelquellarten des Umgebungslärms (eigentlich des Verkehrslärms).

Anhang V des Berichts der European Environment Agency (EEA) "Good practice guide on noise exposure and potential health effects (European Environment Agency 2010: S. 35ff.) beschreibt, gestützt auf die Publikation von Miedema (2004) neben den Korrekturfunktionen für die Verkehrslärmbelastigungen weitere Korrekturfunktionen, die zur Bewertung der Gesamtlärmbelastigung (%A und %HA) nach dem Belästigungs-Äquivalenz-Modell mit Straßenverkehrslärm als Referenz herangezogen werden können. Dies sind Funktionen für Industrielärm und davon gesondert für Rangierbahnhofslärm und Lärm von Windenergieanlagen (WEA). Die zugrunde liegenden Expositions-Wirkungsbeziehungen zu %HA und %A durch Lärm von Industrieanlagen und Rangierbahnhöfen entstammen einer Untersuchung von Miedema & Vos (2004) zur Belästigung durch stationäre Anlagen in verschiedenen niederländischen Regionen; der Ursprung der Korrekturfunktion im EEA-Bericht (2010) für WEA-Lärm ist nicht ersichtlich.

In den WHO-Reviews, die im Rahmen der Environmental Noise Guidelines der WHO (WHO 2018) erarbeitet wurden, sind aktuelle Expositions-Wirkungsbeziehungen für einen Teil der Umgebungslärmarten vorgestellt worden, die anstelle der bisher z.B. in der VDI 3722-2 verwendeten „Miedema“-Kurven zur Lärmbelästigung und Schlafstörung im Rahmen einer Gesamtlärbewertung nach dem Belästigungs-Äquivalenz-Konzept verwenden werden können. Für Lärmquellarten, für die die neuen WHO-Reviews keine aktualisierten Expositions-Wirkungsfunktionen vorschlagen, wird die Verwendung bisher publizierter Expositions-Wirkungsbeziehungen vorgeschlagen, auf die sich auch Miedema (2004) in seiner Publikation des Belästigungs-Äquivalenz-Modells sowie der

EEA-Bericht (European Environment Agency 2010) zur „Good practice guide on noise exposure and potential health effects“ bezieht.

Fluglärm:

- $\%HA = -50.9693 + 1.0168 * L_{DEN} + 0.0072 * L_{DEN}^2$ (1)
(aus Guski et al., 2017)

- $\%HSD = 16.7885 - 0.9293 * L_{night} + 0.0198 * L_{night}^2$ (2)
(aus Basner & McGuire, 2018)

Straßenverkehrslärm:

- $\%HA = 116.4304 - 4.7342 * L_{den} + 0.0497 * L_{den}^2$ (3)
(aus Guski et al., 2017)

- $\%HSD = 19.4312 - 0.9336 * L_{night} + 0.0126 * L_{night}^2$ (4)
(aus Basner & McGuire, 2018)

- RR für Inzidenz ischämischer Herzerkrankungen = 1.08 pro 10 dB Anstieg im L_{den} mit Startpunkt bei $L_{den} = 42$ dB (5)
(aus van Kempen et al., 2017, 2018)

Schienenverkehrslärm:

- $\%HA = 38.1596 - 2.05538 * L_{den} + 0.0285 * L_{den}^2$ (6)
(aus Guski et al., 2017)

- $\%HSD = 67.5406 - 3.1852 * L_{night} + 0.0391 * L_{night}^2$ (7)
(aus Basner & McGuire, 2018)

Industrie- und Gewerbelärm:

- $\%HA = 36.307 - 1.886 L_{den} + 0.02523 L_{den}^2$ (8)
(aus Miedema, 2004)

Windenergieanlagenlärm

- $\%HA_{innen} = -107.60 + 9.656 L_{den} - 0.289 L_{den}^2 + 0.002894 L_{den}^3$ (9)
(aus Janssen et al., 2011)

5 Problemeingrenzung Gesamtlärm

5.1 Notwendigkeit einer Gesamtlärbetrachtung aus Sicht der Lärmwirkungsforschung

Die Notwendigkeit einer Gesamtlärbewertung wurde in der deutschen Gesetzgebung zum Immissionsschutz bislang nur im übergeordneten Gesetzeswerk (BImSchG und FluglärmG) umgesetzt und im untergeordneten Verordnungswerk nicht weitergeführt. Dabei ist im Falle einer Belastung durch Umgebungslärm die Belastung nur durch eine Quelle eher der Ausnahmefall wie die bundesweiten Umfragen des Umweltbundesamtes zeigen (Umweltbundesamt 2016).

Da auch der Schutz vor erheblichen Belästigungen das Ziel des Bundes-Immissionsschutzgesetzes ist, ist die Frage, ob eine Gesamtlärbetrachtung bereits hinsichtlich der Belästigungswirkung erforderlich ist, eigentlich geklärt. Wie diese Gesamtlärbetrachtung technisch umzusetzen wäre, wurde in Kapitel 4.4 anhand von vier Modellen diskutiert. Dabei hat sich gezeigt, dass die sog. objektiven Modelle, das Energiesummutations-Modell und das Modell des unabhängigen Effekts, nicht dem Erkenntnisstand der Lärmwirkungsforschung entsprechen.

Die Untersuchungen zu den Dominanzmodellen weisen darauf hin, dass die Lärmbelastigung weniger von der im Pegel dominierenden Geräuschquelle am stärksten beeinflusst wird als von der in der (Einzel-)Belastigung dominierenden Quelle. Somit zeigt bei den Dominanzmodellen die subjektive Bewertung einen entscheidenden Einfluss auf die Lärmbelastigung. Diese subjektive Bewertung ist jedoch auch bei den Belästigungs-Äquivalenz-Modellen impliziert. Diese betrachten zwar zunächst die quellspezifischen Belästigungswirkungen einzeln, summieren dann aber belästigungsäquivalente Ersatzpegel energetisch zu einem Substitutionspegel. Da bei einer Pegeladdition aber die Quelle mit dem höheren (Ersatz-)Pegelwert den Gesamtpegel bestimmt, unterscheiden sich die beiden Modelle mit subjektiven Korrekturen nur im Ausmaß der Berücksichtigung der Dominanz.

Insgesamt hat sich jedenfalls gezeigt, dass vor allem mit dem Belästigungs-Äquivalenz-Modell ein wirkungsvolles und pragmatisches Verfahren zur Prognose der Lärmbelastigung vorliegt, mit dem der Schutz vor Lärmbelastigung wirkungsgerecht beurteilt werden kann.

Bezüglich physiologisch gemessener **Schlafstörungen** zeigt sich kein eindeutiges Bild zur Notwendigkeit einer Gesamtlärbetrachtung, da die Schlafstörungen eher ereignisbezogen detektiert werden. Dies spricht somit eher für ein Maximalpegelkriterium, das Einzelereignisse aller Schallquellen einbezieht. Zunächst mag ein Maximalpegelkriterium der Gesamtlärbewertung widersprechen, da Maximalpegel einzeln auftreten. Jedoch wird die Störung des Nachtschlafs auch durch die Zahl der Ereignisse bewertet, die zu Schlafstörungen führen. Dadurch ist wiederum eine Gesamtlärbewertung bzgl. Schlafstörungen notwendig.

In der Rechtsprechung hat sich eine Gesamtlärbetrachtung im Falle der (juristisch) als gesundheitsgefährdend geltenden Pegel durchgesetzt. Jedoch gerade im Fall der **Gesundheitsrisiken** liegen nur sehr wenige Untersuchungen vor, die Gesamtlärmwirkungen betrachten. Die Schwierigkeit besteht unter anderem darin, dass sich die Untersuchungspersonen zum Großteil nicht ganztags in ihrer Wohnumgebung aufhalten, sondern durch Beruf,

Ausbildung o.ä. an andere Aufenthaltsorte zu einem Großteil des Tages gebunden sind. Die Gesundheitswirkungen von Lärm lassen sich also im konkreten nur schwer bewerten, da die Dosis ortsabhängig einget. Neueste Untersuchungen zeigen jedoch, dass auch durch das Einwirken mehrerer Quellen auf den Wohnort die Gesundheitsrisiken gegenüber den Einzelrisiken steigen. Dies gilt umso mehr, da bei der Einwirkung mehrerer Schallquellen im Wohnumfeld der Betroffenen möglicherweise keine Rückzugsmöglichkeit auf eine „ruhige“ Seite möglich ist. Der Schutz der Bevölkerung vor steigenden Gesundheitsrisiken durch Gesamtlärmwirkungen ist das gewichtigste Argument (auch im Sinne des BImSchG) für eine Gesamtlärbewertung.

Entsprechend der bisherigen Rechtsprechung wäre eine abgestufte Vorgehensweise bei der Gesamtlärbetrachtung denkbar, die den Schutz vor Gesundheitsrisiken strenger bewertet als den Schutz vor erheblicher Belästigung. Nach BImSchG sind jedoch beide Begriffe bzw. Wirkungsbereiche den schädlichen Umwelteinwirkungen zuzurechnen und zu vermeiden. Außerdem zählt auch die WHO (2018) die Lärmbelästigung als zu den gesundheitlichen Lärmauswirkungen. Daher wird bei den Vorschlägen für Schwellwerte von einer abgestuften Vorgehensweise abgesehen.

5.2 Technische Umsetzung einer Gesamtlärbewertung

Neben der sektoralen Betrachtungsweisen der verschiedenen Lärmquellen in den jeweiligen Verordnungen zum Bundes-Immissionsschutzgesetz mit unterschiedlichen Grenz- und Richtwerten stellen die unterschiedlichen Ermittlungsverfahren des Beurteilungspegels der verschiedene Quellenarten ein weiteres Problem dar: In den verschiedenen Vorschriften sind entweder vollständige Rechenvorschriften inkl. Emissionsberechnung und Schallausbreitungsberechnung enthalten (16. BImSchV, FlugLSV), es wird auf Methoden zur Emissionsermittlung und Schallausbreitungsrechnung verwiesen (18. BImSchV, TA Lärm, DIN 18005) oder es ist zumindest ein Verfahren zur Beurteilung der Lärmbelastung angegeben (Freizeitlärmrichtlinie, AVV Baulärm).

Unterschiede bei der Bewertung der einzelnen Lärmquellenarten ergeben sich somit nicht nur durch die Regelungen eines Schwellenwertes sondern auch durch unterschiedliche Ausbreitungsberechnungen, die Verwendung von Zuschlägen oder durch unterschiedliche Beurteilungszeiträume. Eine einheitliche Gesamtlärbewertung müsste diese Unterschiede möglichst vermeiden oder zumindest bei der Gesamtlärbewertung im Blick behalten. Mit der Berechnungsmethode für den Umgebungslärm von bodennahen Quellen (BUB) bzw. von Flugplätzen (BUF), liegt ein Verfahren vor, das diese Unterschiede bei den Methoden vermeidet. Außerhalb des Anwendungsbereichs dieser Richtlinie in der Lärmkartierung nach EU-Umgebungslärmrichtlinie müssen noch die folgenden Unterschiede bedacht werden:

5.2.1 Schallausbreitungsrechnung

Die im deutschen Immissionsschutzrecht verwendeten Modelle zur Schallausbreitungsberechnung unterscheiden sich nicht grundsätzlich, sondern verwenden ein Verfahren der Ausbreitung über linienförmige Schallstrahlen mit Dämpfungstermen, die ebenfalls vergleichbar sind. Die wesentlichen Dämpfungsterme der verwendeten VDI 2714/VDI 2720, DIN ISO 9613-2 oder RLS-90 bzw. Schall 03 zu Abstand, Luftabsorption, Bodeneffekt und Abschirmung sind in ihren grundlegenden Gleichungen bis auf wenige quellspezifische Anpassungen ineinander

umrechenbar. Unterschiede ergeben sich lediglich in der Verwendung spektraler Emissionen oder A-bewerteter Summenpegel. Die Ergebnisunterschiede dürften jedoch insgesamt gering sein. Dies wurde bereits anhand von Vergleichsrechnungen zu spektraler oder nicht spektraler Ausbreitungsrechnung für die Überarbeitung der RLS-90 überprüft.

Gleiches gilt auch für die Berücksichtigung meteorologischer Ausbreitungsbedingungen. Die Bildung eines Langzeit-Mittelungspegels unter Berücksichtigung verschiedener meteorologischer Bedingungen ist nur in der DIN ISO 9613-2 (und damit TA Lärm) vorgesehen. Hier wäre eine einheitliche Vorgehensweise (z.B. unter Berücksichtigung von Mitwindbedingungen) anzustreben. Die Effekte sind jedoch in der Regel gering.

Die Unterschiede zwischen den Berechnungsmethoden dürften insgesamt nicht größer sein als die in Tabelle 5 der DIN ISO 9613-2 angegebene Genauigkeit der berechneten Pegel von ± 3 dB. Von daher sind die unterschiedlichen Ausbreitungsmodelle für eine Gesamtlärbetrachtung kein grundlegendes Hindernis. In der Berechnungsmethode für den Umgebungslärm von bodennahen Quellen (BUB) wurde ein Verfahren für die Ausbreitungsberechnung eingeführt, das für alle bodennahen Schallquellen Straße, Schiene, Industrie anzuwenden ist und auf der in Frankreich angewendeten Methode NMBP beruht. Dieses Verfahren unterscheidet sich von der in Deutschland vorwiegend angewendeten DIN ISO 9613-2 vor allem darin, dass für die Ermittlung der Abschirmwirkung ein anderer Algorithmus gewählt wurde. Außerdem wird bei der Ausbreitungsrechnung zwischen homogenen (meteorologischen) Ausbreitungsbedingungen und günstigen Ausbreitungsbedingungen unterschieden und beide Bedingungen rechnerisch nachgebildet und anschließend über eine zeitliche Mittelung der Bedingungen ein Langzeit-Mittelungspegel gebildet.

5.2.2 Zuschläge für auffällige Geräusche

Die Bildung von Beurteilungspegeln beinhalten im Falle von Verkehrsgeräuschen nach 16. BImSchV und der Anlagen nach TA Lärm, der Sportanlagen nach 18. BImSchV, der Freizeitanlagen und der Baustellen nach AVV Baulärm Zuschläge für besondere Lästigkeiten von Geräuschen. Die Zuschläge werden teilweise auf den Schallemissionspegel, teilweise auf den Schallimmissionspegel vergeben.

Beim Verkehrslärm werden beim Straßenverkehrslärm Lästigkeitszuschläge im Bereich von signalgesteuerten Kreuzungen und beim Schienenverkehrslärm im Bereich enger Kurvenradien vergeben.

Zuschläge werden für ton- oder informationshaltige Geräusche bzw. impulshaltige Geräusche vergeben. Dabei gelten nicht immer die gleichen Auslösekriterien für die Vergabe der Zuschläge. Obwohl Zuschläge für Impulshaltigkeit K_I oder Ton- und Informationshaltigkeit K_T nach TA Lärm bzw. Sportanlagenlärmschutzverordnung in der gleichen Höhe vergeben werden können, so unterscheiden sich doch die Kriterien im Detail. Die Sportanlagenlärmschutzverordnung nimmt beispielweise die Geräusche der menschlichen Stimme von der Impulshaltigkeit und von der Informationshaltigkeit (soweit nicht technisch verstärkt) explizit aus, während die TA Lärm hierzu keine Aussage trifft.

Der in der TA Lärm enthaltene Zuschlag für Tageszeiten mit erhöhter Empfindlichkeit ist eine Sonderform, da hier nicht die Geräuschcharakteristik, sondern die besondere Schutzbedürftigkeit eines Teils der Beurteilungszeit bewertet wird. Die Sportanlagenlärmschutzverordnung wiederum sieht diesen Zuschlag nicht vor, sondern trennt die Beurteilungszeit tags in Teilzeiten auf und reduziert den Immissionsrichtwert in den Ruhezeiten. Zudem gibt es noch Sonderregelungen für Impulshaltigkeitszuschläge bei sog. „Altanlagen“, die vor Inkrafttreten der Verordnung genehmigt oder errichtet waren.

Beiden Vorschriften ist wiederum gemein, dass einzelne auffällige Pegelspitzen durch ein Maximalpegelkriterium berücksichtigt werden, was der Verkehrslärmschutzverordnung wiederum unbekannt ist.

Bei einer Gesamtlärbetrachtung ist also bei der Bildung der Summenpegel eine einheitliche Verwendung von Zuschlägen anzustreben. Zu diesem Zweck sind für eine immissionsseitige Berücksichtigung von Lästigkeitszuschlägen Verfahren zu entwickeln, die auf Grundlage der Berechnungsmethode für den Umgebungslärm (BUB bzw. BUF) abgeleitet werden können.

5.2.3 Beurteilungszeiten

Ein wesentlicher Faktor bei der Bildung der Beurteilungspegel, der Voraussetzung für die sachgerechte Bildung eines Gesamtlärmpegels ist, sind die Beurteilungszeiten. Dabei ist im deutschen Immissionsschutzrecht zumindest die Unterscheidung von Tag- und Nachtzeiträumen überwiegend einheitlich. Der Beurteilungszeitraum Tag erstreckt sich meist von 6.00 bis 22.00 Uhr, die Nacht meist von 22.00 bis 6.00 Uhr. Im Weiteren werden jedoch noch Differenzierungen vorgenommen, die nicht ohne weiteres kompatibel zueinander sind:

EU Umgebungslärmrichtlinie	Für den 24 Stundenraum wird der L_{DEN} gebildet mit besonderer Gewichtung des Abendzeitraumes (vier Stunden: standardmäßig 19:00 bis 23:00 Uhr) mit +5 dB(A) und des Nachtzeitraumes (acht Stunden: standardmäßig 23:00 – 07:00 Uhr) mit +10 dB(A). Ungewichtet verbleibt der Tageszeitraum von 07:00 Uhr bis 19:00 Uhr). Der Nachtzeitraum wird zusätzlich gesondert betrachtet. Hinweis: Die 34. BImSchV legt für Deutschland den vom Mitgliedstaat festzulegenden Tagesanfang auf 6.00 Uhr, so dass alle o.g. Zeiten um eine Stunde vorrücken.
Verkehrslärm (16. BImSchV):	Sowohl für den Tag- als auch für den Nachtzeitraum wird der Beurteilungspegel durch Mittelung über den gesamten Zeitraum gebildet. Die Mittelungszeit beträgt somit 16 h tags und 8 h nachts.
Anlagen (TA Lärm):	Tagsüber beträgt der Mittelungszeitraum 16 h. In Wohngebieten und anderen Gebieten mit hoher Schutzbedürftigkeit sind Tageszeiten mit erhöhter Schutzbedürftigkeit benannt (werktags morgens 1h und abends 2 h, sonntags insgesamt

7h), in denen vor der Mittelung für diese Zeiten ein Zuschlag von 6 dB berücksichtigt wird. Nachts beträgt der Mittelungszeitraum 1 h, wobei die lauteste volle Nachtstunde im Nachtzeitraum auszuwählen ist.

Sport- und Freizeitanlagen (TA Lärm/Freizeitlärmrichtlinie):

Die Unterteilung in Tag und Nacht richtet sich nach den gleichen Zeiträumen wie in anderen Richtlinien, lediglich in der Freizeitlärmrichtlinie beginnt der Tag um 7.00 Uhr morgens. Nachts beträgt der Mittelungszeitraum 1 h, wobei die lauteste volle Nachtstunde auszuwählen ist. Tagsüber wird der Beurteilungszeitraum werktags in drei Teilzeiten und sonntags in vier Teilzeiten aufgeteilt, die jeweils getrennt für sich betrachtet werden. Die erhöhte Schutzbedürftigkeit der sog. Ruhezeiten wird dabei nicht wie in der TA Lärm durch einen Zuschlag sondern durch eine Reduzierung der Immissionsrichtwerts berücksichtigt.

Die einheitliche Wahl und Bewertung von Beurteilungszeiten ist angesichts der sehr unterschiedlichen Vorgehensweisen Voraussetzung zur Bildung eines Gesamtlärmpegels. Auch wenn die Umrechnung der Beurteilungspegel von Sportanlagen rechnerisch möglich ist und auch die geringen Unterschiede beim Beginn der Tageszeit in der Freizeitlärmrichtlinie nur geringe Unterschiede ergeben, so ist doch zumindest die Vorgehensweise der TA Lärm tagsüber, die noch dazu immissionsortabhängig ist, für die Bildung des Gesamtlärmpegels hinderlich.

Auch im Zeitraum Nacht führt die Berücksichtigung der lautesten Stunde bei Anlagen nach TA Lärm, Sport- und Freizeitanlagen zu einer Überbewertung dieser Quellenarten gegenüber dem Verkehrslärm.

Bei der zeitlichen Zusammenfassung zu Beurteilungspegeln ist bei der Gesamtlärbetrachtung eine einheitliche Vorgehensweise unabdingbar.

5.2.4 Voraussetzungen für eine einheitliche Ermittlung der Beurteilungspegel

Um eine Zusammenfassung der Beurteilungspegel verschiedener Quellenarten sinnvoll zu ermöglichen, wären demnach Anpassungen der Berechnungen erforderlich, deren Relevanz in folgender Tabelle zusammengefasst ist:

Tabelle 4: Anpassungen zur einheitlichen Ermittlung von Beurteilungspegeln

	Mögliche Anpassungen	Erfordernis
Schallausbreitungsrechnung	Anpassung spektral oder nicht spektral Berücksichtigung Meteorologie	Nicht vordringlich

Zuschläge für auffällige Geräusche	Methodik zur immissionsseitigen Berücksichtigung von Zuschlägen für Ton-, Informationshaltigkeit oder Impulshaltigkeit	Wichtig für eine wirkungsgerechte Summenbildung
Beurteilungszeiten	Vereinheitlichung der Beurteilungszeiten	Unbedingte Voraussetzung für eine Summenpegelbildung;

5.3 Begründung für eine wirkungsgerechte Bildung des Gesamtlärmpegels

Unabhängig von möglichen Zuschlägen für auffällige Geräusche (beispielsweise Zuschläge für Tonhaltigkeit oder Impulshaltigkeit, Spitzenpegel), weisen die Lärmquellenarten spezielle Charakteristika auf, die die Wirkung auf den Menschen beeinflussen.

Während Luft- und Schienenverkehr einzelne Geräuschereignisse mit hohen Pegeln und mehr oder weniger lange Pausenzeiten aufweisen, ist der Straßenverkehr überwiegend durch das ständig vorherrschende Geräusch mehrerer Fahrzeuge charakterisiert. Längere Ruhephasen treten bei Straßenverkehr zumeist nur in den späten Nachtstunden auf.

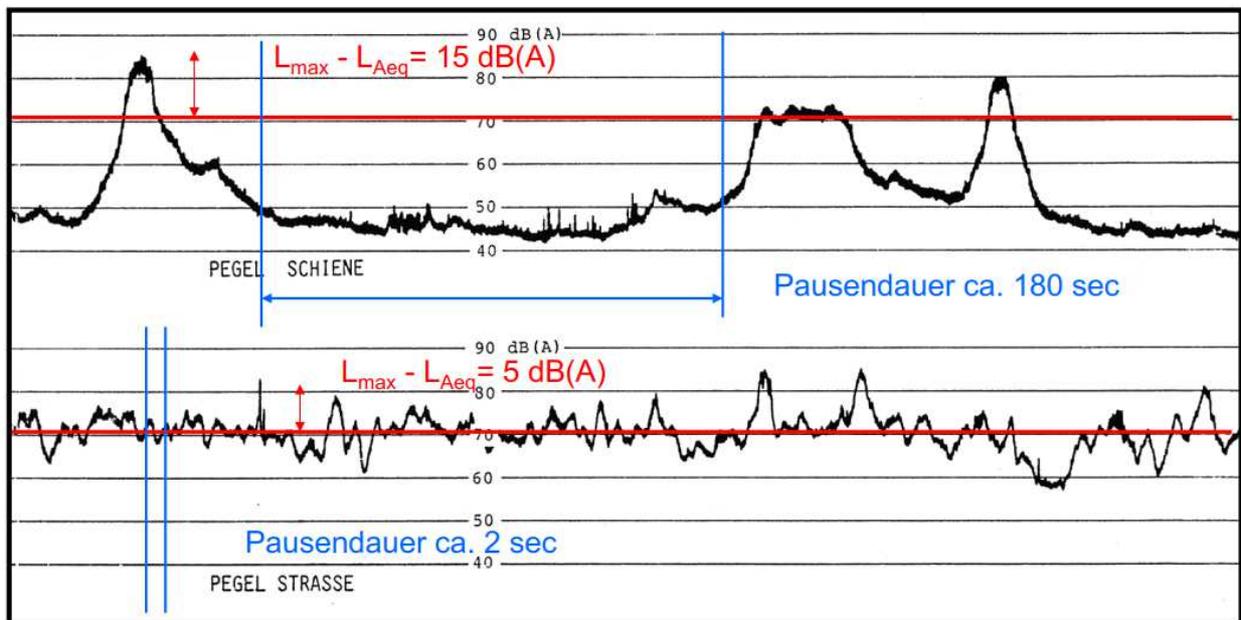


Abbildung 5-1: Beispiel für den unterschiedlichen zeitlichen Pegelverlauf von Straßen- und Schienenverkehrslärm

Auch das Frequenzspektrum unterscheidet sich zwischen den Verkehrslärmarten. So zeichnet sich vor allem der Straßenverkehr durch einen erhöhten Anteil tieffrequenter Geräusche aus. Anlagengeräusche (unabhängig davon, ob es sich um Sportanlagen, Freizeitanlagen oder gewerbliche Anlagen handelt) weisen eine sehr starke

Varianz der Geräuschcharakteristika auf. Eine einheitliche Bewertung erscheint besonders bei Anlagengeräuschen aufgrund der Inhomogenität schwierig.

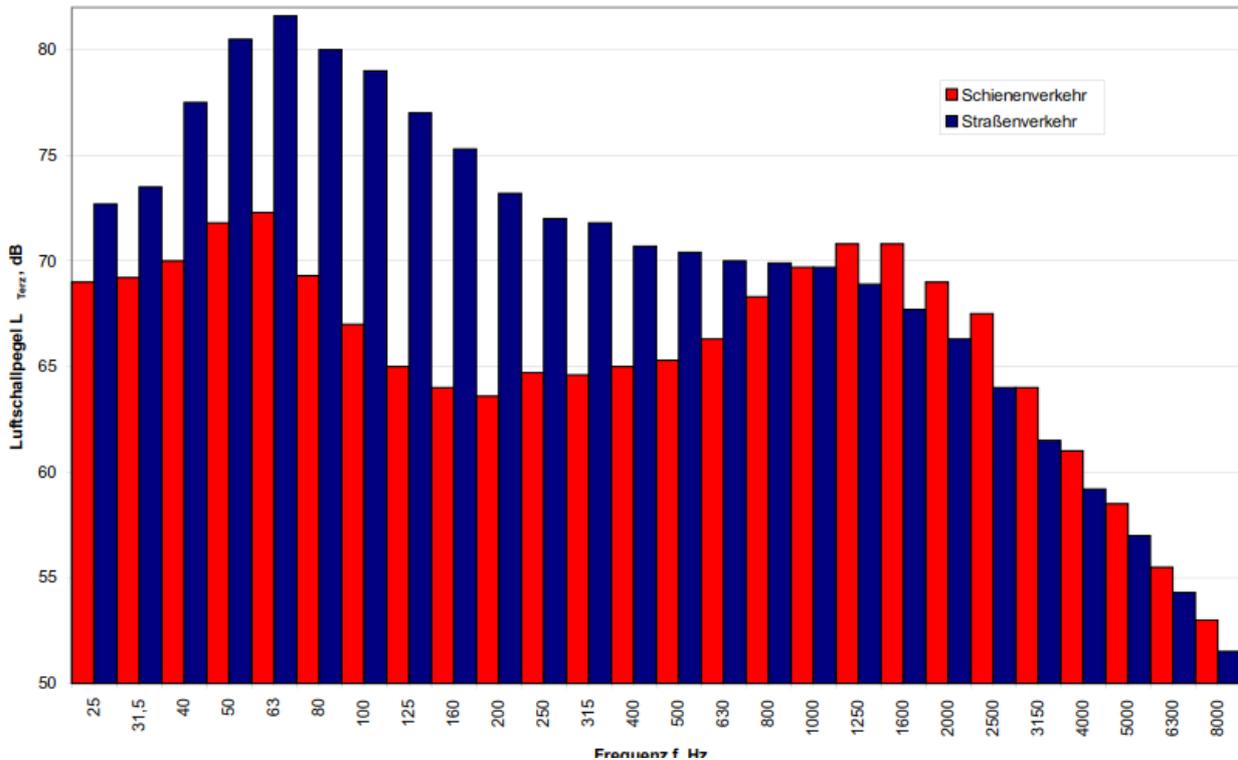


Abbildung 5-2: Beispiel für die unterschiedlichen Spektren von Straßen- und Schienenverkehrslärm

Zur Bewertung der Wirkungsunterschiede verschiedener Geräusche existiert bislang keine rechtliche Grundlage. Im Bereich der nationalen Normung wurde jedoch ein erster Vorstoß in Form der VDI-Richtlinie 3722 Blatt 2 „Wirkung von Verkehrsgeräuschen – Kenngrößen beim Einwirken mehrerer Quellenarten“ gemacht. Diese verfolgt einen differenzierten und auf wissenschaftlichen Meta-Analysen basierenden Ansatz für die unterschiedliche Wirkung von Verkehrsgeräuschen auf der Grundlage von Mittelungspegeln. Als Sachverständigenäußerung hat diese zwar keinen rechtlich bindenden Charakter, kann aber als Hilfsmittel verwendet werden, um Planungsalternativen wirkungsgerecht zu bewerten, wenn auf ein schutzbedürftiges Gebiet mehrere Geräuschquellenarten einwirken. Die Vorgehensweise der VDI 3722 Blatt 2 sieht vor, als Entscheidungsgrundlage für eine von mehreren Alternativen für die Planung von Verkehrswegen den Anteil der Personen zu verwenden, die durch den Lärm der Verkehrswege entweder belästigt oder im Schlaf gestört ist.

Der Anteil der Bevölkerung, der sich durch Verkehrslärm bei einem bestimmten Mittelungspegel belästigt oder im Schlaf gestört fühlt, wird dabei anhand von normierten sogenannten Expositions-Wirkungsbeziehungen ermittelt. Diese Beziehungen wurden durch Auswertungen verschiedener Studien zur Wirkung von Verkehrsgeräuschen bestimmt. Abbildung 4-1 zeigt als Beispiel den Anteil der Personen, die sich Straßen-, Schienen- und Luftverkehr hochbelästigt fühlen. Diese sog. Expositions-Wirkungsbeziehungen sind derzeit in Anhang A der VDI-Richtlinie

genannt, jedoch ist bereits der Hinweis enthalten, dass bei Vorliegen neuerer Erkenntnisse auch aktuelle Beziehungskurven zu prüfen und ggfs. zu verwenden sind.

Für einen Vergleich von Planungsalternativen wird in der VDI 3722 Blatt 2 zunächst die unterschiedliche Wirkung der drei Verkehrsgeräuscharten berücksichtigt. Dazu wird der Pegel des Schienen- bzw. Luftverkehrs auf einen sogenannten renormierten Ersatzpegel L^*x umgerechnet. Das ist der Pegelwert, der eine Lärmbeeinträchtigung verursacht, die vergleichbar mit der durch Straßenverkehrsgeräusche ist. Der Straßenverkehr wird dabei als Referenz verwendet. Wirken mehrere Verkehrsgeräuschquellen auf ein Gebiet ein, werden die renormierten Ersatzpegel der beteiligten Quellen energetisch zu einem effektbezogenen Substitutionspegel L_{AES} summiert. Der L_{AES} ist somit der Pegel von Straßenverkehrsgeräuschen, der denselben Anteil vom Lärm betroffener Personen hervorrufen würde, wie das gleichzeitige Einwirken der beteiligten Verkehrsgeräuschquellen.

Im Vergleich zur herkömmlichen energetischen Summierung von Geräuschquellen werden bei den renormierten Ersatzpegeln und dem effektbezogenen Substitutionspegel also die unterschiedlichen Wirkungen von verschiedenen Quellarten berücksichtigt. Damit bietet dieser Ansatz im Weiteren die Möglichkeit, eine wirkungsgerechte Verteilung der Kosten auf die Lärmverursacher vorzunehmen.

Bislang kann das Verfahren somit nur Geräusche von Verkehrslärmquellen wirkungsgerecht aufsummieren. Im Rahmen eines Forschungsvorhabens für das Umweltbundesamt (Modell für eine Gesamtlärbewertung) wurde eine Weiterentwicklung der VDI 3722-2 vorgeschlagen, die zum Einen eine Aktualisierung der Expositions-Wirkungsbeziehungen auf Basis der Environmental Noise Guidelines for the European Region (WHO 2018), zum Anderen die Einbeziehung der Expositions-Wirkungsbeziehungen für Gewerbelärm vorschlägt (vgl. Abbildung 4-2 und Abbildung 4-3).

Die Einbeziehung von Gesundheitswirkungen wurden in diesem Vorhaben ebenfalls diskutiert. Dazu wurden Daten der NORAH-Studie hinsichtlich des Zusammenwirkens mehrerer Quellen und die dadurch hervorgerufenen Gesundheitswirkungen reanalysiert. Dabei hat sich das Konzept der epidemiologischen Risikomultiplikation (im Gegensatz zur Risikoaddition bei mehreren Quellen) als geeigneter zur Prognose der Wirkung erwiesen. Diese Ergebnisse basieren jedoch bislang nur auf den Daten der NORAH-Studie. Das Forschungsvorhaben des Umweltbundesamts empfiehlt daher weitere Untersuchungen, um diesen Ansatz zu validieren.

5.4 Definition einer Eingriffsschwelle für Gesamtlärm

Durch das Fehlen einer rechtlichen Begrenzung des Gesamtlärms in einer Verordnung des BImSchG hat die ständige Rechtsprechung (u.a. das Bundesverwaltungsgericht) bislang keinen Anlass gesehen, auf Grundlage des Bundes-Immissionsschutzgesetzes eine Summenpegelbetrachtung zu fordern. Erst auf Grundlage des Grundgesetzes und dem darin begründeten Anspruch auf Schutz der Gesundheit bzw. des Eigentums ist bislang eine Bildung des Summenpegels geboten. Dabei wird als Schwelle zur Gefährdung der Gesundheit und des Eigentums bislang ein Beurteilungspegel durch Gesamtlärm von 70 dB(A) tags oder 60 dB(A) nachts angenommen. Unterhalb dieser Schwelle wird ein Anspruch auf die Bildung eines Summenpegels vom Bundesverwaltungsgericht verneint.

Wollte man für eine Regelung zum Gesamtlärm eine Eingriffsschwelle definieren, so dürfte diese nicht oberhalb dieser bereits gerichtlich anerkannten Obergrenze der Gesundheitsgefährdung bzw. des enteignungsgleichen Eingriffs zu liegen kommen. Die untergeordneten Verordnungen des BImSchG legen ihre quellspezifischen Grenz- oder Richtwerte jedoch bereits deutlich niedriger (bis zu 25 dB niedriger im Falle von reinen Wohngebieten). Im Sinne des Gesetzeszwecks des Bundes-Immissionsschutzgesetzes, dem Schutz und der Vorsorge vor schädlichen Umwelteinwirkungen, zu denen auch erhebliche Belästigungen durch Geräusche zählen, ist die Wahl dieser strengeren Werte auch folgerichtig. Da das Gesetz jedoch keine Unterscheidung nach Quellenarten fordert und den Schutz vor *Einwirkungen*, die erhebliche Belästigungen hervorrufen können, zum Gesetzeszweck hat, müsste auch eine Richtlinie zum Schutz vor Gesamtlärm als Eingriffsschwelle den Beginn der erheblichen Belästigung definieren.

Wo dieser Beginn der erheblichen Belästigung für eine Gesamtlärbetrachtung liegen könnte, ist dabei nicht geklärt. Die Expositions-Wirkungsbeziehungen der VDI 3722-2 zeigen einen kontinuierlichen Anstieg der hochbelästigten Personen mit dem Pegel. Eine Eingriffsschwelle lässt sich hieraus nicht unmittelbar ableiten.

Wenn man jedoch davon ausgeht, dass das Immissionsschutzrecht für die Quellenarten Verkehr, Gewerbe, Sport und Freizeit jeweils einen getrennten Schwellwert für die erhebliche Belästigung definiert, könnte man davon ausgehen, dass bei gleichzeitigem Einwirken der zulässigen Pegel aus diesen Quellenarten, ebenfalls ein zumutbares Maß der Belästigung noch gegeben ist. Dann könnte die (energetische) Aufsummierung der zulässigen Pegel von Verkehrslärm, gewerblichen Anlagen, Sportanlagen und Freizeitanlagen (wobei hier die Sanierung von bestehenden Verkehrswegen unbeachtet bliebe) zu einem Schwellenwert für die Vermeidung der erheblichen Belästigung durch Gesamtlärm führen. Für (allgemeine) Wohngebiete könnte dieser Wert dann bei $(59+55+55+55)$ aufgerundet 63 dB tags und $(49+40+40+40)$ aufgerundet 51 dB nachts liegen. Dieser Wert ergibt sich aus einer (einfachen) Summation der Grenz- bzw. Richtwerte der Verkehrslärmschutzverordnung, der TA Lärm, der Sportanlagenlärmschutzverordnung und der Freizeitlärmschutzrichtlinie und ist in der Höhe natürlich diskutabel. Spielraum ergibt sich bereits daraus, dass der Grenzwert der Verkehrslärmschutzverordnung in der Regel für ein Verkehrsmittel (Straße oder Schiene) Anwendung findet. Damit könnte auch begründet werden, dass bei der Findung eines Gesamtlärmschwellenwerts der Immissionsgrenzwert für Verkehr zweimal $(59+59+55+55+55 = 64)$ Berücksichtigung finden sollte. Selbst eine dreifache Berücksichtigung (Straße, Schiene und Straßenbahn) wäre begründbar. Die hier vorgeschlagenen Werte dienen daher zunächst als Grundlage für die Darstellung der Auswirkungen eines solchen Schwellenwerts und sind in der Höhe zu diskutieren.

Ein Einwand gegen die Aufsummation von quellartspezifischen Grenz- und Richtwerten könnte sein, dass durch deren Einhaltung die Einhaltung der Schwellwerte für den Gesamtlärm ja ohnehin gewährleistet wäre. Diese trifft jedoch dann nicht zu, wenn bei der Gesamtlärbetrachtung auch bestehende Landverkehrswege mit einbezogen werden, die aus dem Anwendungsbereich der 16. BImSchV ausgenommen sind. Dagegen sprechen auch die aktuellen Erkenntnisse der WHO, die in Ihren Noise Guidelines (WHO 2018) eine Begrenzung des Straßenverkehrs auf 45 dB nachts, des Schienenverkehrs auf 44 dB nachts und des Flugverkehrs auf 40 dB nachts fordern. Eine Festlegung des Schwellpegels für Gesamtlärm, der eine Verschärfung der Anforderungen an die einzelnen Quellen über das bisher in den nationalen Verordnungen festgelegte Maß bedeuten würde, wäre aus rechtlicher

Sicht jedoch vermutlich nur schwer durchsetzbar. Zusammenfassend könnte die Festlegung eines Schwellwertes für die Gesamtlärbewertung sich an den bisherigen Grenz- und Richtwerten zur Vermeidung der erheblichen Belästigung orientieren (z.B. wie oben durch Summierung der Werte) und bis maximal zu den Werten für eine potentielle Gesundheitsgefährdung reichen. Für die Vorschläge einer Gesamtlärbewertung sowie die Praxisbeispiele in den folgenden Abschnitten wurden die aus den sektoralen Schwellenwerten aufsummierten Gesamtwerte von 63 dB(A) tags und 51 dB(A) nachts) herangezogen, deren Höhe wie bereits ausgeführt ja diskutabel ist. Eine großzügigere bzw. strengere Auslegung der Richtwerte würde sich folgerichtig mit geringeren bzw. höheren Anforderungen an den Schallschutz analog darstellen.

In den Richtlinien zu Gewerbelärm und Freizeit- und Sportlärm werden neben den Beurteilungskriterien bezogen auf dem Mittelungspegel auch Spitzenpegelkriterien mit einem Schwellwert von 20 dB über dem Mittelungspegel angewendet. Neuere Untersuchungen (Möhler et al. 2017) weisen darauf hin, dass auch beim Schienenverkehrslärm neben dem Mittelungspegel der Maximalpegel zu berücksichtigen ist. Daher wird vorgeschlagen, neben einem Grenzwert bezogen auf den Mittelungspegel auch ein Maximalpegelkriterium für den Gesamtlärm einzuführen. Dieser Grenzwert könnte als Maximalpegelkriterium z.B. 15 dB über dem Gesamtlärm-Mittelungspegel betragen.

5.5 Maßnahmenplanung bei einer Gesamtlärbetrachtung

Die Einführung einer Gesamtlärbewertung führt in einem zweiten Schritt zur Frage, welche Maßnahmen zur Reduzierung der Gesamtlärbelastung geeignet sind und im Weiteren, wer die Kosten dafür trägt.

Die Frage nach den geeigneten Maßnahmen soll dabei nicht nach den technischen Möglichkeiten der Lärminderung gestellt werden, sondern wie die Minderung durch Maßnahmen bewertet werden soll, um aus verschiedenen Alternativen eine Priorisierung erstellen zu können. Die Priorisierung von Maßnahmen kann unabhängig von der Frage der Schwellwerte anhand der Zahl der betroffenen Anwohner, die mutmaßlich (d.h. rechnerisch) durch Umsetzung der Maßnahme nicht mehr durch Gesamtlärm erheblich belästigt sind, entschieden werden.

Die VDI 3722-2 liefert ein Verfahren für Verkehrslärm, nach dem Planungsalternativen anhand der Zahl der Beeinträchtigten (Anwohner) priorisiert werden können. D.h. dass bei diesem Verfahren die Absoluthöhe der Belastung bei verschiedenen Planungsalternativen bewertet wird. Bei der Priorisierung von Schallschutzmaßnahmen muss demgegenüber die Änderung der Belastung bewertet werden. In einer abgewandelten Form kann hierfür auch das Verfahren der VDI 3722-2 angewendet werden. In dem Forschungsvorhaben des Umweltbundesamts „Modell zur Gesamtlärbewertung“ ist die Vorgehensweise beschrieben.

Grundlage für die Priorisierung von Maßnahmen ist ein Nutzen-Kosten-Verhältnis, das auf einem Belastungsindex basiert. Der vorgeschlagene Belastungsindex WEBI (wirkungsbezogener energetischer Belastungsindex) ist wie folgt definiert:

$$WEBI = \sum_{i=1}^I N_i \times 10^{0,1 L_{AES,i}} \quad (10)$$

Der Index repräsentiert somit den delogarithmierten nach VDI 3722-2 effektbezogenen Substitutionspegel L_{AES} für die Belästigungsart „Highly Annoyed“, aufsummiert über die Berechnungspunkte i und Betroffenen N_i .

Die Priorisierung von Schallschutzmaßnahmen wird anhand des Verhältnisses (NKI) der Minderung der Gesamtbelastungsindizes zu den Kosten getroffen:

$$NKI = \frac{WEBI_{vorher} - WEBI_{nachher}}{Kosten} \quad (11)$$

Bei der Umsetzung der Maßnahmen kann dann auch der Fall auftreten, dass verschiedene Quellen von der Wirkung der Maßnahme profitieren. Dann sind Methoden zur Kostenverteilung auf die Baulastträger anzuwenden. Als Kriterien für die Verteilung der Kosten können folgende Aspekte betrachtet werden:

- Wie stark trägt eine Quelle zur Gesamtlärmbelastung bei?
- Wie stark wird eine Lärmquelle im Vergleich zu den anderen Lärmquellen gemindert?
- Wie stark ist der Anteil der Lärminderung einer Quelle an der Gesamtlärminderung?

Die Untersuchungen zu verschiedenen Methoden zur Kostenverteilung im Forschungsvorhaben „Modell zur Gesamtlärmbewertung“ haben ergeben, dass ein transparentes, nachvollziehbares und kostengerechtes Verfahren basierend auf dem WEBI-Index wie folgt angewendet werden kann.

Die Kosten einer Maßnahme werden anhand des Verhältnisses der Minderung der Indizes der Quelle j am Gesamtindex aufgeteilt:

$$Kosten_j = Kosten_{ges} \times \frac{WEBI_{j,vorher} - WEBI_{j,nachher}}{WEBI_{vorher} - WEBI_{nachher}} \quad (12)$$

In das Finanzierungsmodell gehen für die Quelle j somit die Wirksamkeit der Maßnahme bezogen auf die Quelle j im Verhältnis auf die Wirksamkeit der Maßnahme bezogen auf den Gesamtlärm ein.

6 Vorschläge für die Einführung eines Gesamtlärmkriteriums

Im Folgenden werden drei grundsätzlich mögliche und unterschiedliche fachliche Vorgehensweisen für eine Gesamtlärbewertung vorgeschlagen. Bei den betrachteten Vorschlägen handelt es sich um fachliche Instrumente zur Bewertung von Gesamtlärm. Um rechtliche Auswirkungen insbesondere auf grundrechtsberechtigte Emittenten zu haben, bedarf die fachliche Gesamtlärbewertung der Integration in bzw. der Anbindung an eine gesetzliche Regelung. Die jeweils einschlägige rechtliche Anknüpfung kann Rückwirkung auf die jeweilige Art und Weise der Durchführung der fachlichen Gesamtlärbewertung haben.

Als Rechtsgrundlage für eine Gesamtlärbewertung könnte wie bei der TA Lärm §48 BImSchG herangezogen werden. Damit könnten im Rahmen einer allgemeinen Verwaltungsvorschrift zulässige Immissionswerte gem. §48 Abs. 1 Satz 1 Nr. 1 BImSchG und entsprechend Nr. 3 Verfahren zur Ermittlung von Emissionen und Immissionen in einer Verwaltungsvorschrift festgelegt werden. Einer Verwaltungsvorschrift kommt zwar grundsätzlich keine unmittelbare rechtliche Außenwirkung zu, wie das etwa bei einer Rechtsverordnung der Fall ist. Bei einer Verwaltungsvorschrift handelt es sich typischerweise um eine Regelung des verwaltungsinternen Bereichs. Ausnahmsweise kann aber auch eine Verwaltungsvorschrift über den verwaltungsinternen Bereich hinaus unmittelbare Außenwirkung entfalten, wenn es sich um eine normkonkretisierende Verwaltungsvorschrift handelt, wie das etwa mit Blick auf die TA Lärm der Fall ist.

Wenn damit wie beabsichtigt auch der Fluglärm einbezogen werden sollte, müsste geprüft werden, die Verwaltungsvorschrift nicht auf der Grundlage von § 48 BImSchG, sondern unmittelbar auf der Grundlage von Art. 84 Abs. 2 GG unter analoger Anwendung des in § 48 BImSchG vorgesehenen Beteiligungsverfahrens (§ 51 BImSchG) zu erlassen. Würde eine solche Gesamtregelung auf der Grundlage von Art. 84 Abs. 2 GG erlassen werden, könnte dieser Verwaltungsvorschrift nicht entgegen gehalten werden, sie verstöße gegen § 2 Abs. 2 S. 1 BImSchG.

Die ersten beiden fachlich methodischen Vorschläge berücksichtigen das in der Lärmwirkungsforschung bevorzugte Belästigungs-Äquivalenz-Modell, bei dem der Gesamtlärm-Beurteilungspegel nach dem Verfahren der VDI 3722-2 ermittelt wird. Wesentlicher Unterschied zwischen Vorschlag 1 und 2 liegt im Anwendungsfall: während Vorschlag 1 auch den Betrieb von Anlagen und Infrastruktur umfasst (und somit eine verbindliche Lärmsanierung auslösen würde), greift Vorschlag 2 lediglich bei Neuerrichtungen oder Änderungen. Letzteres Verfahren sieht eine gestufte Bewertung der Veränderung in Anlehnung an das Verfahren zur wesentlichen Änderung nach 16. BImSchV vor.

Mit diesen beiden Verfahren ist jedoch der in Kapitel 4.4 diskutierte Nachteil, dass Expositions-Wirkungs-Beziehungen regelmäßig überprüft werden müssten und sich ggfs. mit der Zeit auch ändern können, enthalten.

Daher wird ergänzend als alternativer Vorschlag 3 die Vorgehensweise nach dem früheren §47a BImSchG von 1990 und die hierfür angewendete Gesamtlärbetrachtung eingebracht. Diese Vorgehensweise entspricht im Wesentlichen dem energetischen Summationsmodell. Jedoch werden nicht die Absolutpegel der einzelnen Geräuschquellen aufsummiert und dann mit einem Schwellwert verglichen, sondern zunächst die Einzelquellen mit

ihrem Schwellenwert verglichen und die Differenzen zum Schwellenwert dann energetisch aufsummiert. Dadurch bleibt die Verwendung der sektoralen Schwellenwerte erhalten und ermöglicht darüber eine wirkungsgerechte Bewertung, sofern die sektoralen Schwellenwerte wirkungsgerecht definiert sind.

Abbildung 6-1 zeigt eine kurze Übersicht der im Folgenden diskutierten drei Vorschläge:

	Vorschlag 1 „Wirkungsgerechte Summation“	Vorschlag 2 „Wirkungsgerechte Summation / Änderungssituation“	Vorschlag 3 „Pegeladdition Anlehnung §47a alt“
Anwendungsfall	<ul style="list-style-type: none"> • Errichtung, • bauliche und betriebliche Änderung, • Betrieb 	<ul style="list-style-type: none"> • Errichtung, • bauliche und betriebliche Änderung 	<ul style="list-style-type: none"> • Errichtung, • bauliche und betriebliche Änderung, • Betrieb
Quellenart	<ul style="list-style-type: none"> • Straßen • Schienenwege • Flughäfen und Flugplätze • Anlagen im Anwendungsbereich der TA Lärm • Sportanlagen • Freizeitanlagen 		
Verfahren	<ul style="list-style-type: none"> • Berechnung der wirkungsgerechten Substitutionspegel je Quellenart • Berechnung des wirkungsgerechten Gesamtpegels 		<ul style="list-style-type: none"> • Berechnung der Konfliktkataster je Quellenart • Berechnung des Gesamtkonfliktkatasters
Kriterium	Überschreitung der vorgegebenen Immissionsrichtwerte für den Gesamtpegel	Erhöhung des Gesamtpegels um 3 dB(A)	Überschreiten von 0 dB(A) im Gesamtkonfliktkataster

Abbildung 6-1: Übersicht der drei fachlichen Vorschläge für ein Gesamtlärmkriterium

Diese drei Vorschläge werden im Folgenden näher erläutert und mögliche Inhalte beschrieben.

6.1 Vorschlag 1: „Wirkungsgerechte Summation“

In Abschnitt 5.4 wurde bereits diskutiert, wie die Eingriffsschwelle zur Bewertung des Gesamtlärms gewählt werden könnte. Dabei könnte die Eingriffsschwelle sowohl zur Vermeidung erheblicher Belästigung im Sinne des BImSchG als auch zur Vermeidung von Gesundheitsgefahren bzw. eines Eingriffs in Eigentum gewählt werden. Letztere wäre dann aber als feste Obergrenze der Zumutbarkeit von Gesamtlärm festzulegen. Im Sinne der Lärmvorsorge und des Gesetzeszwecks des BImSchG wird jedoch bereits die Vermeidung der erheblichen Belästigung als Grundlage für einen Schwellenwert als Zielgröße gewählt, insbesondere da aus der Lärmwirkungsforschung bekannt ist, dass zum Einen Risikoerhöhungen für Gesundheitsgefahren bereits bei deutlich geringeren Lärmpegeln als in der Rechtsprechung bisher angenommen beginnen und zum Anderen die Lärmbelästigung in neueren Untersuchungen auch als Gesundheitsgefahr geführt wird (WHO 2018).

In vorliegendem Vorschlag wird die Verwendung eines Schwellenwerts, der auf der energetischen Summation der sektoralen Immissionsgrenz- bzw. -richtwerte für (allgemeine) Wohngebiete basiert, vorgeschlagen. Dieser Wert beträgt (59+55+55+55) aufgerundet 63 dB tags und (49+40+40+40) aufgerundet 51 dB nachts. Die

letztliche Wahl der Werte für eine Gesamtlärbetrachtung bedarf eines umfangreichen öffentlichen, politischen und wissenschaftlichen Diskurses, damit der Schutz vor Lärm in ein angemessenes Verhältnis gebracht wird. Die vorgeschlagenen Werte dienen im Folgenden daher vor allem als Arbeitshypothese. Deren Höhe steht einer Diskussion offen. In dem Memorandum „Lärm und seine Auswirkungen auf die Gesundheit – Ergebnisse der Marwein-Runde am 21. Februar 2019“ (Brink et al 2019) wird z.B. empfohlen, als Zwischenschritt zur Verbesserung des Gesundheitsschutzes vor Straßen und Schienenverkehrsgeräuschen Werte von 65 dB(A) am Tag und 55 dB(A) in der Nacht anzusetzen. Zur Darstellung der Praxisbeispiele sind jedoch konkrete Werte erforderlich. Diese werden wie oben beschrieben angesetzt.

6.1.1 Verwaltungsvorschrift

Anwendungsbereich

Der Anwendungsbereich dieser Verwaltungsvorschrift wird wie folgt vorgeschlagen:

Die Verwaltungsvorschrift gilt für die Errichtung, die bauliche und betriebliche Änderung und den Betrieb von

- Öffentlichen Straßen
- Schienenwege der Eisen- und Straßenbahnen
- Flughäfen und Flugplätze
- Anlagen im Anwendungsbereich der TA Lärm
- Freizeitanlagen im Anwendungsbereich der Freizeitlärm-Richtlinie des LAI
- Sportanlagen im Anwendungsbereich der Sportanlagenlärmschutzverordnung

Durch die Erweiterung des Anwendungsbereichs auf den Betrieb der genannten Quellen wäre somit die Gesamtlärbetrachtung ein Einstieg in die Sanierung von belasteten Gebieten. In einer verminderten Auslegung, in der der Anwendungsbereich auf die Errichtung und die Änderung der genannten Anlagen und Verkehrswege beschränkt bleibt, wäre somit eine Gesamtlärbelastung erst nach Eintritt einer baulichen Änderung oder einer Änderung des Betriebs (z.B. Verkehrsmengenerhöhung) anzustellen.

Eingriffsschwelle

Die Eingriffsschwelle für die Gesamtlärbetrachtung könnte wie folgt gesetzt werden.

1. Die im Anwendungsbereich genannten Anlagen und Verkehrswege sind so zu errichten und zu betreiben, dass folgende Immissionsgrenzwerte unter Einrechnung der Gesamtbelastung der für diese Richtlinie geltenden Anlagen eingehalten werden:

in Gebieten nach §§ 2 bis 7 der BauNVO 63 dB(A) tags und 51 dB(A) nachts

2. Eine neu zu errichtende oder geänderte Anlage oder Verkehrsweg kann unbeschadet der Regelungen in Satz 1 zugelassen werden, wenn der Immissionsbeitrag zum Gesamtlärm an den maßgeblichen Immissionsorten die Immissionsrichtwerte um mindestens 10 dB(A) unterschreitet.
3. Einzelne kurzzeitige Geräuschspitzen dürfen die Immissionsgrenzwerte nachts um nicht mehr als 20 dB(A) überschreiten. Die Erfordernis eines Maximalpegelkriteriums ergibt sich aus der Notwendigkeit des Schutzes des Nachtschlafs (u.a. Möhler et al 2017).

Die Regelungen zur Rundung von Pegeln sollten sich an der 16. BImSchV orientieren, um ein einheitliches Vorgehen zu gewährleisten.

Eingrenzung der berücksichtigten Quellen

Zur Ermittlung der Beurteilungspegel des Gesamtlärms an einem Immissionsort sind alle Quellen des Anwendungsbereichs zu berücksichtigen, deren Immissionsbeitrag an diesem Immissionsort weniger als 15 dB unterhalb des maßgeblichen Immissionsrichtwerts nach Nummer 1 liegt.

6.1.2 *Anhänge zur Verwaltungsvorschrift (Rechenmethoden)*

Anhang 1: Hier werden analog zur 16. BImSchV oder TA Lärm die Verfahren zur Ermittlung der Beurteilungspegel festgelegt. Für eine einheitliche Berechnung aller Quellen bietet sich die für die EU-Umgebungslärmrichtlinie im Entwurf vorliegende Berechnungsmethode für den Umgebungslärm (BUB bzw. BUF) an. Diese Vorschriften müssen um Verfahren zur Berechnung des Maximalpegels bei Verkehrslärmquellen und Anlagengeräuschen ergänzt werden. Zur Anpassung an die nationalen Regelungen und die obigen Kriterien werden noch folgende Anpassungen erforderlich:

Beurteilungszeiten

Für das Gesamtlärmkriterium werden die im nationalen Immissionsschutzrecht verwendeten Beurteilungszeiträume Tag (06-22 Uhr) und Nacht (22-06 Uhr) vorgeschlagen. Auf die Verwendung eines 24 h-Beurteilungspegels wird verzichtet.

Zuschläge für auffällige Geräusche

Die in den quellspezifischen Richtlinien verwendeten Zuschläge für ton- oder informationshaltige Geräusche oder impulshaltige Geräusche sollten in Analogie zu den quellspezifischen Regelwerken auch auf den Gesamtlärm angewendet werden. Jedoch sollten die Kriterien für deren Anwendung vereinheitlicht werden und nicht wirkungsbezogene Sonderfälle (wie. z.B. die Privilegierung der menschlichen Stimme oder von sogenannten „Altanlagen“ in der Sportanlagenlärmschutzverordnung) angeglichen werden. Der im BImSchG verankerte Akzeptorbezug, der eine Gesamtlärbetrachtung erfordert, sollte dementsprechend auch bei der Ermittlung von Zuschlägen beachtet werden. Zuschläge für auffällige Geräusche sind dann unter Berücksichtigung des Gesamtlärmpegels am

Immissionsort zu vergeben. Damit ist ein Zuschlag für Impulshaltigkeit auch nur auf die Impulshaltigkeit des Gesamtgeräuschs anzurechnen.

Anhang 2: Hier wird zunächst die Bildung der wirkungsgerechten Ersatzpegel je Quellenart und die wirkungsgerechte Aufsummierung der Geräuschanteile verschiedener Quellenarten zu einem Gesamtlärmpegel behandelt. Den Inhalt bildet somit im Wesentlichen das Substitutionsverfahren der VDI 3722-2, wobei die zugrunde liegenden Expositions-Wirkungs-Beziehungen aus Gründen der Rechtssicherheit verbindlich festgelegt, in regelmäßigen Abständen jedoch geprüft und mittels einer Öffnungsklausel dem aktuellen Stand der Wissenschaft angepasst werden sollten.

Die genaue Vorgehensweise wird in Kapitel 7 Praxisbeispiele dargestellt.

6.2 Vorschlag 2: „Wirkungsgerechte Summation / Änderungssituation“

Eine alternative Vorgehensweise könnte sein, dass die Gesamtlärbetrachtung nur in einer Änderungssituation gefordert wird und somit ergänzend zu den weiterhin gültigen quellspezifischen Regelungen eine Verschlechterung der Gesamtlärsituation durch das Bewertungsverfahren verhindert wird. Rechtlich deutlich unproblematischer als die Normierung einer zwingenden Gesamtlärmsanierung „im Betrieb“ ist die Einbettung fachlicher Vorgaben an eine Gesamtlärmsanierung nur für die Fälle, in denen die anstoßgebende Änderung ohnehin genehmigungsbedürftig ist. Bedarf die tatsächliche Änderung der betrachteten Anlage einer rechtlichen Genehmigung, auf die das fachplanerische Abwägungsgebot Anwendung findet, so ist keine Änderung des formellen Rechts erforderlich. Die fachlichen Vorgaben, ausgestaltet in einer Verwaltungsvorschrift, können unmittelbar im Rahmen des Abwägungsvorgangs abgearbeitet werden.

6.2.1 Verwaltungsvorschrift

Anwendungsbereich

In diesem Vorschlag würde anstelle von Immissionsgrenzwerten die zulässige Änderung der Gesamtlärmbelastung reglementiert. Damit ist jedoch gleichzeitig auch festgelegt, dass mit diesem Gesamtlärmkriterium keine Bestandssituationen saniert würden.

Der Anwendungsbereich dieser Verwaltungsvorschrift wird wie folgt vorgeschlagen:

Die Verwaltungsvorschrift gilt für die Errichtung und die bauliche oder betriebliche Änderung von

- Öffentlichen Straßen
- Schienenwege der Eisen- und Straßenbahnen
- Flughäfen und Flugplätze
- Anlagen im Anwendungsbereich der TA Lärm
- Freizeitanlagen im Anwendungsbereich der Freizeitlärm-Richtlinie des LAI
- Sportanlagen

Eingriffsschwelle

1. Anlagen und Verkehrswege sind so zu errichten, dass durch die neu zu errichtende Anlage oder Verkehrsweg der Beurteilungspegel der Gesamtbelastung der für diese Richtlinie geltenden Anlagen nicht um 3 dB(A) tags oder nachts erhöht wird und der zukünftige Beurteilungspegel den Schwellenwert der Gesamtlärmbelastung von 63 dB(A) tags und 51 dB(A) nachts überschreitet.
2. Eine neu zu errichtende oder geänderte Anlage oder Verkehrsweg ist ebenfalls unzulässig, wenn ein Beurteilungspegel der Gesamtlärmbelastung von 70 dB(A) tags oder 60 dB(A) nachts erstmalig überschritten oder weitergehend erhöht wird.

Die Regelungen zur Rundung von Pegeln sollten der 16. BImSchV entliehen werden, um ein einheitliches Vorgehen zu gewährleisten.

Eingrenzung der berücksichtigten Quellen

Zur Ermittlung der Beurteilungspegel an einem Einwirkungsort sind alle Quellen des Anwendungsbereichs zu berücksichtigen, deren Immissionsanteil weniger als 10 dB unterhalb des für diesen Ort gültigen Immissionsrichtwert nach Nummer 1 liegt.

6.2.2 *Anhänge zur Verwaltungsvorschrift (Rechenmethoden)*

Anhang 1 (Ermittlung Beurteilungspegel, Beurteilungszeiten, Zuschläge für auffällige Geräusche) und **Anhang 2** (wirkungsgerechte Ersatzpegel und wirkungsgerechte Aufsummierung zu Gesamtpegel) können in Übereinstimmung zu Vorschlag 1 verwendet werden. Die genaue Vorgehensweise wird in Kapitel 7 Praxisbeispiele erläutert.

6.3 Vorschlag 3: „Energetische Summation in Anlehnung an § 47a alt“

Im Folgenden wird ein Gesamtlärmkriterium basierend auf dem früheren Paragraphen 47a BImSchG und den damit verbundenen Verwaltungsvorschriften bzw. Handlungsanleitungen vorgeschlagen.

Kernpunkt ist hierbei die Erstellung von Konfliktkatastern je Quellenart mit einer erweiterten Schwellenwertbetrachtung von -5dB und einer darauffolgenden Überlagerung der einzelnen Konfliktkataster zu einem Gesamtkonfliktkataster. Die Vorgehensweise anhand von flächenhaften Darstellungen wird für eine Anwendung zur Gesamtlärbewertung als Fassadenpunktberechnung für betroffene Gebäude umgedeutet.

Die Erfassung der Lärmbelastung in Konfliktkatastern je Quellenart und die daraus abgeleitete Erstellung eines Gesamtkonfliktkatasters ist ein typisches Instrument der planungsrechtlichen Abwägung. Es kann bereits heute bei der Erarbeitung von Lärmaktionsplänen oder im Rahmen der fachplanungsrechtlichen Abwägung angewendet werden.

6.3.1 Verwaltungsvorschrift

Der Anwendungsbereich dieser Verwaltungsvorschrift wird vergleichbar zu Vorschlag 1 formuliert.

Die Verwaltungsvorschrift gilt für die Errichtung und die bauliche oder betriebliche Änderung und den Betrieb von

- Öffentlichen Straßen
- Schienenwege der Eisen- und Straßenbahnen
- Flughäfen und Flugplätze
- Anlagen im Anwendungsbereich der TA Lärm
- Freizeitanlagen im Anwendungsbereich der Freizeitlärm-Richtlinie des LAI
- Sportanlagen

Eingriffsschwelle

Die Eingriffsschwelle für die Gesamtlärbetrachtung bezieht sich für diesen Vorschlag auf die Darstellung von Gesamtkonfliktplänen, welche durch Überlagerung der Konfliktpläne der verschiedenen Lärmquellenarten resultieren:

1. Die im Anwendungsbereich genannten Anlagen und Verkehrswege sind so zu errichten und zu betreiben, dass in den Gesamtkonfliktplänen keine Bereiche mit positiven Summenwerten resultieren.
2. Eine neu zu errichtende oder geänderte Anlage oder Verkehrsweg kann unbeschadet der Regelungen in Satz 1 zugelassen werden, wenn sein Immissionsrichtwert mindestens 5 dB(A) unter dem für diese Quelle maßgeblichen Grenzwert liegt.

Eingrenzung der berücksichtigten Quellen

Zur Ermittlung der Beurteilungspegel an einem Einwirkungsort sind alle Quellen des Anwendungsbereichs zu berücksichtigen, deren Immissionsanteil weniger als 5 dB unterhalb des für diesen Ort gültigen Immissionsrichtwert nach Nummer 1 liegt.

6.3.2 Anhänge zur Verwaltungsvorschrift (Rechenmethoden)

Anhang 1 (Ermittlung Beurteilungspegel, Beurteilungszeiten, Zuschläge für auffällige Geräusche) kann analog zu den Vorschlägen 1 und 2 übernommen werden.

In **Anhang 2** soll hingegen eine Handlungsanleitung zur Berechnung der Konfliktkataster je Quellenart und der Erstellung des Gesamtkonfliktkatasters beinhaltet sein. Auch hier wird die genaue vorgeschlagene Vorgehensweise in Kapitel 7 Praxisbeispiele vorgestellt.

7 Praxisbeispiele

Im Folgenden werden die beschriebenen Vorschläge anhand von Praxisbeispielen miteinander verglichen. Hierfür wurde mit Simulationssoftware ein fiktives Untersuchungsgebiet erstellt. Das Untersuchungsgebiet entstammt einem realen, aber verfremdeten Datensatz einer Kommune in Nordrhein-Westfalen. Der Datensatz enthält die realen Gebäude mit Angabe der Gebäudehöhe und der Zahl der Wohneinheiten sowie der Gebäudenutzung. Dieser Datensatz wurde in ein abweichendes Koordinatensystem eingegeben und bzgl. der Lage der Einzelnen Gebiete zueinander verfremdet.

Als Schallquellen wurden Straßen und Schienenstrecken in gerader Streckenführung durch das Gebiet modelliert, wo sich auch in der realen Situation (näherungsweise) Verkehrswege befinden. Die Emissionsdaten wurden aus Rechenmodellen anderer Strecken übernommen. Folgende Ansätze sind in den Praxisbeispielen enthalten:

Gebäudedatensatz (LOD1): Kommune eines Ballungsraums in Nordrhein-Westfalen

Straße: mehrspurige Autobahn eines Ballungsraums in Deutschland (DTV 100.000 Kfz, 10% Schwerverkehrsanteil und Richtgeschwindigkeit 130 km/h)

Schiene: Fernverkehrstrecke mit durchschnittlich 1 Güterzug, 2 Nahverkehrszügen und 1 Fernverkehrszug je Stunde und Richtung bei einer Streckengeschwindigkeit von maximal 160 km/h

Gewerbeflächen:: Flächenhafter Emissionsansatz in Anlehnung an DIN 18005 mit einem flächenbezogenen Schallleistungspegel von $L_w'' = 65/50$ dB tags/nachts für die Industrie- fläche südwestlich und $L_w'' = 60/45$ dB tags/nachts für die Gewerbefläche

Für die unterschiedlichen Quellen (Straßen-, Schienenverkehr, Gewerbe) sind mittels der Simulationssoftware Rasterkarten auf einer Höhe von 4 m erstellt worden. Weitere Quellen des Umgebungslärms wie z.B. Sport- und Freizeitlärm, wurden in den vorliegenden Praxisbeispielen ausgenommen, da aktuell noch keine Expositions-Wirkungsfunktionen vorliegen, die für diese Quellenarten eine wirkungsgerechte Substitutionspegelberechnung erlauben. Es sind allerdings Forschungsvorhaben des Umweltbundesamtes zum Sportlärm als auch Gewerbelärm in verdichteten Räumen in Bearbeitung (Stand März 2020), die künftig eine erstmalige Verwendung von Expositions-Wirkungsfunktionen (für Sport- und Freizeitlärm) sowie deren Aktualisierung (für Gewerbelärm in verdichteten Räumen) für die Wirkungsbereiche Lärmbelastigung und berichtete Schlafstörungen ermöglichen werden. In den nachfolgenden Berechnungen in den Praxisbeispielen ist der Fluglärm aufgrund der in Kapitel 7.5 beschriebenen Auswirkungen der zugehörigen Expositions-Wirkungs-Beziehung zunächst ausgenommen, anschließend werden die Praxisbeispiele einschließlich von Fluglärmrechnungen vorgestellt.

Aus den Rasterkarten sind in den Praxisbeispielen Fassadenberechnungen erfolgt, welche die Immissionspegel an den jeweiligen Fassaden aufzeigen. Je nach den einzelnen im Kapitel 6 beschriebenen Vorschlägen zur Gesamtlärbetrachtung wurden bestimmte Rasteroperationen ausgeführt, um die unterschiedlichen Gewichtungen

bzw. Rechenoperationen je Vorschlag berücksichtigen zu können. Die Darstellung mit flächenhaften Berechnungen soll der Verdeutlichung dienen. Die Anwendung in der späteren schalltechnischen Beurteilung erfolgt anhand von Fassadenpegeln.

Für die nachfolgenden Praxisbeispiele wurde jeweils der $L_{r,N}$ betrachtet, da der Gesamtlärm, u.a. durch die gesetzten Grenzwerte, in der Nacht als besonders kritisch zu bewerten ist.

Mit diesen Daten wurden zwei unterschiedliche Szenarien (Straße und Schiene parallel / Straße und Schiene kreuzend) erstellt. Abbildung 7-1 zeigt die Lagepläne, Abbildung 7-2 den Flächennutzungsplan dieser beiden Praxisbeispiele.



Abbildung 7-1: Praxisbeispiel 1 mit paralleler Straßen- und Schienenführung (links) und Praxisbeispiel 2 mit sich kreuzender Straßen- und Schienenführung (rechts).

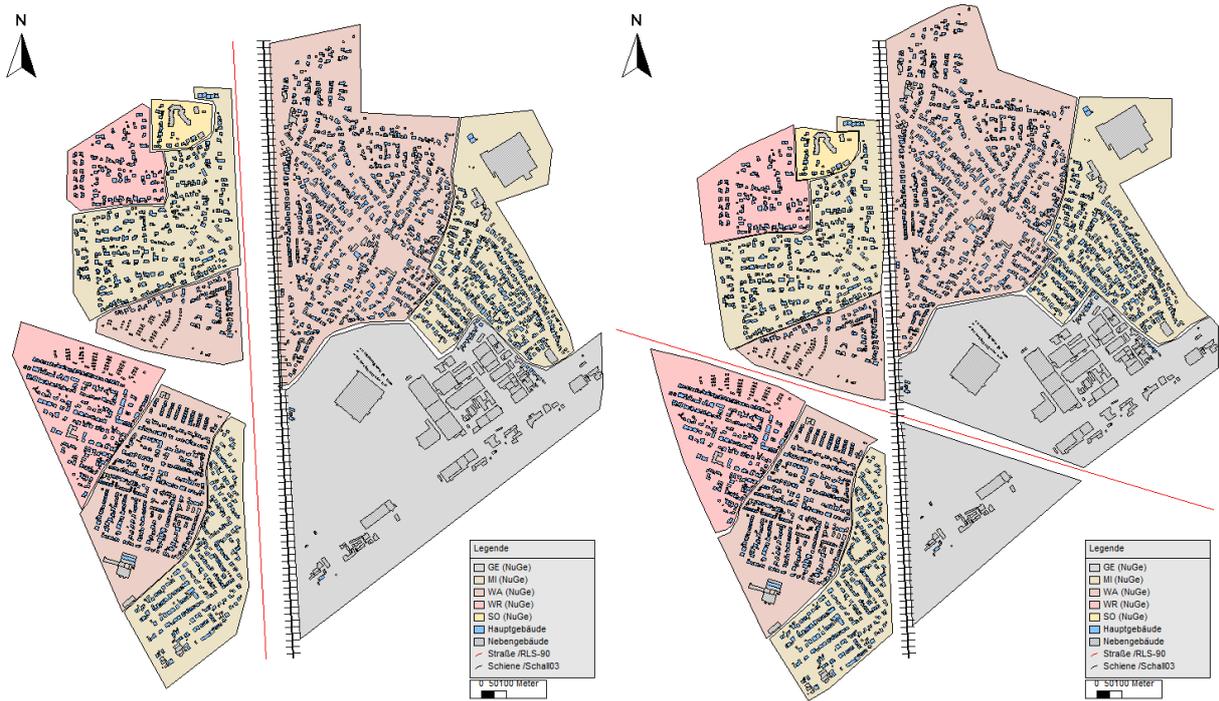


Abbildung 7-2: Flächennutzung der beiden Praxisbeispiele (links: Praxisbeispiel 1, rechts: Praxisbeispiel 2); GE: Gewerbegebiet, MI: Mischgebiet, WA: Allgemeines Wohngebiet, WR: Reines Wohngebiet, SO: Sondergebiet

Für diese beiden Praxisbeispiele wurden im Folgenden Berechnungen der Gesamtlärmbelastung entsprechend Vorschlag 1 bis 3 durchgeführt. Die Vorgehensweise hierzu kann Tabelle 5 entnommen werden.

Tabelle 5: Vorgehensweise zur Betrachtung der Gesamtlärmbelastung für die beiden Praxisbeispiele, * Wiederholung des vorherigen Schrittes für Ausgangszustand vor Änderung („Nullfall“)

Schritt	Vorschlag 1 „Wirkungsgerechte Summation“	Vorschlag 2 „Wirkungsgerechte Summation / Änderungssituation“	Vorschlag 3 „Energetische Summation in Anlehnung an §47a alt“
1	Berechnung der Rasterlärmkarten in 10 m Rasterabstand auf einer Höhe von 4 m mit dem Lärminde _x L _{r,N} für Straße und Schiene und Gewerbe separat		
1.0*		wie 1 für Nullfall	

2	Berechnung des effektbezogenen Substitutionspegels für jede einzelne Quelle. Basis für die Berechnung sind die Expositions-Wirkungsfunktionen zur Belästigung und Schlafstörung durch Verkehrslärm aus den entsprechenden WHO-Reviews und zur Belästigung durch Gewerbelärm aus Miedema & Vos (2004)	Berechnung der Über-/Unterschreitungspegel für jede einzelne Quelle mit Auslösung 5 dB unterhalb der jeweiligen quellenbezogenen Grenz- bzw. Richtwerte	
2.0*		wie 2 für Nullfall	
3	Berechnung der Gesamtlärmbelastung durch energetische Summation der einzelnen renormierten Ersatzpegel	Berechnung der Gesamtlärmüberschreitung durch energetische Summation der Überschreitungen der einzelnen Grenz- bzw. Richtwerte	
3.0*		wie 3 für Nullfall	
4	Überprüfung der Auslösung nach den vorgeschlagenen Richtwerten	Überprüfung der Auslösung nach dem 3dB-Änderungskriterium sowie für jede weitere Erhöhung ab 60 dB(A) nachts	Überprüfung der Auslösung bei Werten der „Gesamtüberschreitung“ von mehr als 0 dB
5	Berechnung der betroffenen Wohneinheiten für jede Einzelbelastung und der Gesamtbelastung		

7.1 Vorschlag 1 „Wirkungsgerechte Summation“

7.1.1 Praxisbeispiel 1: Straße und Schiene parallel und Gewerbeflächen

Das Praxisbeispiel 1 bezieht sich auf die Beurteilung des *nächtlichen* Gesamtlärms. Zunächst werden in einem ersten Schritt die Rasterlärmkarten für die einzelnen Geräuschquellen Straßen- und Schienenverkehr sowie Gewerbe berechnet. Diese sind in Abbildung 7-4 dargestellt.

Abbildung 7-3 zeigt die aktuelle Expositions-Wirkungs-Beziehung für stark Schlafgestörte in Abhängigkeit vom vorherrschenden A-bewerteten Schalldruckpegel L_{night} nach dem WHO-Reviews für die Geräuschquellen Luft, Straße und Schiene (Basner & McGuire 2018). Anhand dieser Kurve werden nun im nächsten Schritt aus den tatsächlichen Pegeln die renormierten Ersatzpegel errechnet, wobei die Straße als Referenz im Original übernommen wird und für Schiene die Umrechnung erfolgt. Entsprechend dem Vorschlag aus der Gesamtlärmuntersuchung des Umweltbundesamts (Umweltbundesamt 2019) liegt für Industrie und Gewerbegeräusche keine eigene Expositions-Wirkungsfunktion für %HSD vor. Vorläufig wird daher für Industrie- und Gewerbegeräusche die Expositions-Wirkungsfunktion für %HSD durch Straßenverkehrsgeräusche verwendet. Das Umweltbundesamt hat zwischenzeitlich zwei Forschungsvorhaben gestartet, die u.a. zum Ziel haben, Expositions-Wirkungs-Beziehungen für Gewerbelärm und Sportlärm zu ermitteln. Deren Ergebnisse liegen jedoch vsl. erst Ende 2021 vor. In Abbildung 7-4 unten sind die resultierenden Rasterlärmkarten der jeweiligen renormierten Ersatzpegel für die drei Geräuschquellen dargestellt.

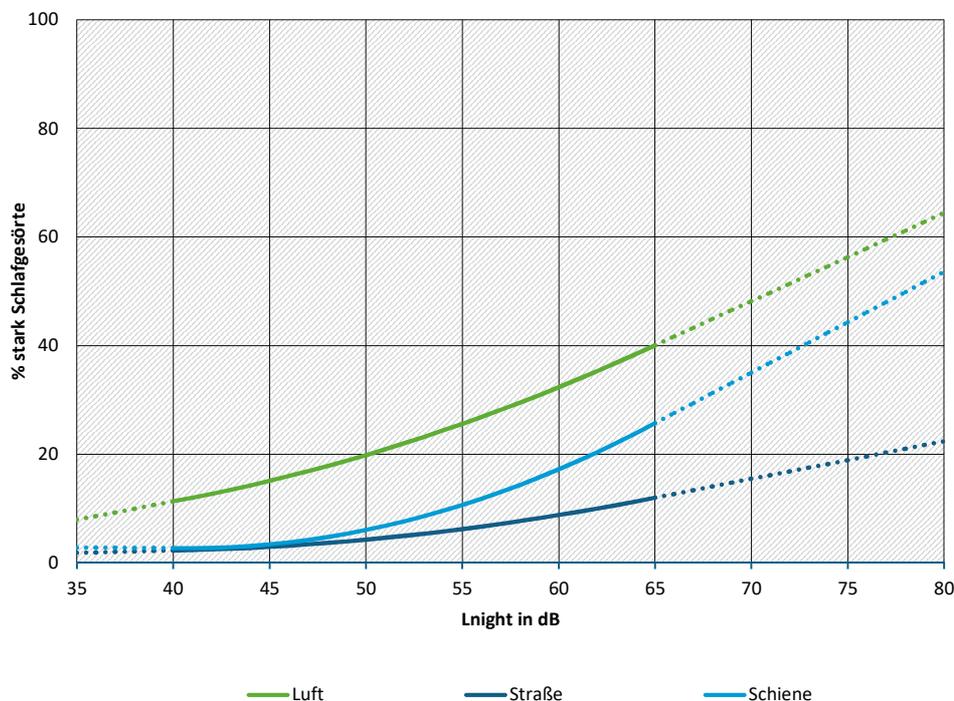


Abbildung 7-3: Expositions-Wirkungs-Beziehung nach WHO-Review mit linearer Verlängerung am oberen und unteren Wertebereich (WHO-Review Basner & McGuire 2018)

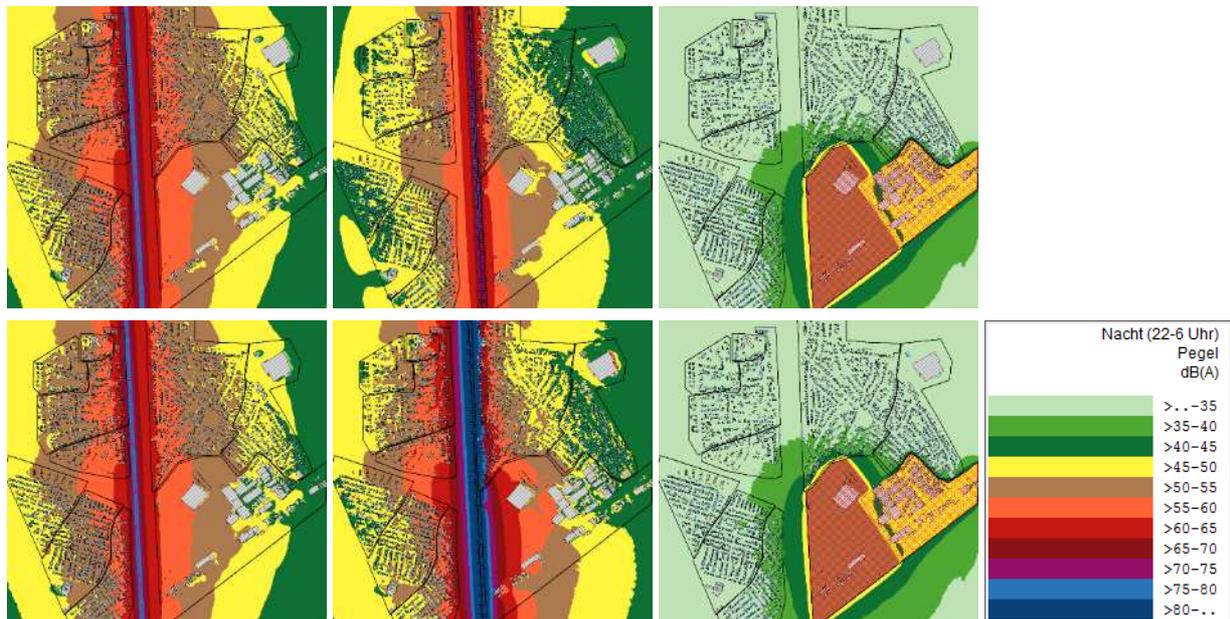


Abbildung 7-4: Rasterlärmkarten für die Geräuschquellen Straße (links), Schiene (mittig) und Gewerbe (rechts). Oben: Berechnete Pegelwerte, unten: renormierte Ersatzpegel nachts auf Basis der Expositions-Wirkungs-Beziehungen des WHO-Reviews zur Auswirkung von Umgebungslärm auf den Schlaf (Basner & McGuire 2018)

Werden zunächst die einzelnen Geräuschquellen untereinander verglichen, sind die Geräuscheinwirkungen von Straße und Schiene deutlich zu erkennen. Diese führen an den direkt angrenzenden Gebieten zu Immissionspegeln von teilweise über 65 dB(A) nachts und betragen selbst in den am weitesten entfernten Gebieten des Beispiels mehr als 40 dB(A). Demgegenüber führen die Gewerbe- und Industrieflächen nur im unmittelbaren Umfeld zu Immissionspegeln von bis zu 45 dB(A).

Der Übergang von berechneten Pegeln auf schlafstörungsbezogene renormierte Ersatzpegel (Vergleich obere zu unteren Grafiken in Abbildung 7-4 zeigt übereinstimmend mit der in Abbildung 7-3 dargestellten Expositions-Wirkungs-Beziehung für die Schiene eine erkennbare Erhöhung im Pegel.

In einem nächsten Schritt wird nun durch energetische Summation der Ersatzpegel der einzelnen Geräuschquellen die effektbezogenen (schlafstörungsbezogenen) Substitutionspegel berechnet.



Abbildung 7-5: Rasterlärmkarte für den schlafstörungsbezogenen Substitutionspegel der Gesamtlärmbelastung nachts durch Straßen- und Schienenverkehr und Gewerbe- und Industrieflächen

Wie bereits anhand der Rasterlärmkarten der einzelnen Geräuschquellen zu erwarten war, zeigen sich bei Betrachtung der nächtlichen Gesamtlärmbelastung aller drei Geräuschquellen durch die hohen renormierten Ersatzpegel des Schienenverkehrs eine hohe Belastung entlang der Schienenstrecke mit Substitutionspegeln über 80 dB(A). Damit wäre entsprechend des Gesamtlärmkriteriums aus Vorschlag 1 der nächtliche Immissionsrichtwert in weiten Bereichen überschritten. Die genaue Anzahl der Betroffenen entsprechend des in Vorschlag 1 formulierten Richtwerts wird in Abschnitt 7.4 dargestellt und diskutiert.

7.1.2 Praxisbeispiel 2: Straße und Schiene kreuzend und Luftverkehr

Auch für das zweite Praxisbeispiel gilt, dass eine Gesamtlärbetrachtung für die Nachtzeit vorgenommen wurde. Es wurden hierfür ebenfalls die oben beschriebenen Schritte durchgeführt. So ist den Abbildung 7-6 wiederum oben der berechnete Pegel und unten der jeweilige renormierte Ersatzpegel zu entnehmen.

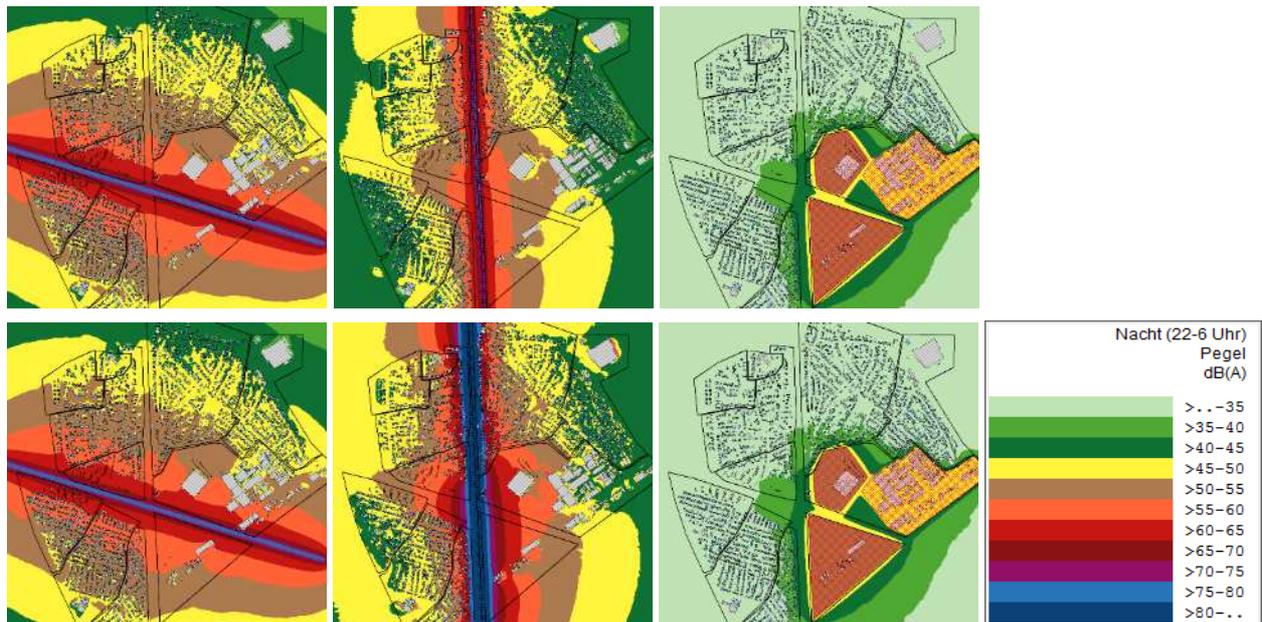


Abbildung 7-6: Rasterlärnkarten für die Geräuschquellen Straße (links), Schiene (mittig) und Gewerbe (rechts). Oben: Berechnete Nachtpegelwerte, unten: renormierte Ersatzpegel nachts auf Basis der Expositions-Wirkungs-Beziehungen des WHO-Reviews von Basner & McGuire (2018)

Auch für Praxisbeispiel 2 zeigt sich ein ähnliches Bild wie für Praxisbeispiel 1. Während bei den berechneten Immissionspegeln die Straße die dominanteste Geräuschquelle ist, kehrt sich das Bild bei Bildung der renormierten Ersatzpegel um und die Schiene verursacht höhere Werte. Abbildung 7-7 zeigt analog zu Praxisbeispiel 1 die durch energetische Summation der einzelnen renormierten Ersatzpegel die schlafstörungsbezogenen Substitutionspegel.

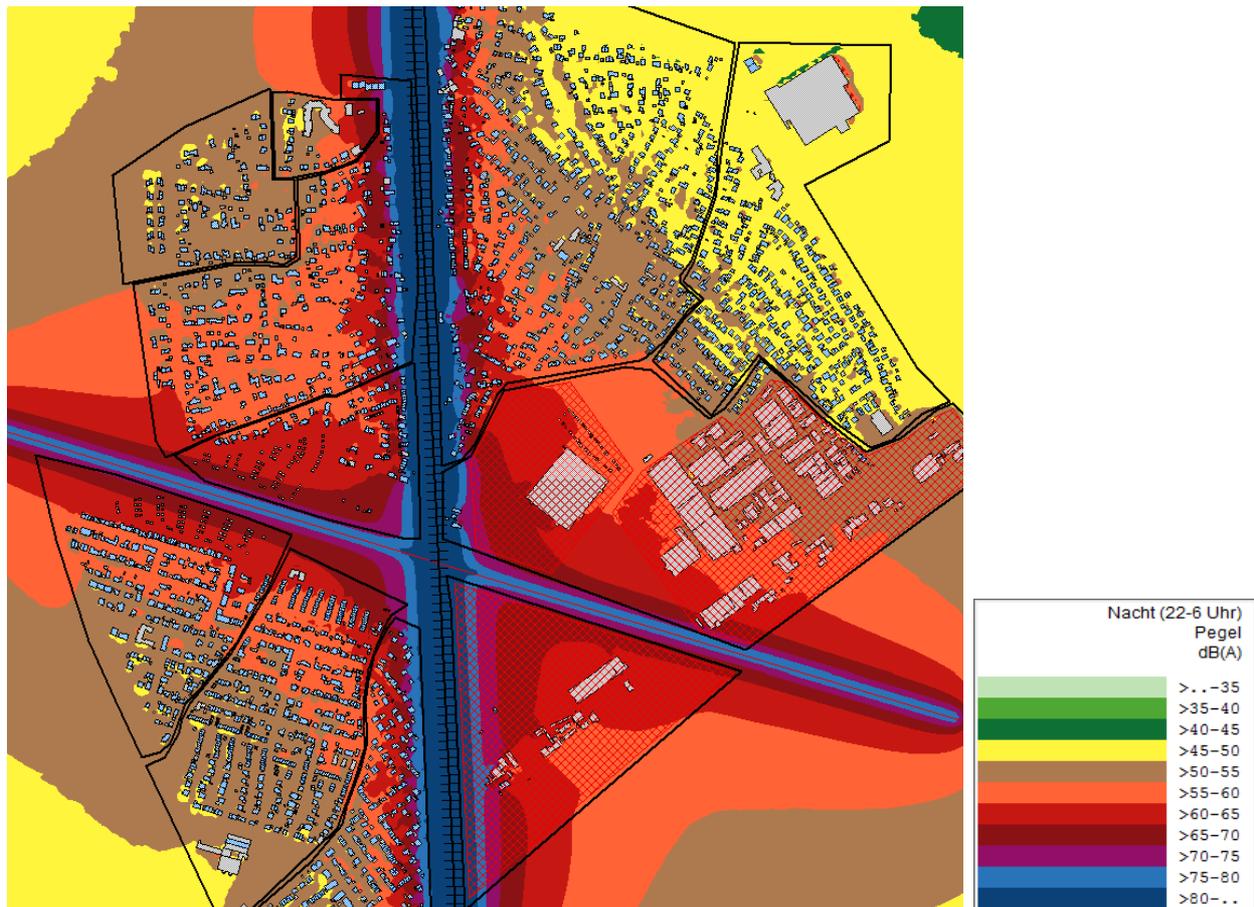


Abbildung 7-7: Rasterlärkarte für den schlafstörungsbezogenen Substitutionspegel der Gesamtlärmbelastung durch Straßen- und Schienenverkehr und Gewerbe- und Industrieflächen

Auch für Praxisbeispiel 2 resultieren wie erwartet bei Betrachtung der nächtlichen Gesamtlärmbelastung durch alle drei Geräuschquellen Substitutionspegel bis an die 80 dB(A) im Nahbereich der Schiene. Insgesamt ergeben sich durch den unterschiedlichen Verlauf der Verkehrslärmquellen im Vergleich zu Praxisbeispiel 1 größere Flächen mit Bebauung und Substitutionspegeln über 60 dB(A). Die genaue Anzahl der Betroffenen für dieses Praxisbeispiel wird ebenfalls in Abschnitt 7.4 dargestellt und diskutiert.

7.2 Vorschlag 2 „Wirkungsgerechte Summation / Änderungssituation“

Für die Umsetzung von Vorschlag 2 „Wirkungsgerechte Summation / Änderungssituation“ wird wie bei Vorschlag 1 vorgegangen, nur dass die Schritte 1 bis 3 nicht nur für den Änderungsfall („Planfall“), sondern auch für den Ausgangszustand vor Änderung („Nullfall“) durchzuführen sind. Wieder bezieht sich die Gesamtlärmbeurteilung auf die Nachtzeit.

7.2.1 Praxisbeispiel 1: Straßen- und Schienenverkehr parallel und Gewerbeflächen

Es werden in einem ersten Schritt sowohl für den Planfall als auch für den Nullfall Rasterlärmkarten für die einzelnen Geräuschquellen Straßen-, Schienenverkehr und Gewerbe berechnet. Dabei wurde davon ausgegangen, dass die Straße, im Sinne der 16. BImSchV, wesentlich geändert wird. Für den Nullfall wurde für die Geräuschquelle Straßenverkehr eine Verkehrsmenge angenommen, die 30 % der Verkehrsmenge im Planfall (d.h. ca. 30.000 Kfz/24 h) entspricht. Derartige Verkehrsmengenänderungen sind im Bereich der Verkehrsmengenerhöhung zu erwarten, die z.B. bei einem Ausbau einer 2-steifigen Bundesstraße auf eine 6-spurige Autobahn prognostiziert werden. Die zugehörige Erhöhung der Emission der Straße entspricht somit einer Erhöhung um 5 dB, was auch im Sinne der 16. BImSchV eine wesentliche Änderung anzeigen würde. Um eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse für die unterschiedlichen Vorschläge zu gewährleisten, wurde das Beispiel so gewählt, dass der Planfall den Daten von Vorschlag 1 entspricht. Alle anderen Geräuschquellen wurden sowohl im Null- als auch im Planfall identisch zu denen in Vorschlag 1 angesetzt.

Da somit die Rasterlärmkarten für die Straße im Planfall und für Schienenverkehr und Gewerbe sowohl im Nullfall als auch im Planfall denen aus Vorschlag 1 entsprechen, stimmen in Abbildung 7-8 und Abbildung 7-9 die Daten für Schienenverkehr und Gewerbe mit denen aus Abbildung 7-4 überein. Für den Straßenverkehr kann zwischen Null- und Änderungsfall die Pegelerhöhung beobachtet werden.

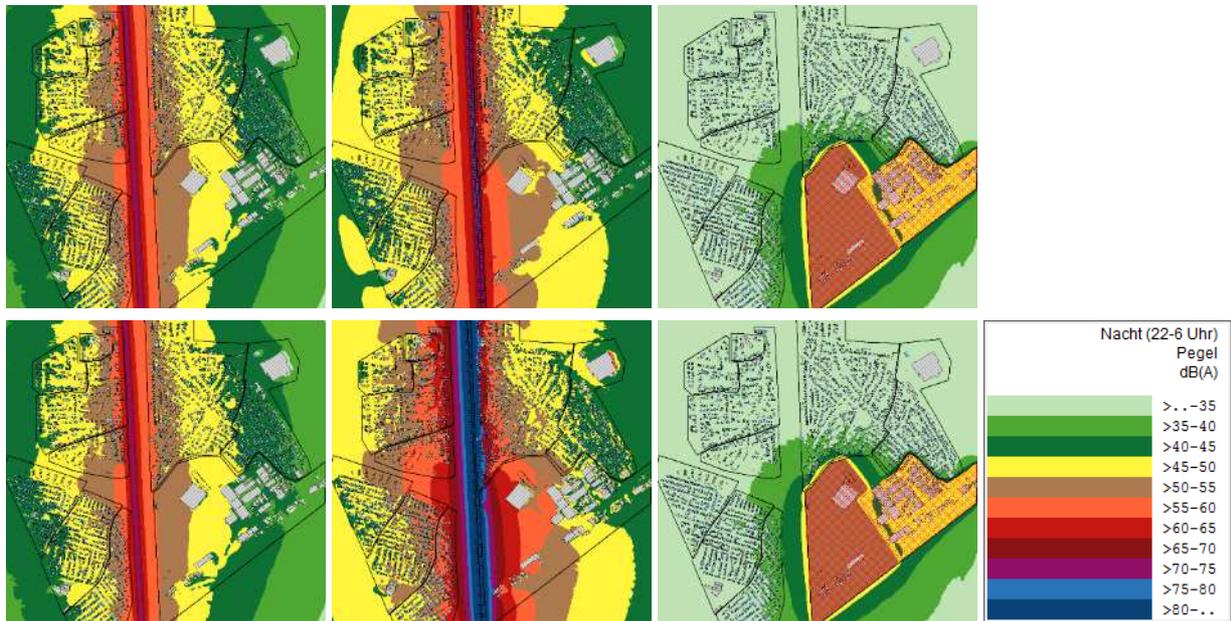


Abbildung 7-8: Rasterlärnkarten für die Geräuschquellen Straße (links), Schiene (mittig) und Gewerbe (rechts) für den Ausgangszustand (Nullfall). Oben: Berechnete Pegelwerte, unten: renormierte Ersatzpegel nachts auf Basis der Expositions-Wirkungs-Beziehungen des WHO-Reviews von Basner & McGuire (2018).

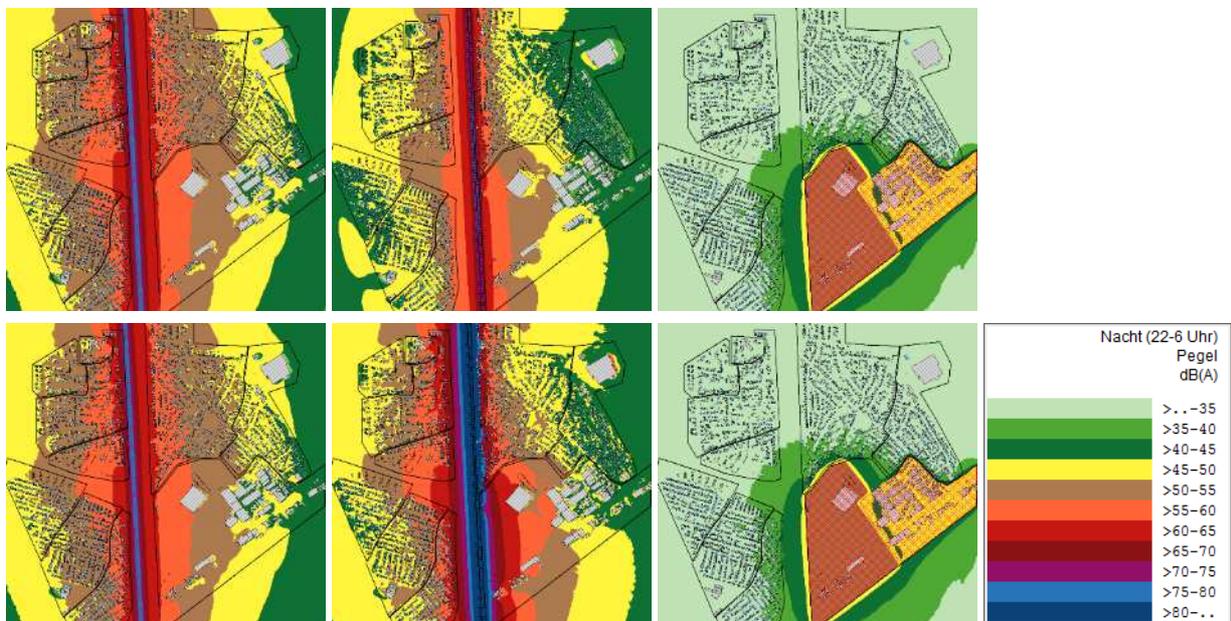


Abbildung 7-9: Rasterlärnkarten für die Geräuschquellen Straße (links), Schiene (mittig) und Gewerbe (rechts) für den Änderungsfall (Planfall). Oben: Berechnete Nachtpegelwerte, unten: renormierte Ersatzpegel nachts auf Basis der Expositions-Wirkungs-Beziehungen des WHO-Reviews von Basner & McGuire (2018).

Anschließend wird analog zu Vorschlag 1 durch energetische Summation der Ersatzpegel die Substitutionspegel der nächtlichen Gesamtlärmbelastung berechnet, jedoch für diesen Vorschlag sowohl für den Null- als auch für den Planfall.

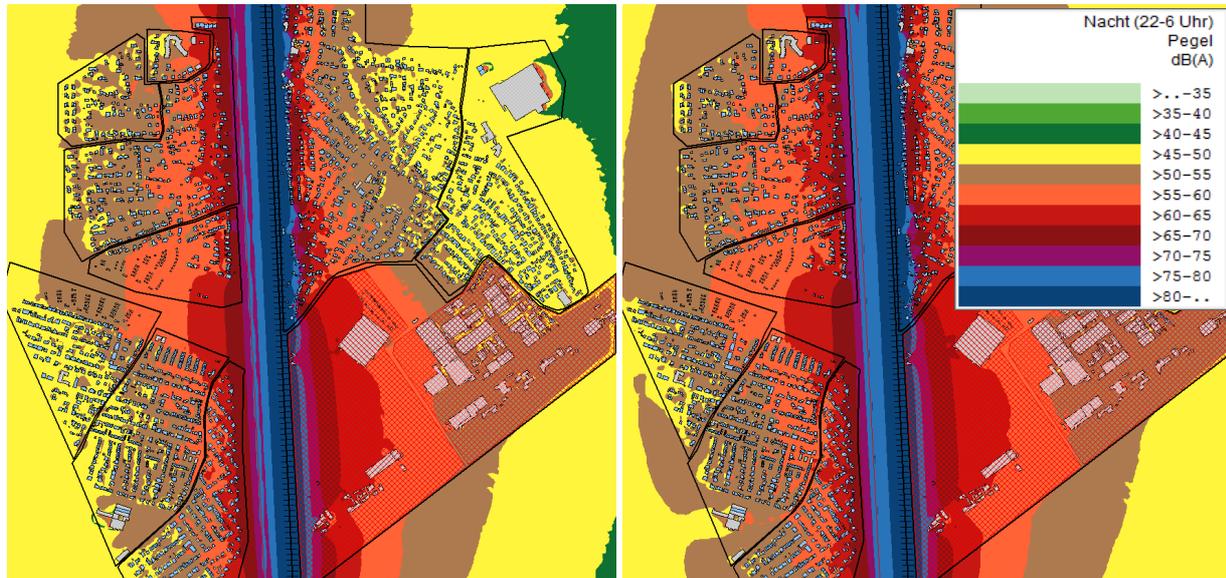


Abbildung 7-10: Rasterlärmkarten für den effektbezogenen Substitutionspegel der Gesamtlärmbelastung für den Nullfall (links) und den Änderungsfall (rechts)

Um das Gesamtlärmkriterium dieses zweiten Vorschlags abzubilden, wird in einem weiteren Schritt die Differenz zwischen Plan- und Nullfall gebildet und im 2-stufigen Verfahren entweder nach Änderungen von mindestens 3 dB (für Pegelbereiche < 60dB(A)) bzw. nach jeder weiteren Änderungen (für Pegelbereiche > 60dB(A)) gesucht.

Abbildung 7-11 zeigt in der oberen Grafik die Differenzen zwischen Ausgangszustand und Änderungsfall. Um die Differenzwerte besser mit den vorherrschenden Pegelwerten vergleichen und somit das Eintreten der jeweiligen Stufe erkennen zu können, ist in der unteren Grafiken von Abbildung 7-11 der Bereich im Planfall mit Beurteilungspegeln über der 60dB-Grenze dargestellt.

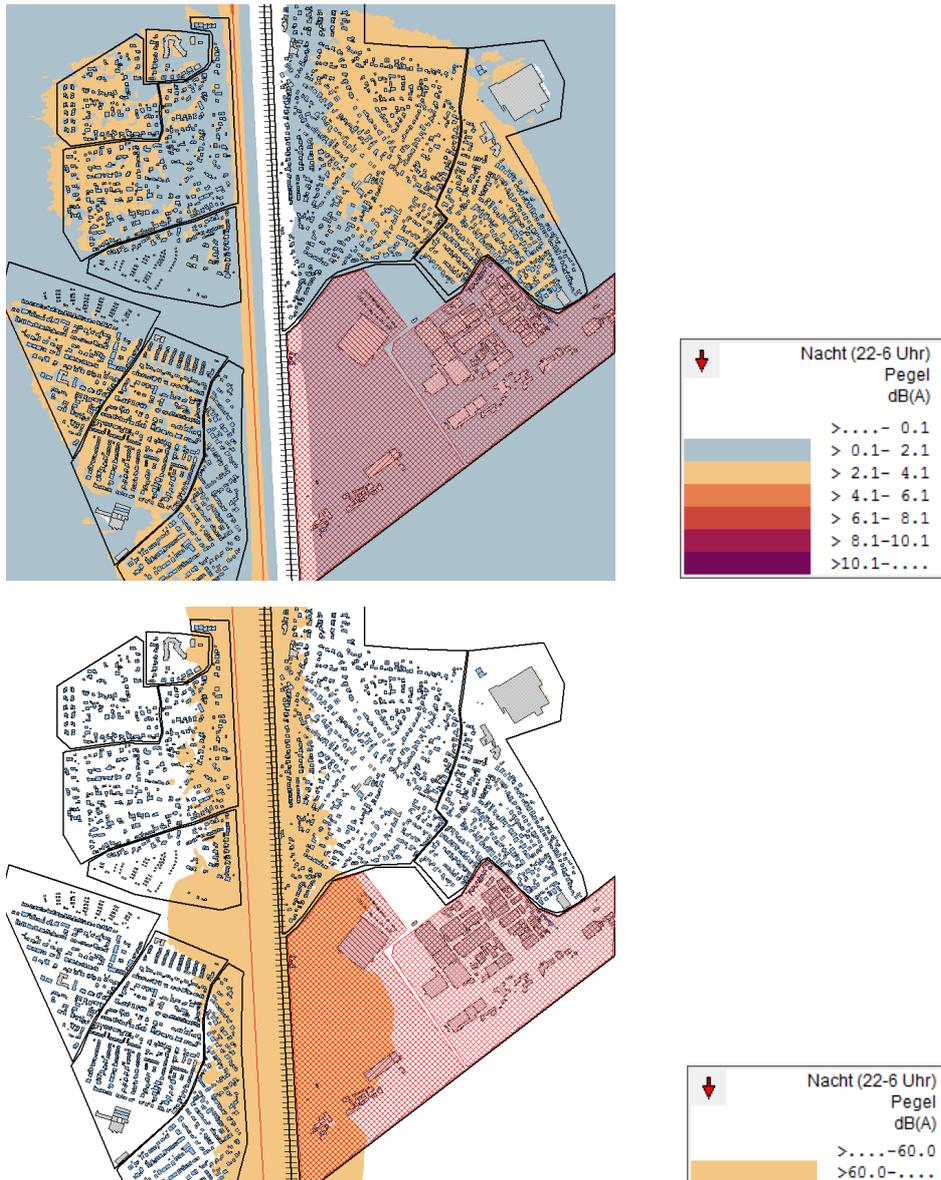


Abbildung 7-11: Oben: Differenz-Rasterlärmmkarten für den effektbezogenen Substitutionspegels der Gesamtlärmbelastung nachts zwischen Null- und Planfall durch Straßen-, Schienenverkehr und Gewerbe (oben) sowie Rasterlärmmkarten für Überschreitungen von 60 dB(A) für den Planfall durch Straßen-, Schienenverkehr und Gewerbe (unten).

Das 3dB-Änderungskriterium in Abbildung 7-11 ist mit der Farbskala ab orange (> 2.1 dB(A)) gekennzeichnet. Pegelerhöhungen um mindestens 3 dB treten unmittelbar entlang der Straße auf, deren Emission im Planfall um 5 dB steigt. Mit zunehmendem Abstand dominiert dann die nicht geänderte Schienenstrecke, so dass die Erhöhung des Gesamtpegels weniger als 3 dB beträgt. Erst mit weiter zunehmendem Abstand nimmt die Dominanz der Schiene ab und die Erhöhung des Gesamtpegels aufgrund der Erhöhung des Straßenverkehrspegels überschreitet wieder die 3 dB-Schwelle. Unmittelbar entlang der Bahnstrecke beträgt die Pegeländerung weniger als 0,1 dB (weiße Bereiche).

In den Bereichen mit Substitutionspegeln von mehr als 60 dB(A) (unteres Bild in Abbildung 7-11) wird die Anwendung des Vorschlags 2 bereits bei geringen Pegelerhöhungen ab 0,1 dB ausgelöst. Außerhalb dieses Bereichs wird der Vorschlag erst ab Pegelerhöhungen von mindestens (aufgerundet) 3 dB(A) (orange Bereiche im oberen Bild von Abbildung 7-11) angewendet. In diesem Praxisbeispiel ergeben sich bei Vorschlag 2 daher Betroffene im Nahbereich und entfernten Bereich der geänderten Straße. Dazwischen können sich Bereiche ergeben, die außerhalb der 60 dB(A) Linie liegen und noch keine Pegelerhöhung um mindestens 3 dB(A) erfahren und somit dort das Verfahren 2 nicht greift.

Die Bereiche, in denen eines der beiden Kriterien der Pegelerhöhung (mindestens 3 dB oder 0,1 dB(A) bei Absolutwerten von mindestens 60 dB(A)) erfüllt ist und somit Vorschlag 2 zur Anwendung kommt, sind zur Verdeutlichung in folgender Abbildung farblich gekennzeichnet:

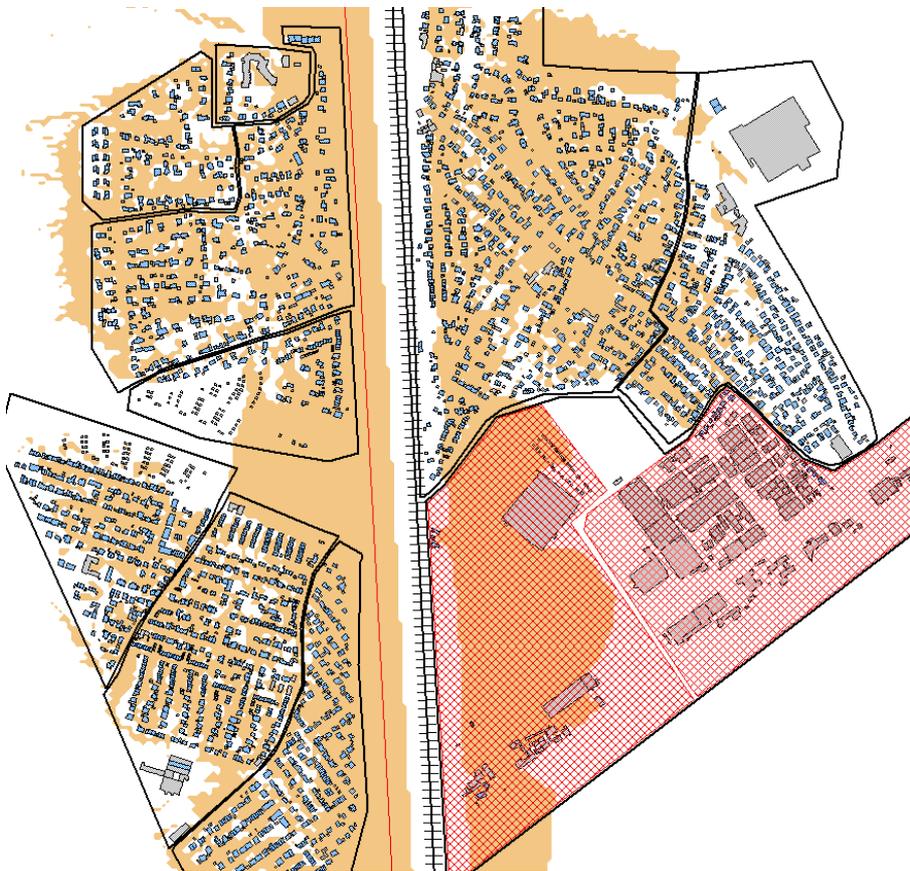


Abbildung 7-12: Kennzeichnung der Bereiche, in denen eines der beiden Kriterien der Pegelerhöhung (mindestens 3 dB bei Absolutwerten von mindestens 51 dB(A)) oder 0,1 dB(A) bei Absolutwerten von mindestens 60 dB(A)) erfüllt ist.

Die genaue Anzahl der Betroffenen findet sich in Kapitel 7.4.

7.2.2 Praxisbeispiel 2: Straße und Schiene kreuzend und Gewerbeflächen

Auch für das zweite Praxisbeispiel werden sowohl für den Null- als auch für den Planfall Rasterlärmkarten für die einzelnen Geräuschquellen Straßen-, Schienenverkehr und Gewerbe in Bezug auf die Nachtzeit berechnet. Auch hier wurde das Beispiel so gewählt, dass der Planfall den Daten aus Vorschlag 1 entspricht und für den Nullfall die Geräuschquelle Straßenverkehr 30 % der Verkehrsmenge des Planfalls aufweist. Alle anderen Geräuschquellen wurden sowohl im Null- als auch im Planfall identisch zu denen in Vorschlag 1 angesetzt.

Somit entsprechen die Rasterlärmkarten (Abbildung 7-13 und Abbildung 7-14) für Straße im Planfall und für Schienenverkehr und Gewerbe sowohl im Null- als auch im Planfall wieder denen aus Vorschlag 1 und stimmen mit den Daten für Schienenverkehr und Gewerbe aus Abbildung 7-6 überein. Für den Straßenverkehr ist der Unterschied zwischen Null- und Änderungsfall wiederum deutlich zu erkennen.

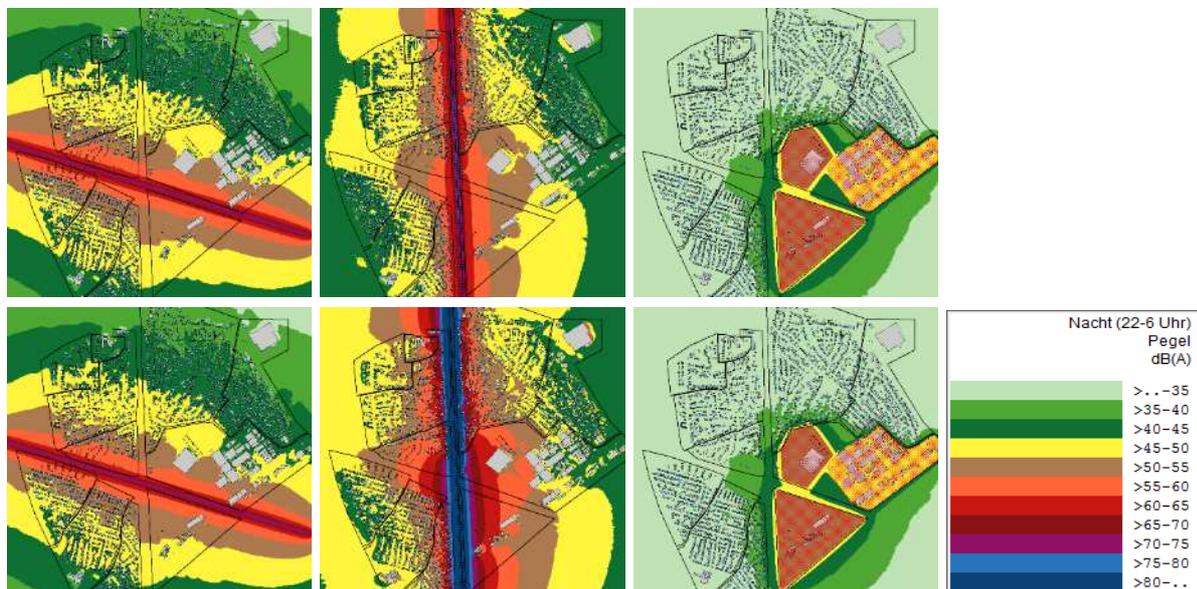


Abbildung 7-13: Rasterlärmkarten für die Geräuschquellen Straße (links), Schiene (mittig) und Gewerbe (rechts) für den Ausgangszustand (Nullfall). Oben: Berechnete Pegelwerte, unten: renormierte Ersatzpegel nachts auf Basis der Expositions-Wirkungs-Beziehungen des WHO-Reviews von Basner & McGuire (2018).

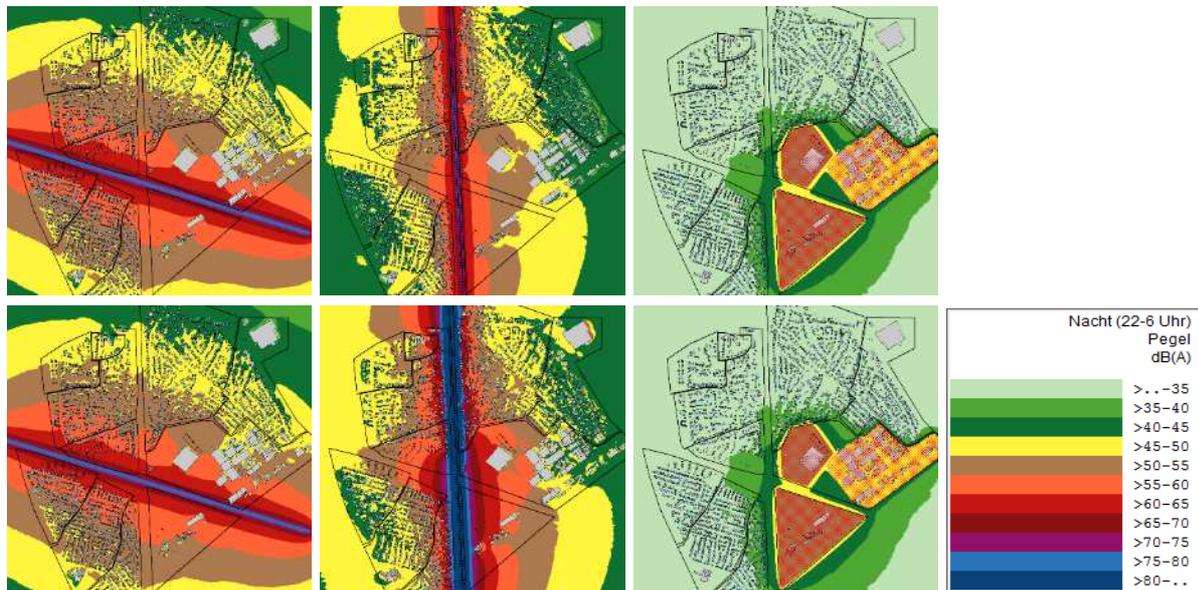


Abbildung 7-14: Rasterlärnkarten für die Geräuschquellen Straße (links), Schiene (mittig) und Gewerbe (rechts) für den Änderungsfall (Planfall). Oben: Berechnete Pegelwerte, unten: renormierte Ersatzpegel nachts auf Basis der Expositions-Wirkungs-Beziehungen des WHO-Reviews von Basner & McGuire (2018).

Als nächster Schritt folgt die Berechnung der Gesamtlärmbelastung durch energetische Summation der einzelnen renormierten Ersatzpegel. Abbildung 7-15 zeigt die Rasterlärnkarten der jeweiligen nächtlichen Gesamtlärmbelastungen.

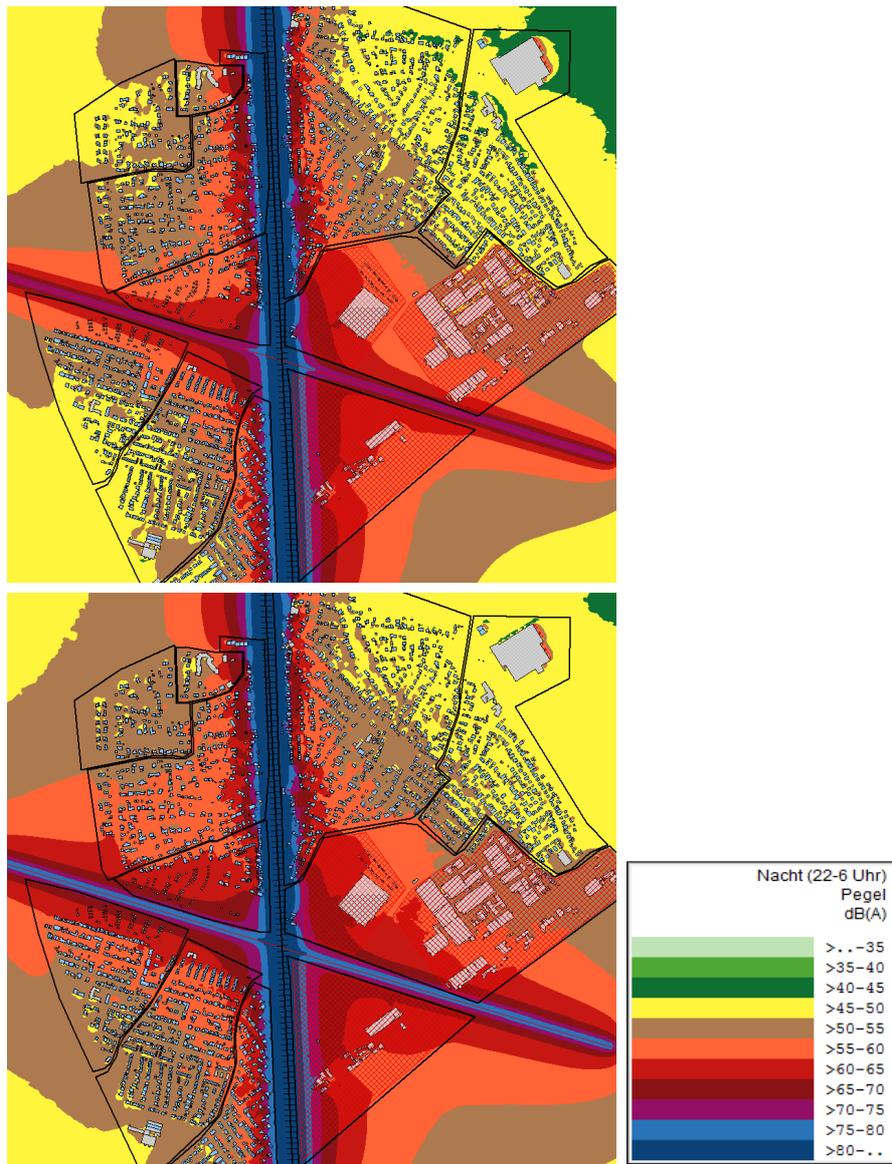


Abbildung 7-15: Rasterlärmkarten für den effektbezogenen Substitutionspegels der Gesamtlärmbelastung nachts für den Nullfall (oben) und Planfall (unten) durch Straßenverkehr, Schienenverkehr und Gewerbe

Wie auch bei Praxisbeispiel 1, erfolgt im nächsten Schritt die Differenzbildung zwischen Null- und Planfall. Zur Veranschaulichung des Eintretens der zweiten Stufe, ist auch hier unter der Differenz-Rasterlärmkarte eine Rasterlärmkarte der Überschreitungen von 60 dB(A) im Änderungsfall dargestellt.

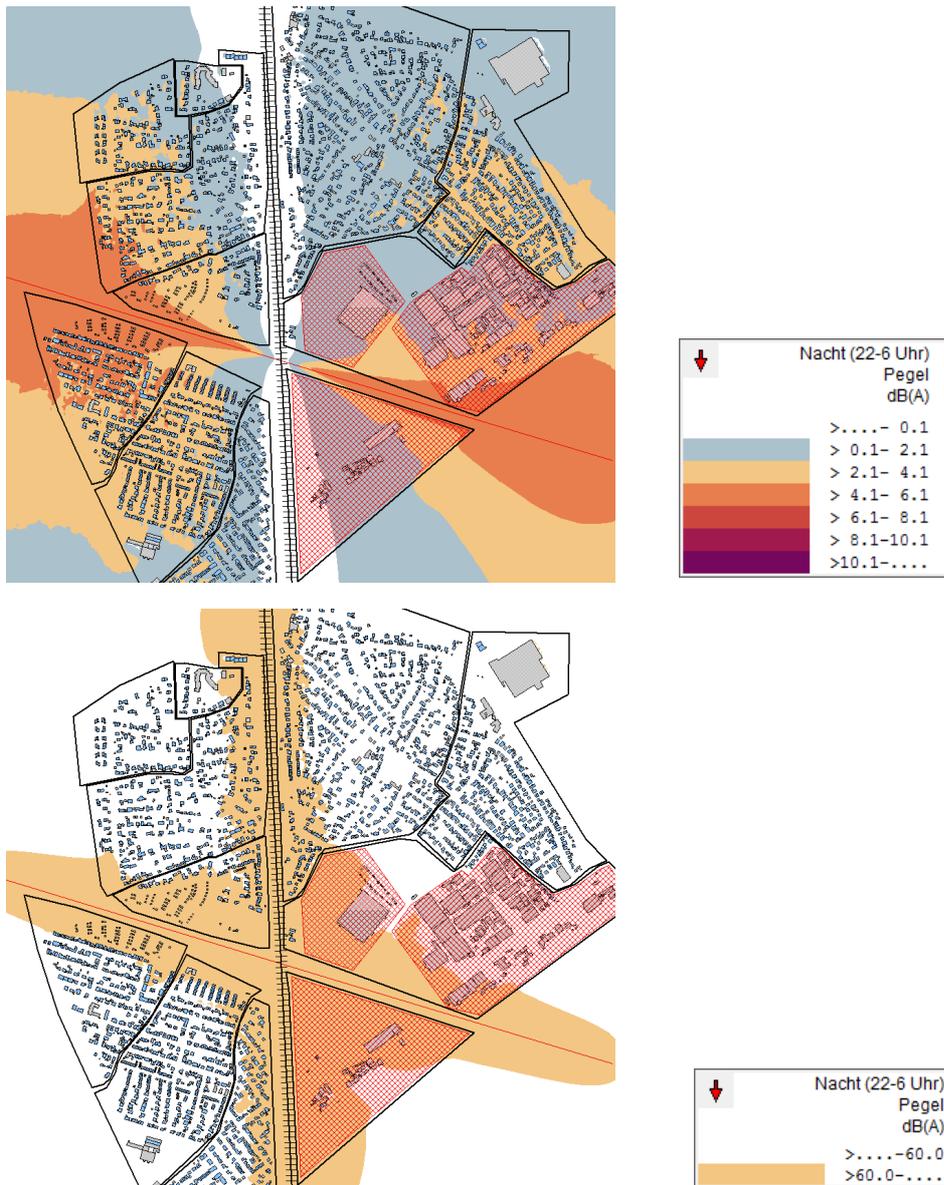


Abbildung 7-16: Oben: Differenz-Rasterlärnkarten für den effektbezogenen Substitutionspegels der Gesamtlärmbelastung nachts zwischen Null- und Planfall durch Straßen-, Schienenverkehr und Gewerbe (oben) sowie Rasterlärnkarten für Überschreitungen von 60 dB(A)

Durch die räumliche Trennung der Straßen- und der Schienenstrecke sind weite Bereiche beidseits der geänderten Straße von Pegelerhöhungen von mindestens 3 dB(A) betroffen. Je näher der Einwirkungsort im Kreuzungsbereich zur Schiene liegt, desto geringer fällt auch die Pegelerhöhung aus, bis wiederum die Schwelle der Pegelerhöhung um 3 dB nicht mehr überschritten wird. In diesem Bereich liegen die Absolutwerte der Pegel zwar wieder über 60 dB(A), so dass auch eine Erhöhung um 0,1 dB ausreichend für die Anwendung des Vorschlags

2 ist. Es gibt jedoch auch hier einen Übergangsbereich dazwischen, in dem die Pegel noch unter 60 dB(A) liegen, die Erhöhung aber nicht mindestens 3 dB beträgt.

Die Bereiche, in denen eines der beiden Kriterien der Pegelerhöhung (mindestens 3 dB oder 0,1 dB(A) bei Absolutwerten von mindestens 60 dB(A)) erfüllt ist und somit Vorschlag 2 zur Anwendung kommt, sind zur Verdeutlichung in folgender Abbildung farblich gekennzeichnet:

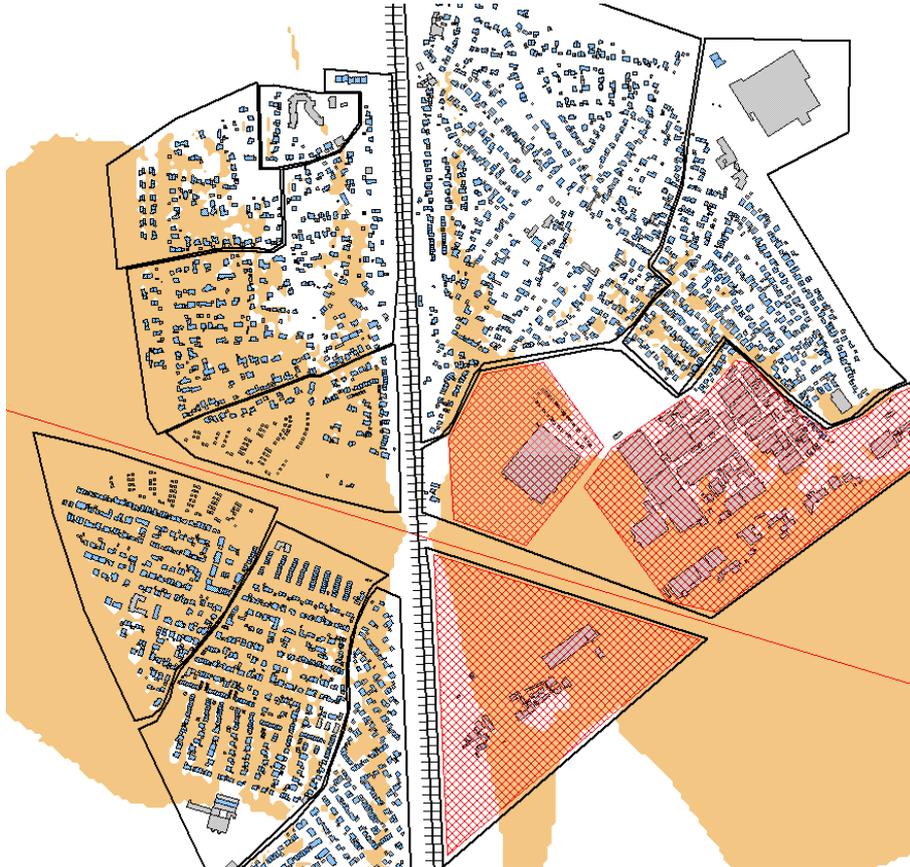


Abbildung 7-17: Kennzeichnung der Bereiche, in welchen eines der beiden Kriterien der Pegelerhöhung (mindestens 3 dB bei Absolutwerten von mindestens 51 dB(A)) oder 0,1 dB(A) bei Absolutwerten von mindestens 60 dB(A)) erfüllt ist

Die genaue Anzahl der Betroffenen wird auch für dieses Beispiel in Kapitel 7.4 zusammengefasst.

7.3 Vorschlag 3 „Energetische Summation der Grenzwertüberschreitung in Anlehnung an §47a alt“

7.3.1 Praxisbeispiel 1: Straße und Schiene parallel und Gewerbe

Für Vorschlag 3 werden zunächst Konfliktkarten für jede einzelne Geräuschquelle mit allen Werten, welche 5 dB unterhalb der jeweiligen quellenbezogenen Grenzwerte liegen, dargestellt. Als Grenzwerte für die jeweiligen Quellenarten werden hierbei für den Straßen- und Schienenverkehr die Werte für die Nachtzeit aus der 16. BImSchV angesetzt. Für Gewerbe werden die Richtwerte aus der TA Lärm verwendet. Abbildung 7-18 zeigt diese Konfliktkarten für das Praxisbeispiel 1 je Quellenart.



Abbildung 7-18: Konfliktkarten für die Nachtzeit je Quellenart (links: Straßenverkehr, mittig: Schienenverkehr, rechts: Gewerbelärm) für Praxisbeispiel 1.

Bei Betrachtung von Abbildung 7-18 ist deutlich zu erkennen, dass sich anhand der zugrunde liegenden Grenzwerte für die Nacht der Straßenverkehr als die Geräuschquelle mit den meisten Konfliktbereichen darstellt, gefolgt von dem Schienenverkehr. Der Gewerbelärm weist hingegen bei diesem Vorschlag nur in Randbereichen geringe Konfliktgebiete auf.

Als nächster Schritt wird durch energetische Summation der einzelnen Konfliktlärmkarten die Gesamtlärmkonfliktsituation berechnet. In Abbildung 7-19 ist dies dargestellt.

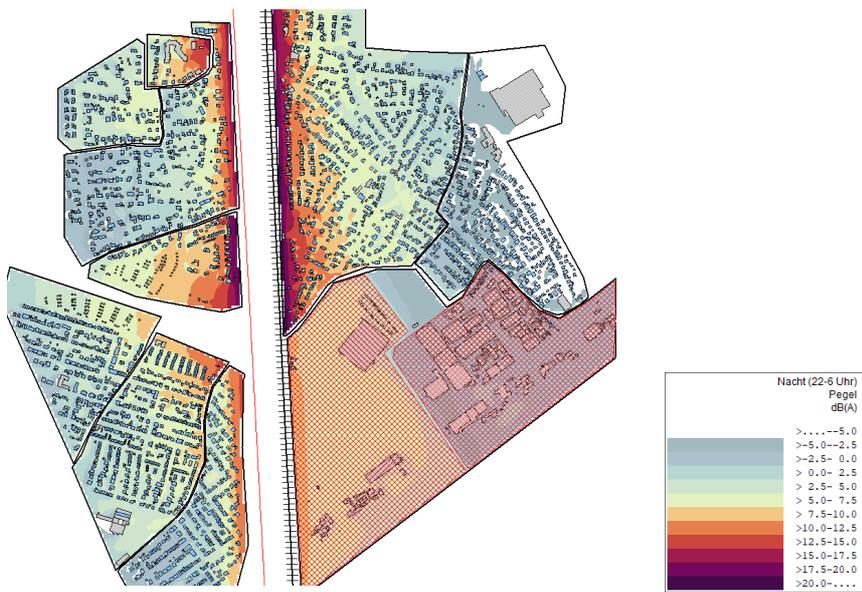


Abbildung 7-19: Darstellung der Gesamtlärmbelastung nachts als Gesamtkonfliktkarte für Praxisbeispiel 1.

Hier ist zu erkennen, dass es große Bereiche entlang des parallelen Straßen- und Schienenverlaufs gibt, in welchen die „Gesamtüberschreitung“ mehr als 0 dB beträgt.

7.3.2 Praxisbeispiel 2: Straße und Schiene kreuzend und Gewerbe

Auch für das zweite Praxisbeispiel werden zunächst Konfliktkarten für jede einzelne Quelle mit allen Werten 5 dB unterhalb dem jeweiligen quellenbezogenen Grenzwert dargestellt (Abbildung 7-20). Im Anschluss wird die Gesamtlärmbelastung durch energetische Summation der einzelnen Konfliktlärmmkarten berechnet (Abbildung 7-21).



Abbildung 7-20: Konfliktkarten je Quellenart (links: Straßenverkehr, mittig: Schienenverkehr, rechts: Gewerbe) für Praxisbeispiel 2.

Auch bei dem zweiten Praxisbeispiel ist bei einem Vergleich der Konfliktkaster der einzelnen Geräuschquellen untereinander zu erkennen, dass der Straßenverkehr die größten Konfliktbereiche produziert, gefolgt vom Schienenverkehr. Beim Gewerbelärm ergeben sich aufgrund der Verbindlichkeit der Immissionsrichtwerte der TA Lärm in der Regel nur vergleichsweise geringe Bereiche mit Überschreitungen.

Bei Betrachtung der Gesamtkonfliktkaster zeigen sich an beiden Verkehrswegen große Überschreitungen im Gesamtkonfliktkaster, wobei der Straßenverkehr auch hier deutlicher repräsentiert ist.

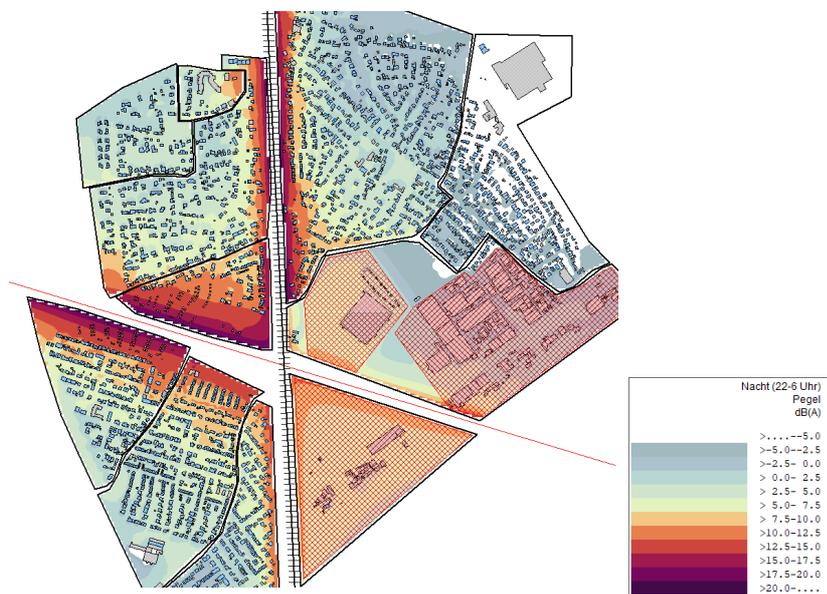


Abbildung 7-21: Darstellung der Gesamtlärmbelastung nachts als Gesamtkonfliktkarte für Praxisbeispiel 2.

7.4 Gegenüberstellung der Betroffenen

Die Auswirkungen der unterschiedlichen Vorschläge werden anhand eines Vergleichs der jeweils resultierenden betroffenen Wohneinheiten betrachtet. Als Betroffenen werden in diesem Fall diejenigen Wohneinheiten gezählt, die in einem Gebäude, an dem mindestens an einer Hausseite das jeweilige Kriterium des Vorschlags überschritten wird, liegen. Die Angaben zu der Anzahl von Wohneinheiten je Gebäude entstammen dem Originaldatensatz der LOD1 Gebäudedaten. Die Gesamtzahl der Wohneinheiten beträgt bei beiden Praxisbeispielen 12.256 Wohneinheiten (WE).

Abbildung 7-22 zeigt für Praxisbeispiel 1 die resultierenden Betroffenen (Überschreitungen der Kriterien) für die drei unterschiedlichen Vorschläge jeweils für die Einzelquellen und für den Gesamtlärm:

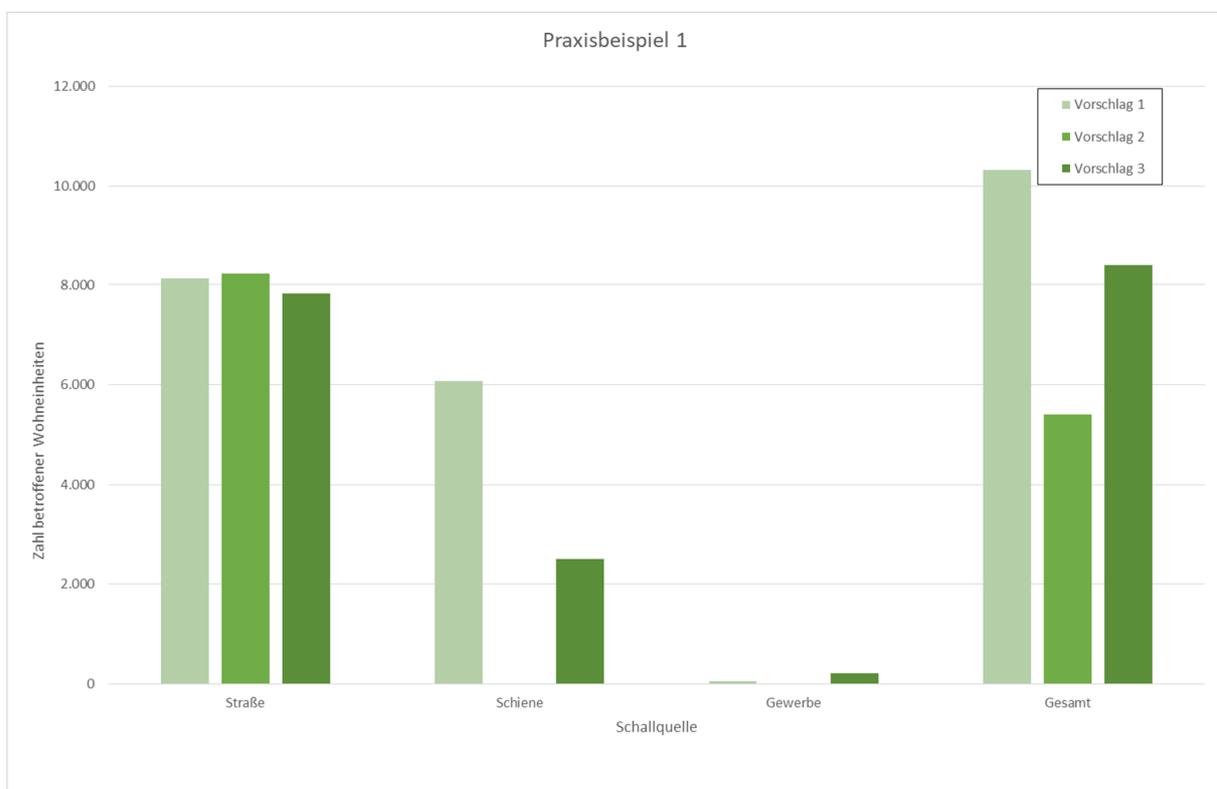


Abbildung 7-22: Gegenüberstellung der Betroffenen bei den unterschiedlichen Vorschlägen für Praxisbeispiel 1

Betrachtet man die letztlich Zielgröße Gesamtlärm (Säulen rechts) ergeben sich die meisten Betroffenen bei Vorschlag 1 und die wenigsten bei Vorschlag 2.

Bei den Vorschlägen 1 und 3 erhöht sich die Zahl der Betroffenen beim Umstieg von der Einzelquellenbetrachtung zur Gesamtlärmbetrachtung, jedoch summieren sich die Einzelbetroffenheiten nicht einfach zur Gesamtzahl der Betroffenen, da bei einigen Gebäuden Mehrfachbetroffenheiten vorliegen. Betrachtet man Straßenverkehr einzeln ergibt sich ein geringer Unterschied zwischen Vorschlag 1 und Vorschlag 3. Während Vorschlag 1 ein gebietsunabhängiger Richtwert, der zwischen den Immissionsgrenzwerten von Misch- und Wohngebieten

liegt, zugrunde liegt, basiert Vorschlag 3 auf den gebietsabhängigen Grenzwerten der 16. BImSchV. Über alle Gebietskategorien summiert ergibt sich bei beiden Vorschlägen eine ähnliche Zahl von Überschreitungen. Beim Schienenverkehr wären aufgrund der identischen Grenz-/Richtwerte ähnliche Ergebnisse zu erwarten. Hier schlägt sich jedoch bei Vorschlag 1 die Berücksichtigung der effektbezogenen Substitutionspegel nieder. Dadurch entsteht insgesamt eine höhere Anzahl der Überschreitungen, die sich dann wiederum bei der Zahl der Betroffenen bei der Gesamtlärmbetrachtung widerspiegeln.

Vorschlag 2, der auf der Änderung der Lärmsituation basiert, zeigt bezüglich der Einzelbetrachtung und der Gesamtlärmbetrachtung ein deutlich gegenüber den anderen Vorschlägen abweichendes Verhalten. Die Zahl der Betroffenen aus der Einzelbetrachtung des Straßenverkehrs ist höher als bei der Zahl aus Gesamtlärm Betroffener. Bei dem dabei angewendeten Änderungskriterium sind im Praxisbeispiel alle Wohneinheiten durch eine Pegelerhöhung durch Straßenverkehr betroffen. Durch die Summenbildung mit den beiden anderen Quellen wird in Teilbereichen die Änderung des Pegels vermindert. Keine Wohneinheit ist von Pegelerhöhungen durch Schiene oder Gewerbe betroffen. Die Zahl der Betroffenen durch die Erhöhung des Gesamtlärms ist insgesamt geringer als bei den beiden anderen Vorschlägen.

Bei Praxisbeispiel 2 mit den sich kreuzenden Verkehrswegen, ergeben sich keine grundsätzlichen Änderungen im Verhalten der drei Vorschläge in Bezug auf Betroffenen. Lediglich bei Vorschlag 2 ergeben sich noch deutlichere Reduzierungen der Betroffenen durch den Gesamtlärm, da in großen Bereichen im Nordosten des Praxisbeispiels der sich nicht ändernde Schienenverkehrslärm dominiert:

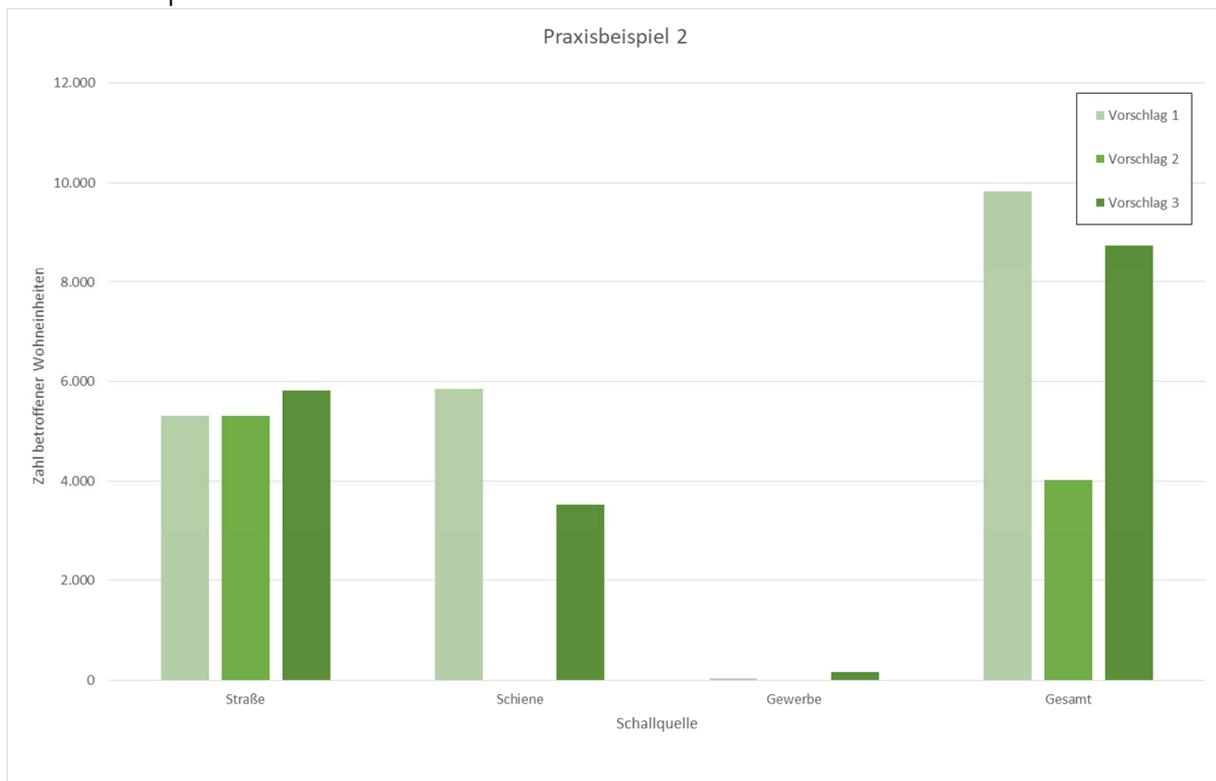


Abbildung 7-23: Gegenüberstellung der Betroffenen bei den unterschiedlichen Vorschlägen für Praxisbeispiel 2

7.5 Berücksichtigung des Fluglärms

Im Folgenden wird in einer separaten Betrachtung untersucht, wie sich die Berücksichtigung des (nicht im BImSchG verankerten) Fluglärms bei einer Gesamtlärmbetrachtung auswirken würde. Zum Einen ist eine gemeinsame Regelung für Fluglärm und andere Lärmarten aufgrund des eigenen FluLärmG aus rechtlicher Sicht mit Hindernissen verbunden, zum Anderen ergeben sich bei einer wirkungsbezogenen Betrachtung und der damit verbundenen hohen Durchschlagskraft der Störwirkung von Fluglärm (vgl. Abbildung 7-3) Besonderheiten bei der Summenbildung, die im Folgenden genauer betrachtet werden.

Dabei wird dieselbe Vorgehensweise wie bei Praxisbeispiel 1 gewählt, nur anstelle des Gewerbelärms als dritte Schallquelle eine Fluglärmbelastung von knapp unter 45 dB(A) nachts im gesamten Untersuchungsgebiet, wie sie u.a. am Rande der An- und Abflugrouten des Flughafens Köln/Bonn auftreten, unterstellt.

7.5.1 Bildung der effektbezogenen Substitutionspegel

Für Praxisbeispiel 1 sind die berechneten Rasterlärnkarten für die drei Quellenarten oben dargestellt. Der Straßen- und Schienenverkehr wird identisch zu den bisherigen Praxisbeispielen gewählt. In der unteren Reihe sind dazu die jeweiligen renormierten Ersatzpegel dargestellt.

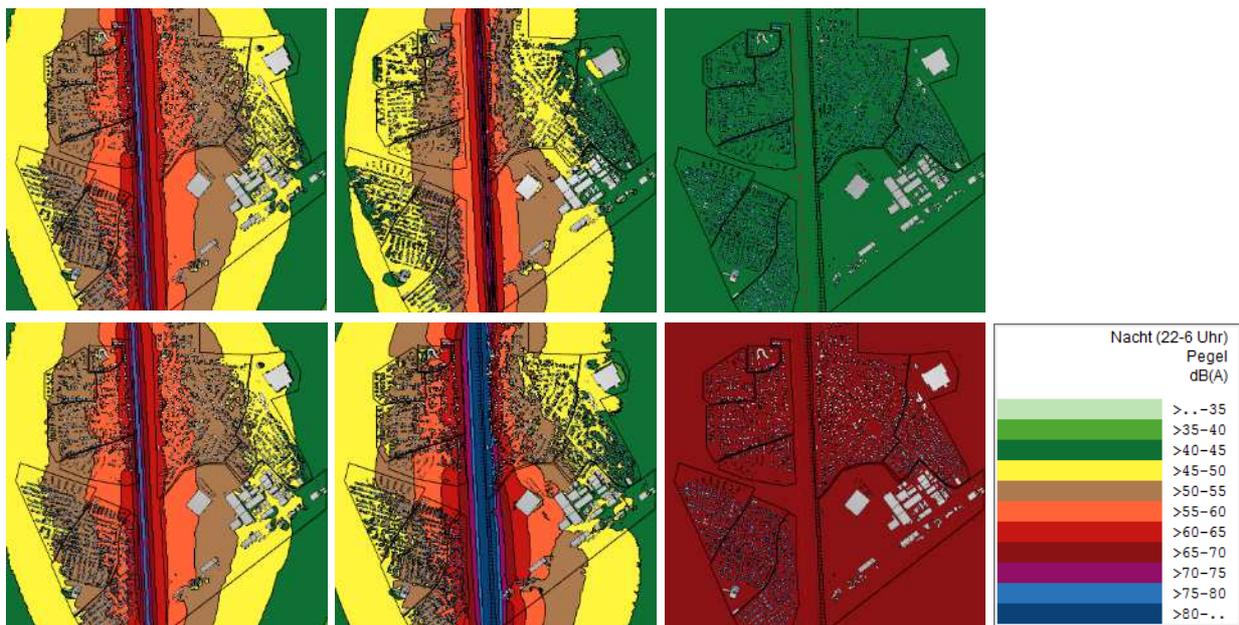


Abbildung 7-24: Rasterlärnkarten für die Nachtzeit für die Geräuschquellen Straße (links), Schiene (mittig) und Flugverkehr (rechts). Oben: Berechnete Pegelwerte, unten: renormierte Ersatzpegel nach WHO-Review Basner & McGuire (2018)

Bei dieser Betrachtung zeigt sich bei der Bildung der renormierten Ersatzpegel die bereits bekannte Erhöhung der Werte des Schienenverkehrs aber vor allem auch die noch wesentlich deutlichere Erhöhung des Fluglärmpegels. Dies ist in der aus Abbildung 7-3 ersichtlichen hohen Störwirkung des Fluglärms selbst bei niedrigen Pegeln

begründet. In der Summenbildung der drei Quellenarten zeigt sich dementsprechend ein großflächig durch den Fluglärm definiertes Bild des schlafstörungsbezogenen Substitutionspegels:

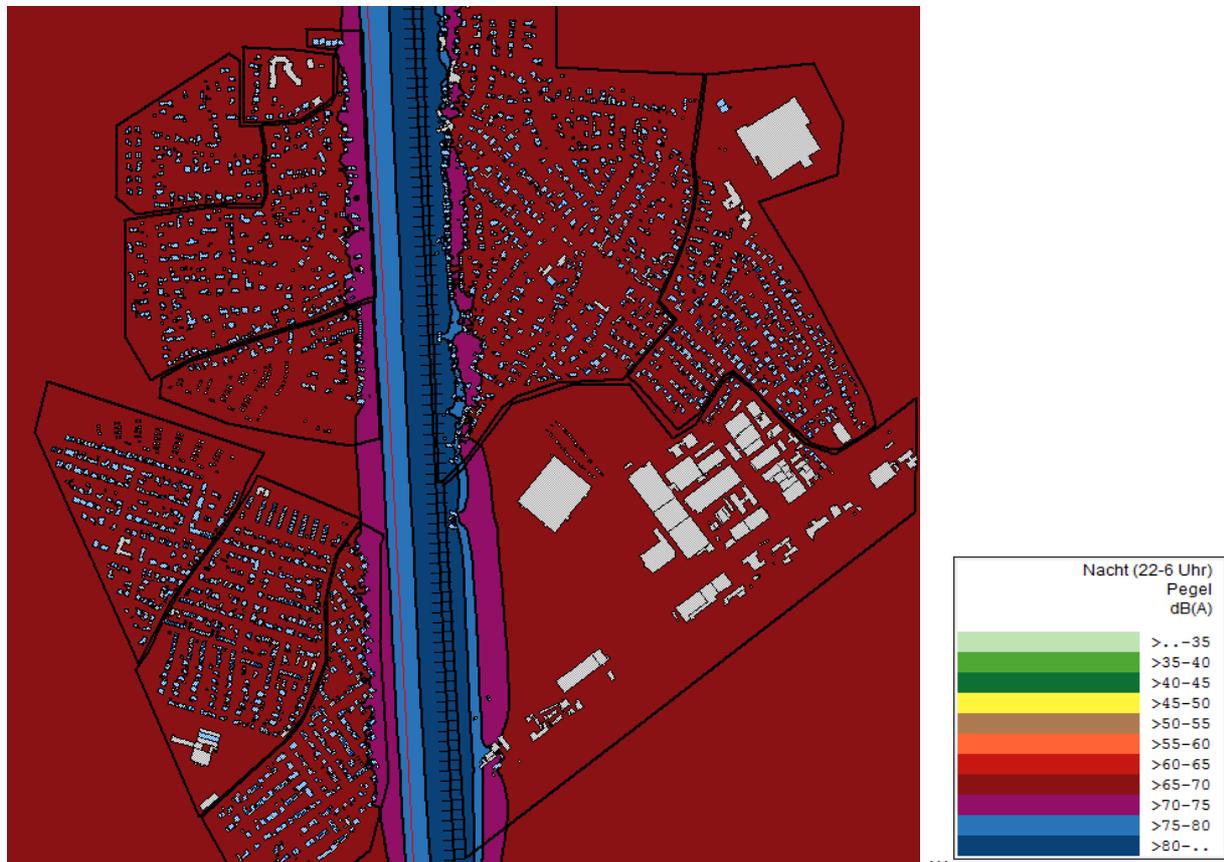


Abbildung 7-25: Rasterlärmkarte für den schlafstörungsbezogenen Substitutionspegel der Gesamtlärmbelastung durch Straßen-, Schienen und Luftverkehr.

Es zeigt sich, dass die Gesamtlärmbelastung ausgedrückt als schlafstörungsbezogener Substitutionspegel im gesamten Untersuchungsgebiet über 65 dB(A) liegt. Dabei ist dieser Wert fast ausschließlich durch den Fluglärm bestimmt und lediglich in der ersten Gebäudereihe an den beiden Landverkehrswegen (Straße und Schiene) ist deren Einfluss mit weiteren Erhöhungen der Substitutionspegel erkennbar.

7.5.2 Auswirkungen auf Vorschlag 1

Bei Anwendung des Vorschlag 1 „Wirkungsgerechte Summation“ mit einem Immissionsrichtwert von 51 dB(A) nachts wäre das gesamte Untersuchungsgebiet und somit alle 12.256 Wohneinheiten von Überschreitungen betroffen. Sämtliche Ansätze zur Minderung der Gesamtlärmbelastung wären nahezu wirkungslos, wenn sie auf eine Landverkehrslärmquelle abzielen. Für eine Reduzierung der Betroffenen müsste in allererster Linie nur der Fluglärm reduziert werden.

7.5.3 Auswirkungen auf Vorschlag 2

Bei Anwendung des Vorschlags 2 auf das Praxisbeispiel 1 (mit einer Erweiterung der Straße von 2 auf 6 Spuren, vgl. Abschnitt 7.2.1) wirkt sich diese Dominanz des nächtlichen Fluglärms noch viel drastischer aus. Dadurch, dass sowohl im Nullfall als auch im Planfall der Fluglärm stark dominiert, ändert sich insgesamt auch die effektbezogene Gesamtlärmbelastung trotz der starken Erhöhung der Verkehrsmengen des Straßenverkehrs kaum. Dies ist in folgender Abbildung 7-26 deutlich ersichtlich. Die Anwendung des Vorschlags 2 führt in diesem Praxisbeispiel mit Fluglärm zu keinen Betroffenenheiten.



Abbildung 7-26: Differenz-Rasterlärmkarten für den effektbezogenen Substitutionspegels der Gesamtlärmbelastung nachts zwischen Nullfall und Änderungsfall durch Straßen- und Schienenverkehr (links) bzw. durch Straßen-, Schienen- und Luftverkehr.

7.5.4 Auswirkungen auf Vorschlag 3

Vorschlag 3 sieht keine Bildung wirkungsbezogener Substitutionspegel nach dem Belästigungs-Äquivalenz-Modell (hier in Bezug auf Schlafstörungen) vor. Hier ergeben sich die Unterschiede zwischen den Quellen aus den unterschiedlichen quellenspezifischen Grenz- bzw. Richtwerten. In folgender Abbildung 7-27 sind die Konfliktkarten aus den drei Quellenarten Straßen-, Schienen und Flugverkehr dargestellt. Trotz des hohen Störpotentials des Flugverkehrs ergeben sich daraus jedoch keine Konflikte, da die Dauerschallpegel für die Nachtschutzzone mit 50 dB(A) vergleichsweise hoch liegen.



Abbildung 7-27: Konfliktkarten je Quellenart (links: Straßenverkehr, mittig: Schienenverkehr, rechts: Flugverkehr) für Praxisbeispiel 1.

Die Gesamtkonfliktkarte aus Vorschlag 3 ist daher im Wesentlichen identisch mit der des kombinierten Straßen- und Schienenverkehrs. In Randbereichen erweitert der Fluglärm die Bereiche mit Lärmkonflikten aus Gesamtlärm. Insgesamt weichen die Ergebnisse jedoch deutlich von den Ergebnissen der wirkungsbezogenen Verfahren nach dem Belästigungs-Äquivalenz-Modell ab.



Abbildung 7-28: Darstellung der Gesamtlärmbelastung als Gesamtkonfliktkarte für Praxisbeispiel 1.

7.6 Zusammenfassung und Schlussfolgerung aus den Praxisbeispielen

Anhand von zwei Praxisbeispielen wurden drei unterschiedliche Vorschläge einer nächtlichen Gesamtlärmbeurteilung untersucht. Für alle Fälle wurden zunächst die Lärmquellen Straßen- und Schienenverkehr sowie Gewerbelärm einbezogen und im Weiteren eine Betrachtung der Auswirkungen der Berücksichtigung von Fluglärm (anstelle des Gewerbelärms) vorgenommen.

Zusammenfassend ergaben die Praxisbeispiele für die drei Vorschläge folgende Erkenntnisse:

Tabelle 6: Zusammenfassung der Erkenntnisse aus den Praxisbeispielen

	Vorschlag 1 „Wirkungsgerechte Summation“	Vorschlag 2 „Wirkungsgerechte Summation / Änderungssituation“	Vorschlag 3 „Energetische Summa- tion in Anlehnung an §47a alt“
Auslöser für Anwendung der Schwellwerte	Gesamtlärmbelastung überschreitet den Immissionsrichtwert für nächtlichen Gesamtlärm	Neubau oder wesentliche Änderung von Verkehrswegen oder Anlagen	Mehrere Quellen unterschreiten den jeweiligen sektoralen Grenz-/Richtwert um weniger als 5 dB(A)
Zahl der Betroffenen	Abhängig vom Schwellwert; im Praxisbeispiel die höchste Zahl von Betroffenen	Im Praxisbeispiel die niedrigste Zahl an Betroffenen	Im Praxisbeispiel zwischen den beiden anderen Verfahren
Wirkungsgerechte Berücksichtigung der Quellen	Durch Verwendung der renormierten Ersatzpegel können aktuelle Expositions-Wirkungs-Beziehungen berücksichtigt werden; jedoch für viele Quellen (Gewerbe, Sport, Freizeit) bislang noch geringe bis keine Datenbasis)		Keine Berücksichtigung der Wirkung auf Basis wissenschaftlich erhobener Beziehungen; die gegenwärtig unterschiedlichen sektoralen Grenzwerte können besonders störender Quellen sogar bevorzugen
Nachvollziehbarkeit und Transparenz	Durch einstufigen Grenzwert einfach und nachvollziehbar; effektbezogene Substitutionspegel	Zweistufiges Änderungskriterium führt zu nicht zusammenhängenden und unplausiblen Bereichen mit Betroffenheiten;	Bei Berücksichtigung der unterschiedlichen Grenzwerte leicht Nachvollziehbarkeit; die Wahl der

	bisher nicht in Öffentlichkeit bekannt	Nachvollziehbarkeit kaum gegeben	unterschiedlichen Grenzwerte sind aktuell jedoch nicht nur auf Grundlage der Störwirkung
Kompatibilität zu vorhandenen sektoralen Regelungen	Abhängig von der Wahl des Grenzwerts Verschärfung der sektoralen Regelungen	In Einklang mit den Regelungen der 16. BImSchV; keine Verschärfung anderer Richtlinien	In Einklang mit anderen Regelungen; Verschärfung nur bei Zusammenwirken mehrerer Quellen
Berücksichtigung des Flugverkehrs	Berücksichtigung der effektbezogenen Substitutionspegel führt zu Dominanz des Flugverkehrs im Gesamtlärmpegel	Berücksichtigung der effektbezogenen Substitutionspegel führt zu Dominanz des Flugverkehrs und damit zum „Aufweichen“ des Änderungskriteriums	Hohe Richtwerte aus dem Fluglärmgesetz führen kaum zu Überschreitungen der Anforderungen, obwohl Fluglärm meist die Belästigungswirkung dominiert

In einer weiteren Verdichtung der Ergebnisse aus den Praxisbeispielen zeigen sich folgende Vor- und Nachteile der vorgeschlagenen Verfahren zur Gesamtlärbewertung:

Tabelle 7: Vor- und Nachteile der vorgeschlagenen Verfahren

	Vorschlag 1 „Wirkungsgerechte Summation“	Vorschlag 2 „Wirkungsgerechte Summation / Änderungssituation“	Vorschlag 3 „Energetische Summa- tion in Anlehnung an §47a alt“
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> - Wirkungsbezogene Betrachtung - Verfahren mit eingeführter Vorgehensweise auf Basis von Schwellenwerten 	<ul style="list-style-type: none"> - Kein Handlungsbedarf ohne baulichen Eingriff (kann auch als Nachteil gewertet werden) - Wirkungsbezogene Betrachtung 	<ul style="list-style-type: none"> - Einfaches transparentes Verfahren - Höchste Kompatibilität mit bestehenden sektoralen Regelungen - Durch separate, wirkungsgerechte Grenzwerte kann auch die Sozialadäquanz berücksichtigt werden
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> - Expositions-Wirkungs-Beziehungen sind aktuell nicht für alle Quellenarten in gleicher Qualität vorhanden 	<ul style="list-style-type: none"> - Durch Gesamtlärbetrachtung wird die Zahl der Betroffenen teilweise gegenüber Einzelbetrachtung reduziert - Schwer nachvollziehbares Ergebnis, welche Gebäude betroffen sind - Expositions-Wirkungs-Beziehungen sind aktuell nicht für alle Quellenarten in gleicher Qualität vorhanden 	<ul style="list-style-type: none"> - Kein Wirkungsbezug auf Basis von Expositions-Wirkungs-Beziehungen; ein Wirkungsbezug ergibt sich nur indirekt über die Grenz-/Richtwerte - Die derzeitige Grenz-/Richtwerte der Lärmarten folgen nicht dem aktuellen Stand der Lärmwirkungsforschung zur Gesundheitswirkung von Lärm, sie sind also derzeit noch nicht wirkungsadäquat.

Aus dieser Gegenüberstellung kann kein Verfahren exklusiv als geeignet bewertet werden. Jedoch zeigt sich vor allem bei Vorschlag 2 für die Verfasser ein Übergewicht an Nachteilen, insbesondere dadurch, dass der Handlungsbedarf bei starker Belastung aus mehreren Quellen gerade aus Sicht des Schutzes augenfällig ist. Vor allem die Unübersichtlichkeit und die fehlende Nachvollziehbarkeit der örtlichen Verteilung der Betroffenen dürften die Akzeptanz eines solchen Verfahrens stark mindern.

Bei Vorschlag 1 und 3 halten sich Vor- und Nachteile in etwa die Waage. Jedoch könnten für beide Verfahren Nachbesserungen die Nachteile mindern. So werden insbesondere Expositions-Wirkungs-Beziehungen für Gewerbelärm und Sportlärm derzeit im Rahmen von Forschungsvorhaben des Umweltbundesamts erstellt. Im Gegenzug könnte aber auch in Vorschlag 3 ein Wirkungsbezug in das Verfahren implementiert werden.

8 Durchführung und Ergebnisse eines Experten-Workshops

Zur Bewertung der Untersuchungsergebnisse wurden die Vorschläge einer Gesamtlärbewertung in einem Workshop mit Experten aus Wissenschaft, Verwaltung, Industrie, Beratungsbüros und Verbänden diskutiert.

8.1 Durchführung des Workshops

Der Workshop zum Forschungsvorhaben " Erarbeitung eines Konzeptes zur Beurteilung von Gesamtlärm " fand am 29.05.2019 in den Räumen des Ministeriums für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen in Düsseldorf statt. Er fand auf Einladung durch das Umweltministerium statt und wurde von der Möhler + Partner Ingenieure AG und der ZEUS GmbH durchgeführt. Teilnehmer des Workshops waren:

Tabelle 8: Workshop Teilnehmer

Teilnehmer	Firma, Behörde
Dr. Elke Stöcker-Meier Inken Griepenkerl-Galoga Dr. Irene Scheler Antje Koch	Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz NRW
Sascha Reichert Wulf Pompetzki	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW
Annett Steindorf Jördis Wothge	Umweltbundesamt
Christopher Stange	Ministerium für Verkehr und Infrastruktur Baden-Württemberg
Dr. Christian Beckert	Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Energie des Landes Sachsen - Anhalt / Arbeitsring Lärm der DEGA
Georg Böhm Ludger Bickmann	Bezirksregierung Düsseldorf
Michael Chudalla	Bundesanstalt für Straßenwesen, BASt
Prof. Dr. Rainer Guski	Ruhr-Universität Bochum
Dr. Axel Welge	Deutscher Städtetag
Prof. Dr. Susanne Moebus	Institut für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie
Ulrich Möhler	Möhler + Partner Ingenieure AG

Von Seiten der Auftragnehmer haben folgende Personen den Workshop mit gestaltet und moderiert:

Tabelle 9: Moderatoren und Gestalter des Workshops

Teilnehmer	Firma, Behörde
Manfred Liepert Geske Eberlei	Möhler + Partner Ingenieure AG
Dr. Dirk Schreckenberger Sarah Benz	ZEUS GmbH

Zur Vorbereitung der Workshops wurde den Teilnehmern der Zwischenbericht mit den Vorschlägen für ein Gesamtlärmkriterium und den Praxisbeispielen als vertrauliches Arbeitsexemplar zur Verfügung gestellt. Der Zwischenbericht enthielt noch eine Vorabfassung der Vorschläge und Praxisbeispiele, die in vorliegendem Text bereits auf Grundlage der Ergebnisse des Workshops überarbeitet wurden. Weiterhin wurden Leitfragen formuliert, die in dem Workshop diskutiert werden sollten, und vorab an die Teilnehmer per Mail verteilt.

Nach der Begrüßung durch das Umweltministerium wurde die Veranstaltung von den Auftragnehmern moderiert. Dabei wurde von 10 bis 15 Uhr nach folgender Tagesordnung vorgegangen:

Tagesordnung

- (1) Begrüßung durch das Ministerium und Vorstellung der Projektziele
- (2) Kurzaufsatz der Gesamtlärbewertung im bestehenden deutschen Immissionsschutzrecht
- (3) Stand der Wissenschaft bei der Gesamtlärbewertung
- (4) Vorstellung von drei Vorschlägen zur Gesamtlärbewertung mit Praxisbeispielen
- (5) Vorstellung und Formulierung der Leitfragen
- (6) Diskussion der Leitfragen
- (7) Zusammenfassung des Workshops

8.2 Ergebnisse des Workshops

Die Ergebnisse der Workshops lassen sich am besten anhand der Diskussion der Leitfragen zusammenfassen. Folgende Leitfragen wurden diskutiert und wie folgt beantwortet:

a) Welche Quellarten sollen in einer Gesamtlärbewertung betrachtet werden?

Bei der Gesamtlärbetrachtung sollte keine Quelle aufgrund fehlender Eingriffsmöglichkeiten explizit ausgeschlossen werden, aus verfassungsrechtlichen Gründen müssten alle langfristig wirksamen Lärmquellenarten einbezogen werden. Ausnahme stellen temporäre Quellen wie Baulärm dar; diese sollten in der Gesamtlärbetrachtung nicht berücksichtigt werden.

b) Soll die Gesamtlärbewertung nur für die Genehmigung von Emittenten durchgeführt werden oder auch für den Betrieb verpflichtend sein?

Die Gesamtlärbetrachtung sollte aus Sicht der Teilnehmer auch den Betrieb von Anlagen/Verkehrswegen umfassen. Auch die Städte begrüßen diesen Ansatz, der eine Sanierung kommunaler Straßen bedeuten könnte. Hierfür müssten dann jedoch Finanzmittel zur Verfügung gestellt werden.

- c) **Soll eine Gesamtlärbetrachtung in zwei Stufen (Schutz vor erheblicher Belästigung und Gesundheitsgefährdung) unterteilt werden? Welche Rechtsfolgen ergeben sich bei einer zweistufigen Betrachtung?**

Eine gemeinsame konsensfähige Antwort konnte nicht erzielt werden. Beide Wirkungsbereiche sind dem Gesetzestext nach relevant. Nach Ansicht der meisten Teilnehmer ist jedoch die Kernfrage nicht, welcher Wirkungsaspekt betrachtet werden soll (da sowohl Belästigung als auch körperliche Gesundheitsgefährdungen nach wissenschaftlichen Erkenntnissen bereits bei niedrigen Pegelwerten zu wirken beginnen und einander beeinflussen), sondern welches Niveau an Belästigung bzw. Gesundheitsrisiko gesellschaftlich akzeptiert werden soll.

- d) **Welches Schutzniveau soll für die Gesamtlärbewertung erreicht werden? Verschärfung oder Beibehaltung des bisherigen Niveaus?**

Die Gesamtlärbewertung sollte sich aus Sicht der Teilnehmer am größtmöglichen Schutz der Bevölkerung orientieren und zukunftsweisend sein. Inwieweit eine Verschärfung des Rechts umsetzbar sein wird, entscheiden die politischen Entscheidungsgremien.

- e) **Soll eine Gesamtlärbewertung auf Basis eines wirkungsgerechten oder energetischen Summenpegels erfolgen?**

Die wirkungsgerechte Summenbildung wird von den Teilnehmern einheitlich bevorzugt, es wird jedoch darauf hingewiesen, dass diese leicht verständlich dargestellt werden muss, um allgemeine Akzeptanz zu erfahren.

- f) **Wie weit müssen die Ermittlungsverfahren der Einzelbeurteilungspegel harmonisiert werden, bevor ein Gesamtbeurteilungspegel errechnet wird?**

Bei der Ermittlung der Gesamtbeurteilungspegel sollten die bekannten Zuschläge für besondere Auffälligkeiten von Geräuschen weiterhin verwendet werden, da diese sonst bei den sehr unterschiedlichen Geräuschquellen nicht eingehen würden. Andere sektoralen Regelungen, die sich nicht auf die Geräuschcharakteristik beziehen (Ruhezeitenzuschläge, Irrelevanzkriterien) sollten unberücksichtigt bleiben.

- g) **Wie passt ein Vorschlag zur Gesamtlärbewertung in den bestehenden Regelungsrahmen?**

Ein einfaches Konzept, das bestehende Regelungen nur ergänzen würde, wäre das Konzept nach §47a „alt“ BImSchG. Ein Irrelevanzkriterium sollte nach Ansicht der Teilnehmer jedoch nicht aufgenommen werden.

- h) **Welches Konzept erscheint am besten für eine Gesamtlärmbeurteilung geeignet?**

Ein Vorschlag, der nur Änderungssituationen bewertet (Vorschlag 2) findet bei den Teilnehmern keine Zustimmung. Die beiden anderen Vorschläge (Wirkungsgerechte Summation, Anlehnung §47a „alt“) finden bei den Teilnehmern Zustimmung. Die wirkungsgerechte Summation wird vor allem von Seiten der Forschung bevorzugt. Ein Nachteil könnte dabei jedoch sein, dass die zugrunde liegenden Expositions-Wirkungs-Beziehungen im Streitfall begründet werden müssen. Der Vorschlag „Anlehnung §47a alt“ ist aus Behörden-sicht einfach und transparent nachvollziehbar. Jedoch ist die bisherige Grenzwertsetzung für die einzelnen

Quellen nicht durch ihre Wirkung sondern durch politische Entscheidungen begründet. Ein alternativer Vorschlag wäre ein Modell mit Begrenzung des Wirkungsrisikos durch die verschiedenen Quellen als limitierender Wert. Diese Vorgehensweise wäre sowohl mit Vorschlag 1 als auch Vorschlag 3 kombinierbar.

8.3 Fazit aus dem Workshop

Hinsichtlich der Notwendigkeit einer Gesamtlärbetrachtung bestand beim Workshop Einigkeit. Auch über die Sinnhaftigkeit einer Gesamtlärbetrachtung für Bestandssituationen bestand weitestgehend Einigkeit, obwohl gerade dies bedeuten würde, dass ein erheblicher Handlungsbedarf besonders in Ballungsräumen ausgelöst würde. Mit der Einführung einer Gesamtlärbetrachtung müsste dann das Schutzniveau im Rahmen einer Gesamtlärbewertung in einer breiten gesellschaftlichen Diskussion festgelegt werden. Bereits in der Diskussion im Workshop hat sich gezeigt, dass die wissenschaftliche Basis, welche Auswirkungen Geräuschbelastungen aus mehreren Quellen haben können, größtenteils vorhanden ist (z.B. die WHO Leitlinien für Umgebungslärm), in Teilen noch vertieft oder erweitert werden sollte aber im Grunde nur eine Basis für ein gesellschaftlich akzeptables Niveau der Lärmbelastung liefert.

Weiterhin hat sich auch im Workshop bestätigt, dass es wichtig ist, sowohl aktuelle wissenschaftliche Erkenntnisse zur Belästigung und weiteren Gesundheitswirkungen von Lärm zu berücksichtigen als auch ein verständliches und transparentes Verfahren zur Gesamtlärbewertung zu erstellen. So wurde z.B. festgestellt, dass eine Trennung des Schutzes vor Belästigung und weiteren Gesundheitswirkungen zwar fachlich nicht aufrecht erhalten werden kann, aber aus Sicht der Verwaltung diese in der Rechtsprechung häufig vollzogene Trennung bisher zu Handlungsspielräumen führte, die bei Genehmigungsentscheidungen hilfreich waren. Wichtig erscheint bei Letzterem jedoch nicht die fachliche Trennung von Belästigung und Gesundheitsschutz sondern ein Abwägungsspielraum. Außerdem besteht auch Bedarf, z.B. die Sozialadäquanz von Lärmarten (wie z.B. dem Sportlärm) berücksichtigen zu können.

Insofern spiegelt das Ergebnis des Workshops bezüglich der diskutierten Vorschläge zur Gesamtlärbewertung die Sichtweisen der wissenschaftsbasierten Wirkungsbetrachtung und der vollzugsorientierten Bewertung wieder. Während Vorschlag 1 mit einem wirkungsäquivalenten Gesamtmissionsrichtwert (dessen Niveau zu diskutieren wäre) prinzipiell die wirkungsbezogen geeignetste Methode ist, wäre Vorschlag 3 die für die Vollzugsbehörden am leichtesten zu vermittelnde Methode. Insofern wurde keine eindeutige Entscheidung für eine der beiden Vorschläge getroffen, jedoch übereinstimmend Vorschlag 2 abgelehnt. Ein möglicher Kompromiss könnte daher sein, die Wirkungsäquivalenz stärker in einem Verfahren, wie es Vorschlag 3 vorsieht, zu integrieren.

Aufbauend auf den Ergebnissen des Workshops wurden die Vorschläge für die Gesamtlärbewertung und die Praxisbeispiele aus dem Zwischenbericht überarbeitet. Neben einer übersichtlicheren und kürzeren Darstellung der Praxisbeispiele wurde insbesondere in Vorschlag 1 auf die bis dahin vorgeschlagene Trennung in ein zweistufiges Verfahren zum Schutz vor Belästigung und Gesundheitsgefährdung verzichtet und ein einstufiger Gesamtmissionsrichtwert vorgeschlagen.

9 Handlungsempfehlung

Aufbauend auf den Ergebnissen der Untersuchung und den Workshop-Ergebnissen ergeben sich für die Einführung eines Gesamtlärmkriteriums folgende Handlungsempfehlungen:

Definition eines Regelungsortes

Für die Einführung eines Gesamtlärmkriteriums müsste zunächst durch juristische Expertise ein Regelungsort für die Gesamtlärbewertung festgelegt werden. Grundsätzlich käme hier die Einbindung in den Sechsten Teil des BImSchG (§47) zur Lärminderungsplanung in Frage. Hierbei müssten jedoch die Anforderungen der EU-Umgebungslärmrichtlinie mit geprüft werden. Alternativ wäre auch eine Verwaltungsvorschrift auf Basis des §48 BImSchG denkbar.

Diskussion der gesellschaftlich akzeptierten Schutzniveaus

Die Wahl des Niveaus (d.h. der Schwellenwerte) für eine Gesamtlärbetrachtung hat bedeutende Konsequenzen für den ausgelösten Handlungsbedarf und damit in weiterer Folge auch für die verursachten Kosten. Eine eindeutige wissenschaftliche Grenze, ab der Gesundheitsgefahren drohen, kann aus der Lärmwirkungsforschung nicht abgeleitet werden. Vielmehr zeigt sich bereits ab niedrigen Pegeln ein steigendes Risiko für gesundheitliche Beeinträchtigungen und die Belästigung durch Lärm. Es bedarf daher aus Sicht der Autoren (auch aus den Meldungen der Teilnehmer des Workshops) eines gesellschaftlich-politischen Diskurses, welches Risiko als akzeptabel betrachtet wird.

Da ohnehin eine Sanierung bestehender Lärmsituationen ausgelöst würde, kann diese Eingriffsschwelle auch dynamisch definiert werden, indem zunächst eine hohe Eingriffsschwelle gewählt wird und mit fortschreitender Sanierung belasteter Gebiete die Eingriffsschwelle gesenkt wird, so dass auch sukzessive geringer belastete Gebiete saniert werden.

Erweiterung der Expositions-Wirkungs-Beziehungen

Um eine wirkungsbezogene Bewertung aller relevanten Lärmquellen vornehmen zu können, bedarf es weiterer Expositions-Wirkungs-Beziehungen vor allem für die nicht verkehrsbezogenen Emittenten. Dies sind vordringlich Gewerbelärm und Sportanlagenlärm. Für beide Quellenarten wurden seitens des Umweltbundesamts Forschungsvorhaben gestartet, die auch Expositions-Wirkungsbeziehungen liefern sollen. Beide Forschungsvorhaben sollen bis Ende 2021 veröffentlicht werden.

Ausformulierung des Kriteriums

Schließlich sollte das Gesamtlärmkriterium ausformuliert werden. Dabei ist sowohl die Methode nach Vorschlag 1 (mit einem Gesamtlärmrichtwert auf Basis wirkungsäquivalenter Ersatzpegel) als auch Vorschlag 3 (energetische Summierung von sektoralen Grenz-/Richtwerten) möglich. Beide Verfahren bieten ein nachvollziehbares und einfaches Modell für eine Gesamtlärbewertung. Beide Vorschläge wären noch zu ergänzen bzw. zu modifizieren. Während Vorschlag 1 noch um geeignete Expositions-Wirkungs-Beziehungen für Gewerbelärm und

Sportlärm ergänzt werden müsste, wäre bei Vorschlag 3 die Wahl der sektoralen Grenzwerte weniger an existierenden Grenz- oder Richtwerten als an wirkungsbezogenen Schwellwerten bzgl. der Risikoerhöhung für Belästigung oder Gesundheitsbeeinträchtigungen je Quellenart zu orientieren. Der Schwellwert könnte daher alternativ als ein Prozentsatz Belästigter oder als Prozentsatz der Risikoerhöhung für Gesundheitswirkungen ausgedrückt werden.

Die Wahl des Vorschlags erfolgt auch im Hinblick auf den Regelungsort. Eine Verankerung im §47 BImSchG würde Vorschlag 3 anbieten, während bei einer Verwaltungsvorschrift auf Grundlage von §48 BImSchG Vorschlag 1 geeignet erscheint.

10 Zusammenfassung

In vorliegendem Bericht zum Untersuchungsvorhaben Konzept zur Beurteilung von Gesamtlärm wurde die lärmfachliche und immissionsschutzrechtliche Machbarkeit einer Gesamtlärbetrachtung geprüft und Vorschläge für eine inhaltliche Umsetzung erarbeitet, anhand von Praxisbeispielen erprobt und in einem Expertenworkshop diskutiert. Um die rechtlichen und fachlichen Fragestellungen beantworten zu können, wurden folgende Schritte durchgeführt:

- Aufarbeitung des Stands der Lärmschutzvorschriften in Deutschland
- Darstellung der aktuellen Rechtslage im Hinblick auf eine Gesamtlärbewertung
- Darstellung des Stands der Wissenschaft und Technik zur Gesamtlärbewertung
- Verifizierung der Problemstellungen, die im Rahmen einer Gesamtlärbewertung zu beachten sind
- Vorschlag und Prüfung von drei Konzepten für eine Gesamtlärbewertung anhand von Praxisbeispielen
- Bewertung der Konzepte im Rahmen eines Experten-Workshops

Der Stand der Lärmschutzvorschriften in Deutschland zeichnet sich dadurch aus, dass die übergeordneten gesetzlichen Regelungen (insbesondere das Bundes-Immissionsschutzgesetz) in seinem Gesetzeszweck keine getrennte Betrachtung von Geräuschquellen vorsieht. Vielmehr sind dem Zweck nach die Einwirkungen auf u.a. Menschen und Tiere zu begrenzen. Erst die untergeordneten Verwaltungsvorschriften und Richtlinien, die zur konkreten Umsetzung dieses Gesetzeszweckes dienen, regeln die zulässigen Einwirkungen aus Geräuschen für die in ihrem Anwendungsbereich genannten Geräuschquellenarten jeweils getrennt. Damit wird die sektorale Betrachtungsweise also erst im Rahmen der den Gesetzeszweck konkretisierenden untergeordneten Regelwerke eingeführt. Die darin in Einzelfällen enthaltenen Regelungen zur Berücksichtigung jeweils anderer Quellenarten sind dann auch nicht geeignet, einen Schutz vor Gesamtlärm zu fördern, sie erleichtern vielmehr die Zulässigkeit von Vorhaben bei bereits vorhandener Lärmbelastung.

Die Rechtsprechung der Verwaltungsgerichte bestätigt dem Grunde nach die vom Gesetzgeber durch die untergeordneten Vorschriften faktisch sektorale Rechtslage mit ihren Urteilen. Jedoch ist regelmäßig dort eine Grenze gezogen worden, wo die Lärmbelastung nach Ansicht der Gerichte mit Gesundheitsgefahren (Art. 2 Abs. 2 S. 1 GG) oder einem Eingriff in die Substanz des Eigentums (Art. 14 Abs. 1 S. 1 GG) in Verbindung gebracht werden kann. Diese Grenze sehen die Gerichte in der Regel bei Beurteilungspegeln ab 70 dB(A) tags bzw. 60 dB(A) nachts. Werden diese Werte überschritten, ist nach deren Ansicht eine Gesamtlärbetrachtung zum Schutz dieser Güter geboten.

Nach einer bundesweiten Umfrage des Umweltbundesamtes von 2014 fühlen sich

- 68 % der bundesdeutschen Bevölkerung durch mindestens eine Quellenart des Umgebungslärms;
- 44 % durch zwei oder mehr Quellenarten;

- 22 % durch drei oder mehr Quellenarten des Umgebungslärms gestört oder belästigt (Wothge, 2016).

Dem gegenüber steht eine überwiegend sektorale Betrachtung des Umgebungslärms.

In der Wissenschaft und Technik erfolgt die Untersuchung der Wirkung von Umgebungslärm zumeist getrennt nach Lärmquellen wie zuletzt auch die auf wissenschaftlicher Evidenz basierenden Leitlinien der Weltgesundheitsorganisation (WHO) für Umgebungslärm zeigen. Die WHO nennt als entscheidende gesundheitliche Auswirkungen von Umgebungslärm die Lärmbelästigung, Schlafstörungen, Herz-Kreislaufkrankungen, Hörschäden/Tinnitus (vor allem beim Freizeidlärm) sowie – bei Fluglärm – die Beeinträchtigung der kognitiven Leistung von Kindern. Davon wurden die ersten drei Wirkungsbereiche Lärmbelästigung, Schlafstörungen, Herz-Kreislaufkrankungen sowie neuere Erkenntnisse zur Wirkung von Lärm auf das Risiko psychischer Erkrankungen, insbesondere Depression, in Bezug auf eine Gesamtlärbetrachtung im Rahmen dieses Gutachtens einbezogen.

Gut untersucht ist die Wirkung von Lärm auf die Lärmbelästigung und selbstberichtete Schlafstörungen. Hier zeichnen sich Wirkungsunterschiede in Abhängigkeit der Lärmquellenarten ab: Bei gleichem Beurteilungspegel (L_{den} , L_{night}) führt unter den Verkehrslärmquellenarten Fluglärm zum höchsten Prozentanteil belästigter bzw. schlafgestörter Personen, gefolgt von den Prozentanteilen durch Straßenverkehrs- und Schienenverkehrslärm beeinträchtigter Personen.

In der VDI 3722-2 wird dieser Sachverhalt für eine Gesamtlärmbeurteilung aufgegriffen und die Geräuschpegel der Einzelquellenarten wirkungsbezogen aufaddiert. Dabei werden zunächst die Einzelquellengeräuschpegel auf Referenzpegel (Straßenverkehrsgeräuschpegel, renormierte Ersatzpegel) gleicher Belästigungs- bzw. Störungswirkung umgerechnet, bevor die so errechneten Pegel energetisch aufaddiert werden und daraus der Anteil durch Gesamtlärm belästigter bzw. schlafgestörter Personen ermittelt wird. Damit setzt die VDI 3722-2 das sog. Belästigungs-Äquivalenz-Modell um, bei dem eine Energiesumme der Geräuschpegel der Einzelquellenarten mit einer Bonus-/Malus-Regelung bezogen auf Straßenverkehrsgeräuschpegel als Referenz verknüpft wird.

Neuere Untersuchungen bestätigen diese grundsätzlichen Wirkungsunterschiede in der Belästigung und den Schlafstörungen, zeigen aber auch, dass gegenüber den in der VDI 3722-2 derzeit angegebenen Expositions-Wirkungsfunktionen die Lärmwirkungen im Laufe der Zeit angestiegen sind. Die neuen WHO-Reviews, die den WHO-Leitlinien zum Umgebungslärm zugrunde liegen, zeigen bei gleichem Beurteilungspegel höhere Anteile belästigter bzw. schlafgestörter Personen (Guski, Schuemer & Schreckenber, 2017; Basner & McGuire, 2018).

Von den Modellen, die aus der Lärmwirkungsforschung zur Gesamtlärmbelästigung vorliegen, erweist sich das Belästigungs-Äquivalenz-Modell als ein pragmatischer evidenz-basierter Ansatz, bei dem die verschiedenen Belästigungswirkungen verschiedener Einzelquellarten wirkungsgerecht zu einer Gesamtlärbewertung unter Bezug auf den Straßenverkehrslärm als Referenz verknüpft werden. Die Anwendung des Belästigungs-Äquivalenz-Modells wird auch für den Wirkungsbereich der berichteten Schlafstörungen empfohlen. Bei Anwendung gilt dann aber der Hinweis aus der VDI 3722-2, die angewandten Expositions-Wirkungsbeziehungen (regelmäßig) auf Aktualität zu prüfen und ggf. anzupassen. Entsprechende aktuelle Funktionen liefern die WHO-Reviews zur Lärmbelästigung (Guski et al., 2017) und zu Schlafstörungen (Basner & McGuire, 2018).

In Bezug auf mögliche Wirkungsunterschiede zwischen Lärmquellenarten bei den Risiken von psychischen und Herz-Kreislauf-Erkrankungen ist die Befundlage weniger eindeutig. Entsprechend finden sich unter Verweis auf die Annahme gleicher biologischer Wirkmechanismen die Empfehlungen, nicht von Wirkungsunterschieden zwischen Lärmquellenarten auszugehen und die vergleichsweise gut untersuchten Expositions-Wirkungsfunktionen zu Erkrankungsrisiken durch Straßenverkehrslärm als Grundlage für die Bewertung des Lärms anderer Einzelquellenarten des Umgebungslärms zu verwenden (van Kamp et al., 2018). Eine entsprechende Expositions-Wirkungsfunktion für ischämische Herzkrankheiten durch Straßenverkehrslärm liefert das WHO-Review zu lärmassoziierten Herzkreislauf-Erkrankungen von van Kempen et al. (2018). Alternativ dazu steht der Vorschlag der epidemiologischen Risikomultiplikation (Seidler et al., 2019), wonach zumindest bezogen auf Daten der NORAH-Erkrankungsstudie für eine Gesamtlärbewertung die multiplikative Verknüpfung der Erkrankungsrisiken der Einzellärmquellenarten den besten Fit an die Daten ergibt. Dieser Befund bedarf vor einer Umsetzung noch der Bestätigung durch weitere epidemiologische Studien.

Zur Überwindung der vorherrschenden sektoralen Betrachtungsweise im Rahmen einer Gesamtlärbetrachtung müssen einheitliche Bewertungsverfahren angewendet werden. Dazu müssen die folgenden Unterschiede überwunden werden:

- unterschiedliche Grenz- und Richtwerte
- unterschiedliche Ermittlungsverfahren der Beurteilungspegel
- unterschiedliche Ausbreitungsrechnungen
- unterschiedliche Verwendung von Zuschlägen
- unterschiedliche Beurteilungszeiträume

Während jedoch Unterschiede bei den Ermittlungsverfahren der Beurteilungspegel und der Ausbreitungsrechnung möglicherweise aufgrund der vergleichsweise geringen Unterschiede und der ohnehin implizierten Modellannahmen in Kauf genommen werden können, müssen z.B. Beurteilungszeiträume unabdingbar vereinheitlicht werden, um zu einem Beurteilungspegel des Gesamtlärms zu kommen. Die Verwendung von Zuschlägen für besondere Auffälligkeiten von Geräuschen erfolgt ohnehin geräuschindividuell und kann somit beibehalten werden.

Aus den bis dato angestellten Betrachtungen wurden drei Vorschläge für ein Verfahren zur Gesamtlärbetrachtung unterbreitet:

Vorschlag 1: „Wirkungsgerechte Summation“

1. Anwendung für die **Errichtung** und den **Betrieb** von Anlagen und Verkehrswegen
2. **Immissionsgrenzwert** zur Begrenzung der Gesamtlärbelastung

3. Vermeidung erheblicher Belästigung und Verhinderung von Gesundheitsgefahren durch **Immissionsgrenzwerte** für den Gesamtlärm
4. Für Überschreitungen der Immissionsrichtwerte könnte eine Abwägung der Schallschutzmaßnahmen bzw. von Entschädigungen entsprechend der 24. BImSchV zulässig sein
5. Einführung eines Maximalpegelkriteriums
6. **Wirkungsgerechte** Bildung der Summenpegel

Vorschlag 2: „Änderungssituation“

1. Anwendung für die **Errichtung oder wesentliche Änderung** von Anlagen und Verkehrswegen
2. Bewertungsverfahren zur **Begrenzung der Veränderung** der Gesamtlärmbelastung
3. **Zweistufiges** Änderungskriterium in Anlehnung an die Verkehrslärmschutzverordnung
4. **Wirkungsgerechte** Bildung der Summenpegel

Vorschlag 3: „Anlehnung § 47a“

1. Anwendung für die **Errichtung** und den **Betrieb** von Anlagen und Verkehrswegen
2. **Getrennter** Vergleich der Beurteilungspegel mit den separaten Immissionsricht- und -grenzwerten
3. **Summation** der einzelnen **Differenzen** zu den jeweiligen Immissionsricht- und -grenzwerten
4. Eine Einhaltung der einzelnen Immissionsricht- und -grenzwerte führt zu Überschreitungen im Gesamtlärm

Diese drei Vorschläge wurden anhand von zwei Praxisbeispielen erprobt und die Ergebnisse der Erprobung in dem Werkstattgespräch dargestellt. Als Ergebnis des Experten-Workshops mit etwa 20 Vertretern aus der Verwaltung, Ingenieurbüros und Forschungseinrichtungen kann festgehalten werden:

- Bei der Gesamtlärbetrachtung sollte keine langfristige Quelle explizit ausgeschlossen werden, aus verfassungsrechtlichen Gründen müssten alle (langfristigen) Lärmquellenarten einbezogen werden. Temporäre Quellen wie Baustellen sollen nicht berücksichtigt werden.
- Die Gesamtlärbewertung sollte sowohl die Errichtung als auch den Betrieb von Anlagen und Verkehrswegen einschließen.
- Das Konzept zur Gesamtlärbewertung sollte sich nicht ausschließlich anhand der Lärmwirkung begründen. Beispiel ist der Sportlärm, der unter anderem auch wegen des Freizeitcharakters und der positiven gesundheitlichen Relevanz des Sports eine größere gesellschaftliche Akzeptanz hat als etwa der Verkehrslärm.

- Bzgl. des Schutzniveaus sollte das Gesamtlärmkonzept den größtmöglichen Schutz der Bevölkerung anstreben und sich nicht nur an bestehendem Schutzniveau (d.h. an bestehenden Grenz, Richt- und Orientierungswerte) orientieren, sondern zukunftsweisend sein.
- Eine wirkungsgerechte Beurteilung wird der energetischen Addition der Pegel verschiedener Quellenarten vorgezogen.
- Zuschläge für besondere Auffälligkeiten von Geräuschen sollten auch bei der Gesamtlärmbewertung beibehalten werden, nicht jedoch andere spezifische sektorale Regelungen, z.B. Irrelevanzkriterium oder Ruhezeitenzuschläge.
- Ein Vorschlag 2 mit der Einschränkung des Anwendungsbereichs auf die Änderung von Anlagen oder Verkehrswegen findet wenig Zustimmung. Die Vorschläge 1 und 3 werden bevorzugt.

Literatur und Grundlagen

- Alayrac, M., Marquis-Favre, C., Viollon, S. (2011). Total annoyance from an industrial noise source with a main spectral component combined with a background noise. *Journal of the Acoustical Society of America*, 130, 189–199.
- Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm – Geräuschmissionen – vom 19. August 1970
- Basner M., Buess, H., Elmenhorst, D., Gerlich, A., Luks, N., Maaß, H., Mawet, L., Müller, E.W., Müller, U., Plath, G., Quehl, J., Samel, A., Schulze, M., Vejvoda, M., Wenzel, J (2004). *Nachtfluglärmwirkungen (Band 1): Zusammenfassung*. Köln: Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR).
- Basner, M. & McGuire, S. (2018). WHO Environmental Noise Guidelines for the European Region: A Systematic Review on Environmental Noise and Effects on Sleep. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(3), 519. doi:10.3390/ijerph15030519.
- Baugesetzbuch in der Fassung der Bekanntmachung vom 3. November 2017 (BGBl. I S. 3634)
- Beckert, C., Chotjewitz, I. (2000). *TA Lärm, Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm mit Erläuterungen*. Erich Schmidt Verlag, Berlin 20000
- Beiblatt 1 zu DIN 18005, Schallschutz im Städtebau, Teil 1, Mai 1987
- Bekanntmachung der Berechnungsverfahren für den Umgebungslärm nach §5 Absatz 1 der Verordnung über die Lärmkartierung (34. BImSchV); Bundesanzeiger BAnz AT 28.12.2018 B7
- Berglund, B., Berglund, U., Goldstein, M., Lindvall, T. (1981). Loudness (or annoyance) summation in combined community noises. *Journal of the Acoustical Society of America*, 70, 1628-1634.
- Bodin, T., Bjork, J., Ardo, J. & Albin, M. (2015). Annoyance, sleep and concentration problems due to combined traffic noise and the benefit of quiet side. *International journal of environmental research and public health*, 12, 1612–1628. doi:10.3390/ijerph120201612
- Botteldooren, D., Verkeyn, A. (2002). Fuzzy models for accumulation of reported community noise annoyance from combined sources. *Journal of the Acoustical Society of America*, 112, 1496–1508.
- Brink, M., Lechner, C., Moebus, S., Müller, U., Schreckenberger, D., Seidler, A. (2019). Memorandum, Lärm und seine Auswirkungen auf die Gesundheit. Verfügbar unter https://vm.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-mvi/intern/Datien/PDF/PM_Anhang/190222_Laerm_LPK_PM_Anhang_Memorandum_of_Understanding.pdf

- Broer, C. (2006). Beleid vormt overlast: hoe beleidsdiscoursen de beleving van geluid bepalen. Dissertation. Amsterdam, Niederlande: Universiteit van Amsterdam. Verfügbar unter https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/30872288/40048.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1543159673&Signature=AHzmlff5JER04rOz0udcbjyOTWM%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DMijn_proefschrift_uitgegeven_bij_Aksant..pdf
- Bundes-Immissionsschutzgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013 (BGBl. I S. 1274), das zuletzt durch Artikel 3 des Gesetzes vom 18. Juli 2017 (BGBl. I S. 2771) geändert worden ist
- Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) - Lärmvorsorge und Lärmsanierung an Bundesfernstraßen. Verfügbar unter: <https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/StB/laerschutz.html>
- Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) - Lärmvorsorge und Lärmsanierung an Schienenwegen. Verfügbar unter: <https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/E/laermvorsorge-undlaermsanierung.html>
- Champelovier, P., Cremezi-Charlet, C. & Lambert, J. (2003). Evaluation de la gêne due à l'exposition combinée aux bruits routier et ferroviaire (Report 242). Lyon: INRETS.
- Clark, C. & Paunovic, K. (2018). WHO Environmental Noise Guidelines for the European Region: A Systematic Review on Environmental Noise and Quality of Life, Wellbeing and Mental Health. International Journal of Environmental Research and Public Health, 15(11), 2400, doi:10.3390/ijerph15112400
- Common Noise Assessment Methods in Europe (CNOSSOS-EU) [Zugriff am 27.11.2018]. Verfügbar unter: http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC72550/cnossos-eu%20jrc%20reference%20report_final_on%20line%20version_10%20august%202012.pdf
- Deutscher Arbeitsring für Lärmbekämpfung (DAL): zitiert auf der Homepage des Ministeriums für Wirtschaft, Arbeit und Wohnungsbau Baden-Württemberg, Städtebauliche Lärmfibel Online letzter Zugriff am 31.03.2020 über <http://www.staedtebauliche-laermfibel.de/pdf/TA-L-neu.pdf>
- Deutscher Bundestag (1999): Gemeinsames Dokumentations- und Informationssystem von Bundestag und Bundesrat DIP, Drucksache 14/2300, 15.12.1999, Verfügbar unter: <http://dipbt.bundestag.de/doc/btd/14/023/1402300.pdf>
- DIN 18005-1:2002-07: Schallschutz im Städtebau - Teil 1: Grundlagen und Hinweise für die Planung
- DIN 4109-1:2018-01: Schallschutz im Hochbau - Teil 1: Mindestanforderungen
- DIN 45680:1997-03: Messung und Bewertung tieffrequenter Geräuschimmissionen in der Nachbarschaft
- DIN ISO 9613-2:1999-10: Akustik - Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien - Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren (ISO 9613-2:1996)

- DIP, Gemeinsames Dokumentations- und Informationssystem von Bundestag und Bundesrat DIP, Drucksache 14/2300 vom 15.12.1999, letzter Zugriff am 31.3.2020 über <http://dip21.bundestag.de/dip21/btd/14/023/1402300.pdf>
- EC/WG1 (2004). Position paper on dose-effect relationships for night time noise. European Commission. Zugriff am 03.11.2018, von <http://www.noiseineu.eu/en/1383-a/homeindex/file?objectid=1308&objectypeid=0>
- EC/WG2 (2002). Position paper on dose response relationships between transportation noise and annoyance. European Commission. Zugriff am 22.12.2017 von <http://www.noiseineu.eu/fr/2928-a/homeindex/file?objectid=2705&objectypeid=0>
- Eisenbahn-Bundesamt (2012): Umwelt-Leitfaden des Eisenbahn-Bundesamts zur eisenbahnrechtlichen Planfeststellung und Plangenehmigung sowie für Magnetschwebebahnen, Teil VI: Schutz vor Schallimmissionen aus Schienenverkehr. Verfügbar unter: https://www.eba.bund.de/SharedDocs/Fachmitteilungen/DE/Archiv/29_2012_Umweltleitfaden_Teil_VI_Schall.html
- European Environment Agency (EEA), 2010. Good practice guide on noise exposure and potential health effects. Luxembourg: Publications Office. Verfügbar unter: <http://dx.publications.europa.eu/10.2800/54080>
- Europäische Kommission (1997). Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft. „Grünbuch der Europäischen Kommission: Künftige Lärmschutzpolitik“ 97/C 206/01, 40. Jahrgang, 7. Juli 1997. Verfügbar unter : <https://eur-lex.europa.eu/>
- Europäische Kommission (2012). Umwelt: Gemeinsame Normen für Umgebungslärm. Brüssel 14.09.2012. Verfügbar unter: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/de/IP_12_961
- Fields, J.M. (1993). Effect of personal and situational variables on noise annoyance in residential areas. *Journal of the Acoustical Society of America*, 93(5), 2753-2763.
- Foraster, M., Eze, I. C., Schaffner, E., Vienneau, D., Heritier, H., Endes, S. et al. (2017). Exposure to Road, Railway, and Aircraft Noise and Arterial Stiffness in the SAPALDIA Study: Annual Average Noise Levels and Temporal Noise Characteristics. *Environmental health perspectives*, 125, 97004. doi:10.1289/EHP1136
- Gesetz zum Schutz vor Luftverunreinigungen, Geräuschen und ähnlichen Umwelteinwirkungen (Landes-Immissionsschutzgesetz - LImSchG -) vom 18. März 1975
- Gille, L.-A., Marquis-Favre, C. & Lam, K.-C. (2017). Partial and Total Annoyance Due to Road Traffic Noise Combined with Aircraft or Railway Noise: Structural Equation Analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14. doi:10.3390/ijerph14121478
- Gille, L.-A., Marquis-Favre, C. & Morel, J. (2016). Testing of the European Union exposure-response relationships and annoyance equivalents model for annoyance due to transportation noises: The need of revised exposure-response relationships and annoyance equivalents model. *Environment international*, 94, 83–94. doi:10.1016/j.envint.2016.04.027

- Griefahn, B. (2007). Forschungsverbund „Leiser Verkehr“, Einzelaufgabe 231 1: Lärmbedingte Schlafstörungen: Verkehrslärmarten, Frequenzspektren, temporäre Verkehrsruhe. Abschlussbericht, Förderkennzeichen BMBF 19U2062A. Hannover: Technische Informationsbibliothek, Universitätsbibliothek Hannover. Verfügbar unter: <http://edok01.tib.uni-hannover.de/edoks/e01fb08/572377878.pdf>
- Grundgesetz für die Bundesrepublik Deutschland in der im Bundesgesetzblatt Teil III, Gliederungsnummer 100-1, veröffentlichten bereinigten Fassung, das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 13. Juli 2017 (BGBl. I S. 2347) geändert worden ist
- Guski, R. (1999). Personal and social variables as co-determinants of noise annoyance. *Noise & Health*, 3, 45-56.
- Guski, R. (2017). The increase of aircraft noise annoyance in communities. Causes and consequences. Keynote. Proceedings of the 12th ICBen on Noise as a Public Health Problem. Zürich, Schweiz. Zugriff am 03.11.2018, von http://www.icben.org/2017/ICBen%202017%20Papers/Key-note04_Guski_4164.pdf
- Guski, R., Schreckenber, D., Schuemer, R. (2017a). WHO Environmental Noise Guidelines for the European Region: A Systematic Review on Environmental Noise and Annoyance. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14(12), 153. doi:10.3390/ijerph14121539.
- Guski, R., Schreckenber, D., Schuemer, R. (2017b). Supplementary Materials: WHO Environmental Noise Guidelines for the European Region: A Systematic Review on Environmental Noise and Annoyance *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14(12), 153. Available from <https://www.mdpi.com/1660-4601/14/12/1539/s1>
- Hatfield, J.; Job, R.; van Kamp, I. Clarifying “Soundscape”: Effects of Question Format on Reaction to Noise from Combined Sources. *Acta Acustica united Acustica*, 92, 922–928.
- Heritier, H., Vienneau, D., Foraster, M., Eze, I. C., Schaffner, E., Thiesse, L. et al. (2018). Diurnal variability of transportation noise exposure and cardiovascular mortality: A nationwide cohort study from Switzerland. *International journal of hygiene and environmental health*, 221, 556–563. doi:10.1016/j.ijheh.2018.02.005
- Hillen, R. (1993) : Schallimmissionspläne – Basis von Lärminderungsplänen. Hrsg. von der Landesanstalt für Immissionsschutz NRW (LIS-Bericht 108), Essen
- Janssen, S. A., Vos, H., Eisses, A. R. & Pedersen, E. (2011). A comparison between exposure-response relationships for wind turbine annoyance and annoyance due to other noise sources. *Journal of the Acoustical Society of America*. 130(6), 3746-3753. doi:10.1121/1.3653984
- Janssen, S.A., Vos, H., van Kempen, E.E.M.M., Breugelmans, O.R.P. & Miedema, H.M.E. (2011). Trends in aircraft noise annoyance: the role of study and sample characteristics. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 129(4), 1953–62.

- Job, R.F.S. (1988). Community response to noise: A review of factors influencing the relationship between noise exposure and reaction. *Journal of the Acoustical Society of America*, 83, 991-1001.
- Kroesen, M. & Bröer, C. (2009). Policy discourse, people's internal frames, and declared aircraft noise annoyance: an application of Q-methodology. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 126, 195-207. doi:10.1121/1.3139904
- Lercher, P., Botteldooren, D., de Greve, B., Dekoninck, L. & Rüdissler, J. (2007). The effects of noise from combined traffic sources on annoyance: the case of interactions between rail and road noise. Paper presented at the Inter-Noise 2007, Istanbul, TR.
- Lercher, P., Coensel, B. de, Dekonink, L. & Botteldooren, D. (2017). Community Response to Multiple Sound Sources: Integrating Acoustic and Contextual Approaches in the Analysis. *International journal of environmental research and public health*, 14. doi:10.3390/ijerph14060663
- Meline, J., van Hulst, A., Thomas, F. & Chaix, B. (2015). Road, rail, and air transportation noise in residential and workplace neighborhoods and blood pressure (RECORD Study). *Noise & health*, 17, 308-319. doi:10.4103/1463-1741.165054
- Miedema, H. M. E. (1987). Annoyance from combined noise sources. In H.S. Koelega, *Environmental Annoyance: Characterization, Measurement* (pp. 313-32). Amsterdam, Niederlande: Elsevier.
- Miedema, H.M.E. & Oudshoorn, C.G.M (2001). Annoyance from transportation noise: relations with exposure metrics DNL and DENL and their confidence intervals. *Environmental Health Perspectives*, 109(4), 409-416.
- Miedema, H.M.E. & Vos, H. (1998). Exposure-response relationships for transportation noise. *Journal of the Acoustical Society of America*, 104(6), 3432-3445.
- Miedema, H.M.E. & Vos, H. (1999). Demographic and attitudinal factors that modify annoyance from transportation noise. *Journal of the Acoustical Society of America*, 105(6), 3336-3344.
- Miedema, H.M.E. & Vos, H. (2004). Noise annoyance from stationary sources: relationships with exposure metric day-evening-night level (DENL) and their confidence intervals. *Journal of the Acoustical Society of America*, 116, 334-343.
- Miedema, H.M.E. & Vos, H. (2007). Associations between self-reported sleep disturbance and environmental noise based on reanalyses of pooled data from 24 studies. *Behavioral Sleep Medicine*, 5(1), 1-20.
- Miedema, H.M.E. (2004). Relationship between exposure to multiple noise sources and noise annoyance. *Journal of the Acoustical Society of America*, 116(2), 949-957.
- Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (Hrsg.): Broschüre „Lärmschutz in Nordrhein-Westfalen - Lärmkartierung und Aktionsplanung nach der EG-Umgebungslärmrichtlinie“ letzter Zugriff am 31.3.2020 über https://www.wuppertal.de/Broschuere_Laerm-schutz_in_Nordrhein_Westfalen.pdf

- Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (Hrsg.): Lärmschutz in Nordrhein-Westfalen – Immissionsschutzrecht. Verfügbar unter: <https://www.umwelt.nrw.de/umwelt/umwelt-und-ressourcenschutz/immissionsschutz-und-anlagen/immissionsschutzrecht/>
- Möhler U., Schreckenber D., Müller U., Liepert M., Skowronek V., Belke C., Benz S, (2017). Gutachten zur Berücksichtigung eines Maximalpegelkriteriums bei der Beurteilung von Schienenverkehrslärm in der Nacht, Verfügbar unter <https://umwelt.hessen.de/umwelt-natur/luft-laerm-licht/laermschutz/eisenbahnverkehrs-laerm>
- Müller, U. (2018). Übersicht zum Stand der Lärmwirkungsforschung. Berlin: Workshop "Fachübergreifende Lärmwirkungsforschung" des Forschungsverbunds "Leiser Verkehr", 04-05.12.2018, unveröffentlichter Vortrag.
- Müller, U. et al. (2010). Verbundprojekt: DEUFRAKO/RAPS - Railway noise (and other modes) annoyance, performance, sleep: wirkungsorientierte Bewertung unterschiedlicher Verkehrslärmarten; Teilvorhaben DLR: Metaanalyse und Feldstudie. Köln: DLR e.V.
- Nguyen, T. L., Nguyen, H. Q., Yano, T., Nishimura, T., Sato, T., Morihara, T. & Hashimoto, Y. (2012). Comparison of models to predict annoyance from combined noise in Ho Chi Minh City and Hanoi. *Applied Acoustics*, 73(9), 952-959.
- Nieuwenhuijsen, M.J.; Ristovska, G.; Dadvand, P. (2017). WHO Environmental Noise Guidelines for the European Region: A Systematic Review on Environmental Noise and Adverse Birth Outcomes. *Int. International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14, 1252. doi:10.3390/ijerph14101252
- Öhrström, E., Barregård, K., Andersson, E., Skånberg, A., Svensson, H. & Ängerheim, P. (2007). Annoyance due to single and combined sound exposure from railway and road traffic. *Journal of the Acoustical Society of America*, 122, 2642–2652.
- Pedersen, E. & Larsman, P. (2008). The impact of visual factors on noise annoyance among people living in the vicinity of wind turbines. *Journal of Environmental Psychology*, 28, 379–389. doi:10.1016/j.jenvp.2008.02.009
- Perron, S., Plante, C., Ragetti, M. S., Kaiser, D. J., Goudreau, S. & Smargiassi, A. (2016). Sleep Disturbance from Road Traffic, Railways, Airplanes and from Total Environmental Noise Levels in Montreal. *International journal of environmental research and public health*, 13. doi:10.3390/ijerph13080809
- Pierrette, M., Marquis-Favre, C., Morel, J., Rioux, L., Vallet, M., Viollon, S. & Moch, A. (2012). Noise annoyance from industrial and road traffic combined noises: A survey and a total annoyance model comparison. *Journal of Environmental Psychology*, 32(2), 178-186.
- Ragetti, M. S., Goudreau, S., Plante, C., Perron, S., Fournier, M., & Smargiassi, A. (2015). Annoyance from Road Traffic, Trains, Airplanes and from Total Environmental Noise Levels. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 13. doi:10.3390/ijerph13010090

Rice, C.G. & Izumi, K. (1986). Factors affecting the annoyance of combinations of noise sources. Proceedings of the Institute of Acoustics, 8, 325-332.

- Richtlinie 2002/49/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über die vom 25. Juni 2002 über die Bewertung und Bekämpfung von Umgebungslärm. Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften Nr. L 189/12 vom 18.07.2002. Zugriff am 15.12.2016. Verfügbar unter <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32002L0049&rid=1>
- Richtlinie 2002/49/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25. Juni 2002 über die Bewertung und Bekämpfung von Umgebungslärm - Erklärung der Kommission im Vermittlungsausschuss zur Richtlinie über die Bewertung und Bekämpfung von Umgebungslärm
- Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm - TA Lärm) vom 26. August 1998 (GMBI Nr. 26/1998 S. 503)
- Seidler, A., Hegewald, J., Seidler, A.L., Schubert, M., Wagner, M., Dröge, P., Haufe, E., Schmitt, J., Swart, E. & Zeeb, H. (2017). Association between aircraft, road and railway traffic noise and depression in a large case-control study based on secondary data. *Environmental Research*, 152, 263-227.
- Seidler, A., Hegewald, J., Seidler, A.L., Schubert, M. & Zeeb, H. (2019). Is the Whole More Than the Sum of Its Parts? Health Effects of Different Types of Traffic Noise Combined. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16, 1665. doi:10.3390/ijerph16091665
- Seidler, A., Hegewald, J., Seidler, A. L., Schubert, M., Wagner, M., Droge, P., . . . Zeeb, H. (2017). Association between aircraft, road and railway traffic noise and depression in a large case-control study based on secondary data. *Environmental Research*, 152, 263–271. doi:10.1016/j.envres.2016.10.017
- Seidler, A., Wagner, M., Schubert, M., Dröge, P. & Hegewald, J. (2016). Sekundärdatenbasierte Fallkontrollstudie mit vertiefender Befragung. In Gemeinnützige Umwelthaus gGmbH (Hg.), NORAH (Noise related annoyance cognition and health): Verkehrslärmswirkungen im Flughafenumfeld (Bd. 6, 2. Aufl.). Kelsterbach: Umwelthaus gGmbH. Abrufbar unter https://www.norah-studie.de//de/publikationen.html?file=files/norah-studie.de/Downloads/NORAH_Bd6_M2_FKS_Endbericht_160512_Aufl2.pdf.
- Sportanlagenlärmschutzverordnung vom 18. Juli 1991 (BGBl. I S. 1588, 1790), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 1. Juni 2017 (BGBl. I S. 1468) geändert worden ist
- Sung, J. H., Lee, J., Park, S. J., & Sim, C. S. (2016). Relationship of Transportation Noise and Annoyance for Two Metropolitan Cities in Korea: Population Based Study. *PloS One*, 11, e0169035. doi:10.1371/journal.pone.0169035
- Taylor, S.M. (1982). A comparison of models to predict annoyance reactions to noise from mixed sources. *Journal of Sound and Vibration*, 81, 123–138.
- Umweltbundesamt (2018). Belastung der Bevölkerung durch Umgebungslärm. Abrufbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/daten/umwelt-gesundheit/belastung-der-bevoelkerung-durch-umgebungs-laerm>

- Umweltbundesamt (2016): Umweltbewusstsein in Deutschland. Ergebnisse einer repräsentativen Bevölkerungsumfrage. [Zugriff am 27.06.2018]. Verfügbar unter: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/publikationen/umweltbewusstsein_deutschland_2016_bf.pdf
- Umweltbundesamt: Lärmbelästigung [Zugriff am 27.02.2018]. Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/verkehr-laerm/laermwirkung/laermbelaestigung>
- Umweltbundesamt (2019a): Modell zur Gesamtlärbewertung (Abschlussbericht); [Zugriff am 31.07.2019]. Forschungsvorhaben 3715 55 1030 im Auftrag des Umweltbundesamts. Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/modell-zur-gesamtlarmbewertung>
- Umweltbundesamt (2019b): Immissionsschutzrecht; Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/nachhaltigkeit-strategien-internationales/umweltrecht/immissionsschutzrecht#textpart-2>
- Van Kamp, I., Schreckenberg, D., van Kempen, E.E.M.M., Basner, M., Brown, A.L., Clark, C., ... Janssen-Stelder, B.M. (2018). Study on methodology to perform environmental noise and health assessment. RIVM Report 2018-0121. BA Bilthoven, The Netherlands: National Institute for Public Health and the Environment (RIVM). doi:10.21945/RIVM-2018-0121
- van Kempen, E.E.M.M., Casas, M., Pershagen, G. & Foraster, M. (2017). Cardiovascular and metabolic effects of environmental noise. Systematic evidence review in the framework of the development of the WHO environmental noise guidelines for the European Region. Bilthoven (The Netherlands): RIVM Report 2017-0078. doi:10.21945/RIVM-2017-0078
- van Kempen, E.E.M.M., Casas, M., Pershagen, G. & Foraster, M. (2018). WHO Environmental Noise Guidelines for the European Region: A Systematic Review on Environmental Noise and Cardiovascular and Metabolic Effects: A Summary. International Journal of Environmental Research and Public Health, 15, 379. doi:10.3390/ijerph15020379.
- VDI 2714: 1988-01: Schallausbreitung im Freien
- VDI 2719:1987-08: Schalldämmung von Fenstern und deren Zusatzeinrichtungen
- VDI 2720 Blatt 1:1997-03: Schallschutz durch Abschirmung im Freien
- VDI 3722-2, 2013. „Wirkung von Verkehrsgeräuschen – Kenngrößen beim Einwirken mehrerer Quellenarten“, Mai 2013
- VDI 4100:2012-10: Schallschutz im Hochbau - Wohnungen - Beurteilung und Vorschläge für erhöhten Schallschutz
- Verkehrslärmschutzverordnung vom 12. Juni 1990 (BGBl. I S. 1036), die durch Artikel 1 der Verordnung vom 18. Dezember 2014 (BGBl. I S. 2269) geändert worden ist
- Verkehrswege-Schallschutzmaßnahmenverordnung vom 4. Februar 1997 (BGBl. I S. 172, 1253), die durch Artikel 3 der Verordnung vom 23. September 1997 (BGBl. I S. 2329) geändert worden ist

- Vierunddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über die Lärmkartierung) vom 6. März 2006 (BGBl. I S. 516), die zuletzt durch Artikel 84 der Verordnung vom 31. August 2015 (BGBl. I S. 1474) geändert worden ist
- Weber, R., Schulte-Forkamp, B., Ronnebaum, T. & Dönnges, T. (1996). Literaturstudie zur Gesamtlärm-bewertung. Oldenburg/Magdeburg: Carl-von-Ossietzky-Universität Oldenburg.
- World Health Organization (WHO). (2018). Environment noise guidelines for the European region. Copenhagen, Denmark: WHO Regional Office for Europe. Zugriff am 03.11.2018, von http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0008/383921/noise-guidelines-eng.pdf?ua=1
- Wothge, J. (2016). Aktuelle Erkenntnisse zu den kombinierten Wirkungen von Geräuschen. *Lärmbekämpfung*, 4, 128-130.
- Wothge, J., Belke, C., Möhler, U., Guski, R. & Schreckenber, D. (2017). The combined effects of aircraft and road traffic noise and aircraft and railway noise on noise annoyance – an analysis in the context of the joint research initiative NORAH. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14(8), 871; doi:10.3390/ijerph14080871.
- Wunderli, J. M., Pieren, R., Habermacher, M., Vienneau, D., Cajochen, C., Probst-Hensch, N. et al. (2016). Intermittency ratio: A metric reflecting short-term temporal variations of transportation noise exposure. *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology*, 26, 575. doi:10.1038/jes.2015.56

11 Anlagen

Anlage 1: Präsentation des Workshops Gesamtlärm am 29.05.2019

Anlage 2: Protokoll des Workshops Gesamtlärm am 29.05.2019

Anlage 3: Fotodokumentation der Diskussionsbeiträge am Workshop

Anlage 1: Präsentation des Workshops Gesamtlärm am 29.05.2019



Erarbeitung eines Konzepts zur Beurteilung von Gesamtlärm - Werkstattgespräch

1

INHALT

- > Begrüßung durch das Ministerium und Vorstellung der Projektziele
- > Kurzabriss der Gesamtlärbewertung im bestehenden deutschen Immissionsschutzrecht
- > Stand der Wissenschaft bei der Gesamtlärbewertung
- > Vorstellung von drei Vorschlägen zur Gesamtlärbewertung mit Praxisbeispielen
- > Vorstellung und Formulierung der Leitfragen
- > Pause
- > Diskussion der Leitfragen
- > Zusammenfassung des Werkstattgesprächs

Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft,
Natur- und Verbraucherschutz
des Landes Nordrhein-WestfalenMÖHLER+PARTNER
INGENIEURE AGZEUS
INGENIEURE

Erarbeitung eines Konzepts zur Beurteilung von Gesamtlärm - Werkstattgespräch

2



STAND DER LÄRMSCHUTZ- VORSCHRIFTEN IN DEUTSCHLAND



STAND DER LÄRMSCHUTZVORSCHRIFTEN IN DEUTSCHLAND

Gesetzliche Grundlagen

Europarecht: EU-Umgebungslärmrichtlinie

Grundgesetz: Art. 2,2 / Art. 14,1 / Art. 74,24

Bundes-Immissionsschutzgesetz

2. Teil: Errichtung und Betrieb von Anlagen

4. Teil: Beschaffenheit und Betrieb von Fahrzeugen, Bau und Änderung von Straßen und Verkehrswegen

6. Teil: Lärminderungsplanung

§47a „alt“

Fluglärmschutzgesetz

Landes-Immissionsschutz-Gesetz
NRW

Rechtsverordnungen, Verwaltungsvorschriften

16. BImSchV: Verkehrslärmschutzverordnung

18. BImSchV: Sportanlagenlärmschutzverordnung

24. BImSchV: Verkehrswege-
Schallschutzmaßnahmenverordnung

34. BImSchV: Verordnung über die Lärmkartierung

6. AVV: Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm

AVV Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm

Freizeitlärm-Richtlinie

Normen, Richtlinien

Städtebauliche Planung

DIN 18005-1

DIN 18005-2

DIN 45682

Schallschutz im Hochbau

DIN 4109

VDI 2719

VDI 4100

VDI 2720

DIN ISO 9613-2

Lärmsanierung

Richtlinie zur Förderung von Maßnahmen zur Lärmsanierung an bestehenden Schienenwegen der Eisenbahnen des Bundes

Richtlinien für den Verkehrslärmschutz an Bundesfernstraße in der Baulast des Bundes

AKTUELLE RECHTSGRUNDLAGE ZUR GESAMTLÄRMBEWERTUNG



Aspekt	EU-Umgebungslärmrichtlinie 2002/49/EG
Anwendungsbereich	Artikel 2 (1): „Umgebungslärm, dem Menschen [...] ausgesetzt sind“ Artikel 3 a): „Geräusche im Freien, die durch Aktivitäten von Menschen verursacht werden, einschließlich Lärm von Verkehrsmitteln, Straßenverkehr, Eisenbahnverkehr, Flugverkehr sowie Geländen für industrielle Tätigkeiten“
Ausführung in der Praxis	Kartierung von Hauptverkehrsstraßen, Haupteisenbahnstrecken und Großflughäfen
Anknüpfungspunkte für eine Gesamtlärmbetrachtung	die Richtlinie verlangt eine Gesamtbewertung des Umgebungslärms

AKTUELLE RECHTSGRUNDLAGE ZUR GESAMTLÄRMBEWERTUNG



Aspekt	Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG)
Anwendungsbereich	„Menschen, Tiere, [...] vor schädlichen Umwelteinwirkungen zu schützen“ bzw. „dem Entstehens schädlicher Umwelteinwirkungen vorzubeugen“
Ausführung in der Praxis	Der Gesetzgeber wird ermächtigt, Rechtsverordnungen zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen zu erlassen
Anknüpfungspunkte für eine Gesamtlärmbetrachtung	Schädliche Umwelteinwirkungen im Sinne dieses Gesetzes sind Immissionen , die nach Art, Ausmaß oder Dauer geeignet sind, Gefahren, erhebliche Nachteile oder erhebliche Belästigungen für die Allgemeinheit oder die Nachbarschaft herbeizuführen. Aber: Die Vorschriften dieses Gesetzes gelten nicht für Flugplätze

AKTUELLE RECHTSGRUNDLAGE ZUR GESAMTLÄRMBEWERTUNG

Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft,
Natur- und Verbraucherschutz
des Landes Nordrhein-Westfalen



MÖHLER+PARTNER
INGENIEURE AG

ZEUS

Aspekt	Verkehrslärmschutzverordnung – 16. BImSchV
Anwendungsbereich	Neubau oder wesentliche Änderung eines Verkehrswegs
Ausführung in der Praxis	Ausschließliche Berücksichtigung des zu ändernden oder neu zu bauenden Verkehrswegs „Baugrubenmodell“ in Änderungsabschnitten
Anknüpfungspunkte für eine Gesamtlärmbetrachtung	Keine Lediglich durch das Urteil des BVerwG vom 21.03.1996 Vermeidung der Gesundheitsgefährdung durch Gesamtlärmbelastung

AKTUELLE RECHTSGRUNDLAGE ZUR GESAMTLÄRMBEWERTUNG

Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft,
Natur- und Verbraucherschutz
des Landes Nordrhein-Westfalen



MÖHLER+PARTNER
INGENIEURE AG

ZEUS

Aspekt	Sportanlagenlärmschutzverordnung - 18. BImSchV
Anwendungsbereich	Errichtung, die Beschaffenheit und den Betrieb von Sportanlagen
Ausführung in der Praxis	Beurteilung der Gesamtbelastung aus allen Sportanlagen
Anknüpfungspunkte für eine Gesamtlärmbetrachtung	Eine Zulassung von Sportanlagen wird erleichtert, wenn die Geräusche von Sportanlagen durch ständig vorherrschende Fremdgeräusche überlagert wird.

AKTUELLE RECHTSGRUNDLAGE ZUR GESAMTLÄRMBEWERTUNG

Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen



MÖHLER+PARTNER
INGENIEURE AG

ZEUS

Aspekt	Verordnung über die Lärmkartierung - 34. BImSchV
Anwendungsbereich	Kartierung von Umgebungslärm nach EU-Umgebungslärmrichtlinie 2002/49/EG
Ausführung in der Praxis	Kartierung getrennt für jede Lärmart (Straßenlärm, Schienenlärm, Fluglärm, Industrie- und Gewerbelärm einschließlich Hafенlärm)
Anknüpfungspunkte für eine Gesamtlärmbetrachtung	Maßnahmenplanung in der Lärmaktionsplanung kann unter Zuhilfenahme einer Gesamtlärmbetrachtung erfolgen

AKTUELLE RECHTSGRUNDLAGE ZUR GESAMTLÄRMBEWERTUNG

Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen



MÖHLER+PARTNER
INGENIEURE AG

ZEUS

Aspekt	TA Lärm (6. Allgemeine Verwaltungsvorschrift)
Anwendungsbereich	Schutz der Allgemeinheit und der Nachbarschaft vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Geräusche aus Anlagen, die als genehmigungsbedürftige oder nicht genehmigungsbedürftige Anlagen den Anforderungen des Zweiten Teils des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG) unterliegen, mit Ausnahme:
Ausführung in der Praxis	Beurteilung der Gesamtbelastung aus Vor- und Zusatzbelastung aller Anlagen, die dem Anwendungsbereich der Vorschrift liegen.
Anknüpfungspunkte für eine Gesamtlärmbetrachtung	Regelfallprüfung nach TA Lärm: <ul style="list-style-type: none"> Die Überschreitung der IRW aufgrund der Vorbelastung ist im Sinne des Gesetzeszwecks nicht relevant, wenn die von der zu beurteilenden Anlage ausgehende Zusatzbelastung die Immissionsrichtwerte [...] um mindestens 6 dB(A) unterschreitet. (Überschreitung durch Gesamtbelastung nicht mehr als 1 dB(A))

AKTUELLE RECHTSGRUNDLAGE ZUR GESAMTLÄRMBEWERTUNG



Aspekt	TA Lärm (6. Allgemeine Verwaltungsvorschrift)
Anknüpfungspunkte für eine Gesamtlärmbetrachtung	<p>Regelfallprüfung nach TA Lärm:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Eine Überschreitung ist auch dann nicht relevant, wenn durch ständig vorherrschende Fremdgeräusche keine zusätzlichen schädlichen Umwelteinwirkungen <p>Sonderfallprüfung nach TA Lärm:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Eine Prüfung im Sonderfall kann einem vom Regelfall abweichende Beurteilung, ob eine Anlage zu schädlichen Umwelteinwirkungen beiträgt, ergeben. Die Auflistung der Fälle, die eine Sonderfallprüfung auslösen, enthält nur Fälle, die zu einer Besserstellung des Anlagenbetreibers führen. Es kann jedoch auch zu einer Sonderfallprüfung kommen, wenn Lärmeinwirkungen durch den Verkehr und durch vom Anwendungsberiech der TA Lärm ausgeschlossenen Anlagen vorliegen.

AKTUELLE RECHTSGRUNDLAGE ZUR GESAMTLÄRMBEWERTUNG



Aspekt	Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm – AVV Baulärm
Anwendungsbereich	Betrieb von Baumaschinen auf Baustellen, soweit die Baumaschinen gewerblichen Zwecken dienen oder im Rahmen wirtschaftlicher Unternehmungen Verwendung finden.
Ausführung in der Praxis	Die Beurteilung bezieht sich auf die Baustellen mit allen Baumaschinen und die zugehörigen Baustelleneinrichtungsflächen und Lagerflächen.
Anknüpfungspunkte für eine Gesamtlärmbetrachtung	Maßnahmen zur Lärminderung können entfallen, wenn aufgrund nicht nur gelegentlicher Fremdgeräusche keine zusätzlichen Gefahren, Nachteile oder Belästigungen eintreten.

AKTUELLE RECHTSGRUNDLAGE ZUR GESAMTLÄRMBEWERTUNG

Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen



MÖHLER+PARTNER
INGENIEURE AG

Z E U S
INSTITUT

Aspekt	DIN 18005 – Schallschutz im Städtebau
Anwendungsbereich	Berücksichtigung des Schallschutzes in der städtebaulichen Planung Durch Einführungserlasse sind die Orientierungswerte des Beiblatt 1 ein gewichtiges Abwägungskriterium in der Bauleitplanung
Ausführung in der Praxis	Die Einwirkungen aller Verkehrslärmquellen werden mit den Orientierungswerten für Verkehr verglichen. Die Einwirkungen von allen Anlagen werden mit den nachts niedrigeren Orientierungswerten für Anlagen verglichen.
Anknüpfungspunkte für eine Gesamtlärmbetrachtung	Der Beurteilungspegel für verschiedene Arten von Schallquellen (Verkehr, Industrie und Gewerbe, Freizeitlärm) soll wegen der unterschiedlichen Einstellung der Betroffenen zu verschiedenen Arten von Geräuschquellen jeweils für sich allein mit den Orientierungswerten verglichen und nicht addiert werden. Damit ist jedoch eine wirkungsgerechte Summenbildung im Rahmen der Abwägung unterschiedlicher Belange nicht ausgeschlossen.

AKTUELLE RECHTSGRUNDLAGE ZUR GESAMTLÄRMBEWERTUNG

Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen



MÖHLER+PARTNER
INGENIEURE AG

Z E U S
INSTITUT

Aspekt	DIN 4109 – Schallschutz im Hochbau
Anwendungsbereich	Dämmung von Geräuschen von ortsfesten Einrichtungen auf Gebäude, derart, dass keine Gefahren oder unzumutbare Belästigungen ausgehen. (Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen) Die Norm gilt zum Schutz gegen Außenlärm , z.B. Verkehrslärm und Lärm aus Gewerbe- und Industriebetrieben.
Ausführung in der Praxis	Der Außenlärmlärmpegel wird durch (energetische) Überlagerung verschiedener Quellen berechnet.
Anknüpfungspunkte für eine Gesamtlärmbetrachtung	Explizit benannt werden Straße, Schiene, Wasserverkehr, Luftverkehr und Gewerbe- und Industrieanlagen

AKTUELLE RECHTSGRUNDLAGE ZUR GESAMTLÄRMBEWERTUNG

Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen



MÖHLER+PARTNER
INGENIEURE AG

ZEUS

Aspekt	VDI 3722-2 – Wirkung von Verkehrsgeräuschen – Kenngrößen beim Einwirken mehrerer Quellenarten
Anwendungsbereich	Schätzung der Gesamtbelästigung als Hilfsmittel für die schalltechnische Bewertung von Planungsalternativen
Ausführung in der Praxis	Wirkungsgerechte Summation der Geräusche von Straßen-, Schienen- und Flugverkehr in Bezug auf Belästigung und Schlafstörungen
Anknüpfungspunkte für eine Gesamtlärmbetrachtung	Bisher auf Straße, Schiene, Flug begrenzt, aber bei Vorliegen von Expositions-Wirkungs-Beziehungen auf beliebige Quellen erweiterbar.

AKTUELLE RECHTSGRUNDLAGE ZUR GESAMTLÄRMBEWERTUNG

Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen



MÖHLER+PARTNER
INGENIEURE AG

ZEUS

Rechtsprechung	
<i>BVerwG, 21.03.1996 - BVerwG 4 C 9/95</i>	„1. Der für den Immissionsgrenzwert nach § 2 I der 16. BImSchV maßgebende Beurteilungspegel ist grundsätzlich nicht als "Summenpegel" unter Einbeziehung von Lärmvorbelastungen durch bereits vorhandene Verkehrswege zu ermitteln. 2. In bereits vorhandener Verkehrslärm (Vorbelastung) und die durch den Bau oder durch die wesentliche Änderung einer öffentlichen Straße entstehende zusätzliche Lärmbeeinträchtigung dürfen zu keiner Gesamtbelastung führen, die eine Gesundheitsgefährdung darstellt.“
<i>BVerwG, 25.06.2013 - BVerwG 4 BN 21.13</i>	Das Bundesverwaltungsgericht akzeptiert es, wenn Regelwerke - wie etwa die 16. BImSchV - keine summierende Gesamtbetrachtung aller Lärmquellen vorsehen und hält eine Ermittlung der Lärmbeeinträchtigung nach Maßgabe eines Summenpegels allenfalls dann für geboten, wenn wegen der in Rede stehenden Planung insgesamt eine Lärmbelastung zu erwarten ist, die mit Gesundheitsgefahren oder einem Eingriff in die Substanz des Eigentums verbunden ist.

AKTUELLE RECHTSGRUNDLAGE ZUR GESAMTLÄRMBEWERTUNG

Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen



MÖHLER+PARTNER
INGENIEURE AG

ZEUS
INSTITUT

Rechtsprechung	
OVG Nordrhein-Westfalen , vom 26.04.2018, 7 B 1459/17.NE	Stellt sich im konkreten Planungsfall die Frage eines Überschreitens der Schwelle zur Gesundheitsgefährdung, sind also Lärmbelastungen von mehr als 70 dB (A) tags bzw. 60 dB (A) nachts zu erwarten, ist die nach den einschlägigen lärmtechnischen Regelwerken sonst maßgebliche Sicht, die unterschiedlichen Lärmarten - insbesondere Gewerbelärm und von öffentlichen Straßen ausgehenden Verkehrslärm - isoliert zu betrachten, nicht mehr zulässig.(Rn.14)
VGH Bayern, 04.08.2017 - 9 N 15.378, Rn. 91	Eine Gesamtlärmbetrachtung ist aber geboten, wenn insgesamt (durch Verkehr und Gewerbe) eine Lärmbelastung zu erwarten ist, die mit Gesundheitsgefahren oder einem Eingriff in die Substanz des Eigentums verbunden ist

AKTUELLE RECHTSGRUNDLAGE ZUR GESAMTLÄRMBEWERTUNG

Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen



MÖHLER+PARTNER
INGENIEURE AG

ZEUS
INSTITUT

Recht	Grundlage	Quellenbetrachtung	Segmentierung	Akzeptorbezug
Europarecht	EU-Umgebungslärmrichtlinie 2002/49/EG	Straßenverkehr, Schienenverkehr, Flugverkehr und Industrie	ansatzweise sektoral veranlagt	
Deutsches Recht	Grundgesetz	Lärmbekämpfung (ohne Schutz vor verhaltensbezogenem Lärm)	keine Segmentierung	Einwirkungen von Geräuschen
	BImSchG	Schädliche Umwelteinwirkungen allgemein	Segmentierung nur durch Beschränkung des Geltungsbereichs (z.B. Fluglärm)	Betrachtung aller Einwirkungen (bis auf Fluglärm) bzgl. Gesundheit und erheblicher Belästigung
	16. BImSchV	Neubaus von Verkehrswegen	stark sektorale Betrachtung	Ausschließlich von neuen oder geänderten öffentlichen Straßen sowie von Schienenwegen; keine Vorbelastung
	18. BImSchV	Bau und Betrieb von Sportanlagen	Durch Betrachtung Betrieb weniger sektoral als 16. BImSchV	problematische Fremdgeräuschbetrachtung
	34. BImSchV	Straßenverkehr, Schienenverkehr, Flugverkehr und Industrie	zunächst sektoral veranlagt, Gesamtbetrachtung zusätzlich	verlangt Gesamtlärmbewertung, Instrumentarium, Umsetzung aber nicht definiert

AKTUELLE RECHTSGRUNDLAGE ZUR GESAMTLÄRMBEWERTUNG

Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft,
Natur- und Verbraucherschutz
des Landes Nordrhein-Westfalen



MÖHLER+PARTNER
INGENIEURE AG

ZEUS
NRW

Recht	Grundlage	Quellenbetrachtung	Segmentierung	Akzeptorbezug
Deutsches Recht	TA Lärm (6.AVV)	Errichtung und Betrieb genehmigungsbedürftiger und nicht genehmigungsbedürftiger Anlagen	vergleichbar mit 18. BImSchV	problematische Fremdgeräuschbetrachtung, zusätzlich jedoch „Vorbelastungsregel“
	RdErl. Freizeitanlagen	Errichtung und Betrieb von Freizeitanlagen	vergleichbar mit TA Lärm	problematische Fremdgeräuschbetrachtung, zusätzlich jedoch „Vorbelastungsregel“
	AVV Baulärm	Baumaschinen auf Baustellen	stark sektoral	problematische Fremdgeräuschbetrachtung
Landesrecht	Landes-Immissionsschutz-Gesetz NRW	Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Errichtung und Betrieb von Anlagen und verhaltensbezogenem Lärm	durch Verweis auf BImSchG und dessen Verordnungen umfassend	durch Verweis auf BImSchG und dessen Verordnungen damit vergleichbar; keine Gesamtlärbetrachtung
Normen	DIN 18005	Verkehr, Industrie und Gewerbe, Freizeitlärm	Trennung Verkehr und Anlagen	In der Abwägung werden nur Verkehr und Anlagen unterschieden; in der Praxis Trennung in einzelne Quellen aus Gründen der Rechtssicherheit
	DIN 4109	Verkehrslärm und Gewerbe- und Industrielärm	Gesamthafte Betrachtungsweise	Dimensionierung Schallschutz nach Außenlärm anhand Gesamtlärm
	VDI 3722-2	Straßen-, Schienen- und Fluglärm	Summenbetrachtung Verkehr	Wirkungsgerechte Summation

Erarbeitung eines Konzepts zur Beurteilung von Gesamtlärm - Werkstattgespräch

20

PROBLEMEINGRENZUNG GESAMTLÄRM

Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft,
Natur- und Verbraucherschutz
des Landes Nordrhein-Westfalen



MÖHLER+PARTNER
INGENIEURE AG

ZEUS
NRW

Unterschiede zwischen den jeweiligen Verordnungen

- > unterschiedlich sektorale Betrachtungsweise der verschiedenen Lärmquellen
- > unterschiedliche Grenz- und Richtwerte
- > unterschiedliche Ermittlungsverfahren des Beurteilungspegels der verschiedenen Quellenarten
 - > unterschiedliche Ausbreitungsrechnung
 - > unterschiedliche Verwendung von Zuschlägen
 - > unterschiedliche Beurteilungszeiträume

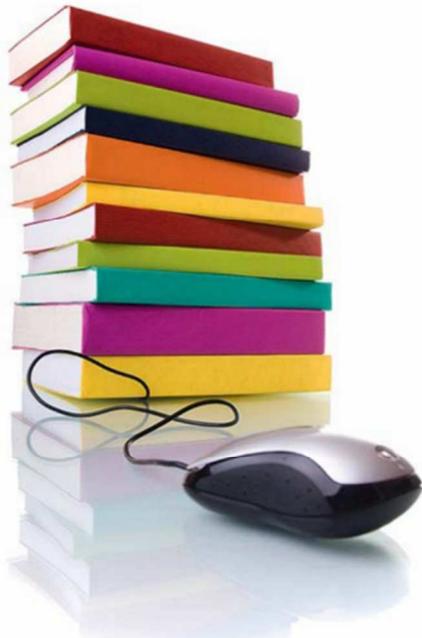
Erarbeitung eines Konzepts zur Beurteilung von Gesamtlärm - Werkstattgespräch

21



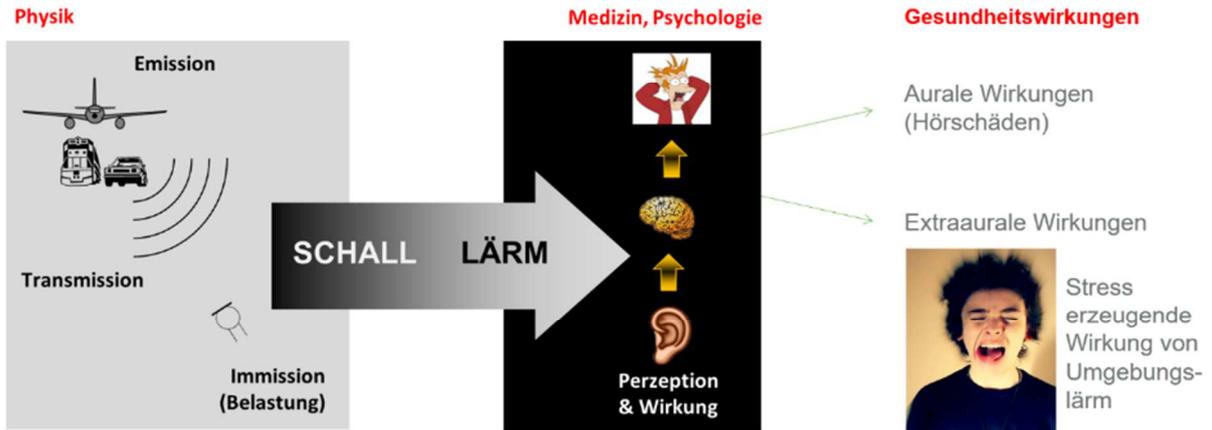
PROBLEMEINGRENZUNG GESAMTLÄRM

	mögliche Anpassung	Erfordernis
Schallausbreitung	Anpassung spektral oder nicht spektral Berücksichtigung Meteorologie	nicht vordringlich
Zuschläge für auffällige Geräusche	Methodik zur immissionsseitigen Berücksichtigung von Zuschlägen für Ton-, Informationshaltigkeit oder Impulshaltigkeit	wichtig für korrekte wirkungsgerechte Summenbildung
Beurteilungszeiten	Vereinheitlichung der Beurteilungszeiten	unbedingte Voraussetzung für eine Summenpegelbildung



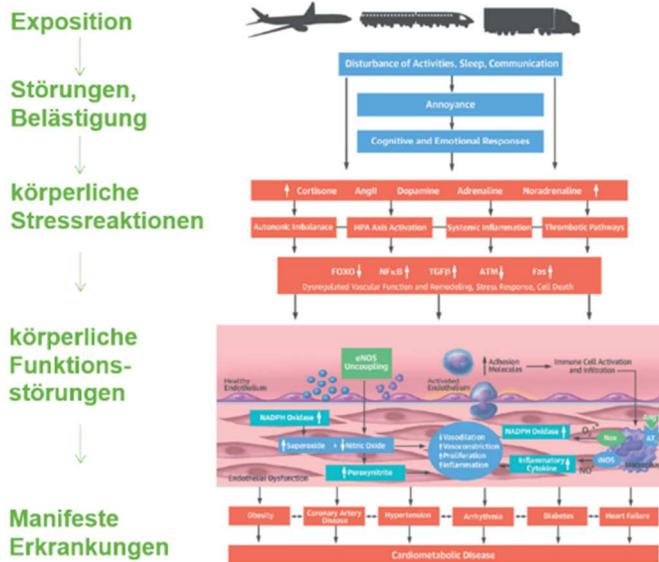
STAND DER WISSENSCHAFT

SCHALL → LÄRM → WIRKUNG



Quelle: Ulrich Isermann, Bewertung von Fluglärm, Göttingen: DLR e.V., Institut für Aerodynamik und Strömungstechnik, 20.11.2012

Wirkungsmodell lärminduzierter Stressreaktionen und Herz-Kreislauf- und Stoffwechselerkrankungen



Münzel et al. (2018)

ENTSCHEIDENDE & WICHTIGE WIRKUNGEN NACH WHO 2018

Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen



MÖHLER+PARTNER
INGENIEURE AG

ZEUS
HWRG

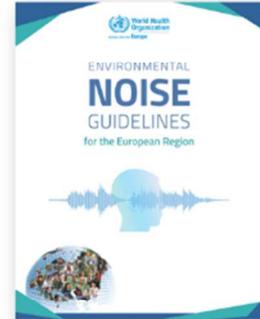
Entscheidende Gesundheitswirkungen

- > Belästigung
- > Schlafstörungen
- > Herz-Kreislauf-Erkrankungen
- > Beeinträchtigung kognitiver Leistung
- > Hörschäden, Tinnitus



Weitere wichtige Gesundheitswirkungen

- > Diabetes, Stoffwechselerkrankungen
- > Lebensqualität, Wohlbefinden
- > Neg. Auswirkungen auf Schwangerschaft, Geburt



STAND DER WISSENSCHAFT UND TECHNIK - LITERATURSTUDIE

Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen



MÖHLER+PARTNER
INGENIEURE AG

ZEUS
HWRG

> Betrachtete Wirkungen:

Entscheidende Wirkungen lt. WHO (2018):

- Lärmbelästigung
- Schlafstörungen
- Herz-/Kreislauserkrankungen
- Kognitive Beeinträchtigung von Kindern
→ belastbare Expositions-Wirkungsfunktion liegt nur für Fluglärm vor
- Hörschäden/Tinnitus
→ beziehen sich im Bereich Umgebungslärm eher auf Lärm von Freizeitaktivitäten und werden hier nicht weiter betrachtet)

Weitere Wirkung aufgrund neuer Befunde (z.B. NORAH; Seidler et al., 2017, 2019)

- psychische Erkrankung, insb. Depression

BEWERTUNG GESUNDHEITSSCHÄDLICHER AUSWIRKUNGEN NACH AKTUELLER EU-UMGEBUNGSLÄRMRICHTLINIE

Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen



MÖHLER+PARTNER
INGENIEURE AG

ZEUS

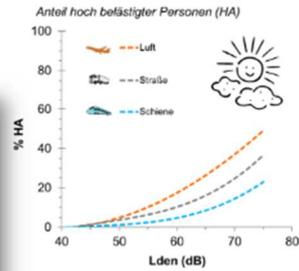
RICHTLINIE 2002/49/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 25. Juni 2002 über die Bewertung und Bekämpfung von Umgebungslärm

ANHANG III

METHODEN ZUR BEWERTUNG DER GESUNDHEITSSCHÄDLICHEN AUSWIRKUNGEN nach Artikel 6 Absatz 3

Für die Bewertung der Auswirkungen von Lärm auf die Bevölkerung sollten Dosis-Wirkungs-Relationen verwendet werden. Die Dosis-Wirkungs-Relationen, die durch künftige Änderungen dieses Anhangs nach Artikel 13 Absatz 2 eingeführt werden, betreffen insbesondere Folgendes:

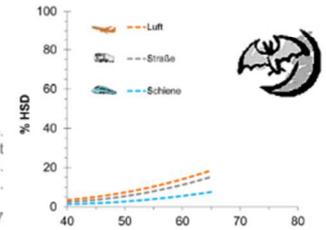
- die Relation zwischen **Belästigung** und L_{den} für Straßenverkehrs-, Eisenbahn- und Fluglärm sowie für Industrie- und Gewerbelärm,
- die Relation zwischen **Schlafstörung** und L_{night} für Straßenverkehrs-, Eisenbahn- und Fluglärm sowie für Industrie- und Gewerbelärm.



EC/WG2 (2002). Position paper on dose response relationships between transportation noise and annoyance. European Commission.

Miedema & Oudshoorn (2001)

Anteil hoch schlafgestörter Personen (HSD)



EC/WG1 (2004). Position paper on dose-effect relationships for night time noise. European Commission.

Miedema & Vos, 2007

Erarbeitung eines Konzepts zur Beurteilung von Gesamtlärm - Werkstattgespräch

28

UNTERSCHIEDE ZW. QUELLENARTEN & ZEITLICHE ÄNDERUNGEN BEI BELÄSTIGUNG

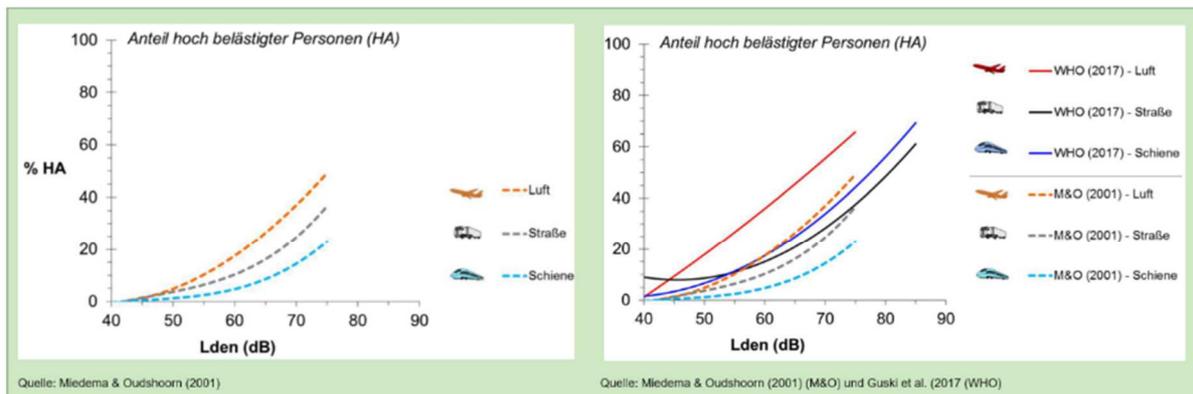
Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen



MÖHLER+PARTNER
INGENIEURE AG

ZEUS

Belästigung - %HA – highly annoyed



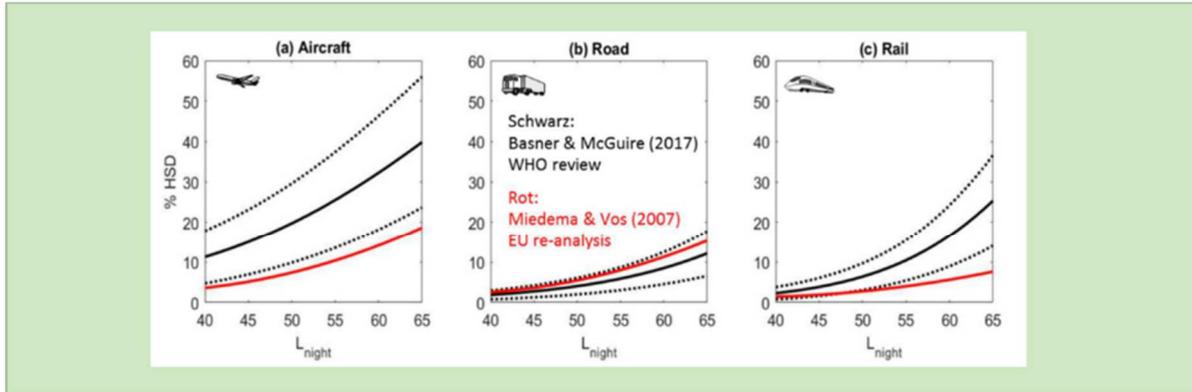
Erarbeitung eines Konzepts zur Beurteilung von Gesamtlärm - Werkstattgespräch

29



UNTERSCHIEDE ZW. QUELLENARTEN & ZEITLICHE ÄNDERUNGEN BEI SCHLAFSTÖRUNGEN

Schlafstörungen - %HSD – highly sleep disturbed



Quelle: Basner & McGuire (201)

MODELLE ZUR GESAMTLÄRMBELÄSTIGUNG



- > **Energiesummutations-Modell** Belästigung $\approx f(L_{\text{Straße}} + L_{\text{Schiene}} + L_{\text{Flug}} + L_{\text{xxx}})$
- > **Modell des unabhängigen Effekts** Belästigung $\approx f(B_1 \cdot L_{\text{Straße}} + B_2 \cdot L_{\text{Schiene}} + B_3 \cdot L_{\text{Flug}} + B_x \cdot L_{\text{xxx}})$
(independent effect model),
- > **Dominanzmodell** Belästigung $\approx \text{Max}(\text{Belästigung}_{\text{Straße}} + \text{Belästigung}_{\text{Schiene}} + \dots)$
(dominant source model)
- > **Belästigungs-Äquivalenz-Modell** Belästigung $\approx f(L_{\text{ref}_{\text{Straße}}} + L_{\text{ref}_{\text{Schiene}}} + L_{\text{ref}_{\text{Flug}}} + L_{\text{ref}_{\text{xxx}}})$
> angewandt in VDI 3722-2
ref = L_{Straße}-Pegelwert, der den gleichen Prozentwert belästigter Personen hervorruft
→ wird auch analog bei berichteten Schlafstörungen angewandt

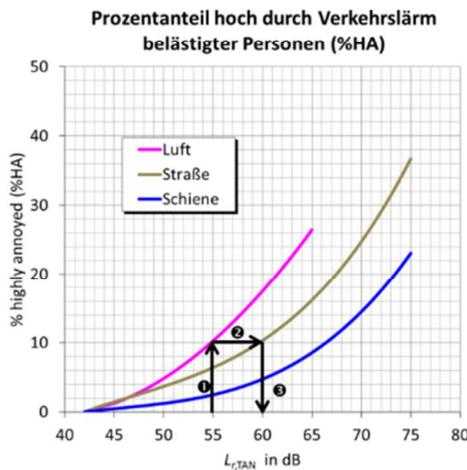
ANWENDUNG DES BELÄSTIGUNGS-ÄQUIVALENZ-MODELLS AM BEISPIEL VON %HA DURCH FLUGLÄRM (GEM. VDI 3722 BLATT 2:2013-05)

Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen



MÖHLER+PARTNER
INGENIEURE AG

ZEUS



Bestimmung des renormierten Ersatzpegels

1. Bestimmung von %HA bei $L_{r,TAN} = 55$ dB für Fluglärm
→ %HA = 10%
2. Wahl der %HA-Referenz-Kurve
→ %HA-Kurve für Straßenverkehrslärm
3. Bestimmung des $L_{r,TAN}$ -Werts auf der Referenzkurve bei 10% HA (des renormierten Ersatzpegels)
→ $L_{r,TAN}^* = 60$ dB

GESUNDHEITSRISIKEN UND GESAMTLÄRM: ISCHÄMISCHE HERZERKRANKUNGEN

Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen



MÖHLER+PARTNER
INGENIEURE AG

ZEUS

- > WHO Environmental Noise Guidelines (2018) und die zugrundeliegenden Reviews tragen neueste Erkenntnisse zusammen (bis Stand 2014/15)
- > WHO-Review zu ischämischen Herzerkrankungen (van Kempen et al. (2017):
Relativer Risikoanstieg von ...

> 8% (1-15%)	pro 10 dB Anstieg im L_{den}	bei Straßenverkehrslärm	(Inzidenz = Neuerkrankung)
> 9% (4-15%)	pro 10 dB Anstieg im L_{den}	bei Fluglärm	(Inzidenz = Neuerkrankung)
> kein statistisch sign. Anstieg		beim Schienenverkehrslärm	
> 20% (3-39%)	pro 10 dB Anstieg im L_{den}	bei Gesamtlärm	(Prävalenz)
(auf Basis von 7 Studien, deren Fokus nicht eindeutig ist)			

RISIKO ISCHÄMISCHER HERZERKRANKUNG DURCH STRAßENVERKEHRSLÄRM

Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen



MÖHLER+PARTNER
INGENIEURE AG

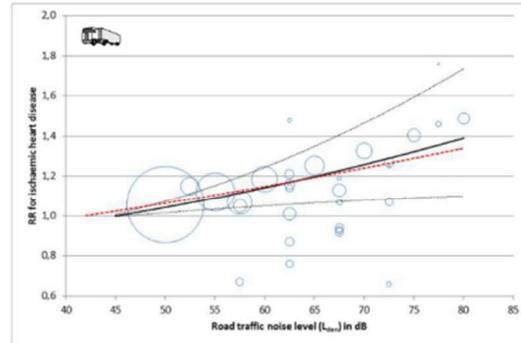
ZEUS
INSTITUT

Aus dem WHO-Review zum Einfluss von Umgebungslärm auf Herz-Kreislauferkrankungen (van Kempen et al., 2017, 2018) geht hervor,

... dass eine **robuste Beziehung** zwischen Geräuschbelastung (L_{den}) und ischämischen Herzerkrankungen vor allem für **Straßenverkehrslärm** besteht.

Relatives Risiko (RR) für die Inzidenz (Neuerkrankung) von ischämischen Herzerkrankungen durch Straßenverkehrslärm:

1.08 (1.01 – 1.15) pro 10 dB L_{den}



GESUNDHEITSRISIKEN UND GESAMTLÄRM: DEPRESSION

Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen



MÖHLER+PARTNER
INGENIEURE AG

ZEUS
INSTITUT

> NORAH-Fallkontrollstudie zu Erkrankungsrisiken, hier Depression (Seidler et al., 2017)

> Maximaler relativer Risikoanstieg gegenüber der Referenzgruppe < 40 dB

(Startpunkt 35 dB) im L_{den} von ...

- | | | |
|----------------|--------------------------|--------------------------|
| > 17% (10-25%) | bei $L_{den} \geq 70$ dB | bei Straßenverkehrslärm |
| > 23% (19-18%) | bei 50 - 55 dB L_{den} | bei Fluglärm |
| > 15% (8-22%) | bei 60 - 65 dB L_{den} | bei Schienenverkehrslärm |
| > 42% (33-52%) | bei $L_{den} > 50$ dB | bei Gesamtlärm |

GESUNDHEITSRISIKEN UND GESAMTLÄRM: EPIDEMIOLOGISCHE RISIKOMULTIPLIKATION

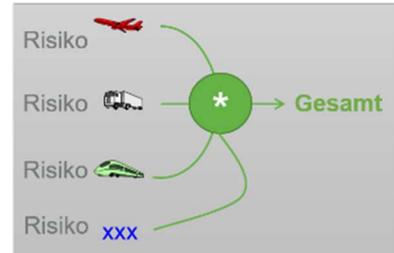
Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft,
Natur- und Verbraucherschutz
des Landes Nordrhein-Westfalen



MÖHLER+PARTNER
INGENIEURE AG

Z E U S

- > Vorschlag von **Seidler et al. (2019)** im Rahmen des **UBA-Vorhabens "Modell zur Gesamtlärmbewertung"**
- > Re-Analysen insb. der Daten der NORAH-Fallkontrollstudie zu Erkrankungsrisiken haben gezeigt, dass bei Herzerkrankungen und Depression der Risikoanstieg durch Gesamtlärm (Schiene, Straße, Flug) am **besten durch Multiplikation der Risiken** durch die Einzelquellen beschrieben werden kann.
- > Das Konzept **bedarf noch der weiteren Bestätigung** durch weitere epidemiologische Studien sowie der Prüfung der Umsetzbarkeit und Auswirkungen in verschiedenen Szenarien.



Herzerkrankungen
Depression

EXPOSITIONS-WIRKUNGSFUNKTIONEN FÜR EINE WIRKUNGSBEZOGENE GESAMTLÄRM- BETRACHTUNG

Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft,
Natur- und Verbraucherschutz
des Landes Nordrhein-Westfalen



MÖHLER+PARTNER
INGENIEURE AG

Z E U S

- > Dem Prinzip des Wirkungs-Äquivalenz-Modells folgend mit Straßenverkehrslärm als Referenz

Straßenverkehrslärm:

- $\%HA = 116.4304 - 4.7342 \cdot L_{den} + 0.0497 \cdot L_{den}^2$
(aus Guski et al., 2017)
- $\%HSD = 19.4312 - 0.9336 \cdot L_{night} + 0.0126 \cdot L_{night}^2$
(aus Basner & McGuire, 2018)

anwendbar
für alle
Quellen

- RR für Inzidenz ischämischer Herzerkrankungen = 1.08 pro 10 dB Anstieg im L_{den} mit Startpunkt bei $L_{den} = 42$ dB
(aus van Kempen et al., 2017, 2018)

Schienenverkehrslärm:

- $\%HA = 38.1596 - 2.05538 \cdot L_{den} + 0.0285 \cdot L_{den}^2$
(aus Guski et al., 2017)
- $\%HSD = 67.5406 - 3.1852 \cdot L_{night} + 0.0391 \cdot L_{night}^2$
(aus Basner & McGuire, 2018)

Fluglärm:

- $\%HA = -50.9693 + 1.0168 \cdot L_{den} + 0.0072 \cdot L_{den}^2$
(aus Guski et al., 2017)
- $\%HSD = 16.7885 - 0.9293 \cdot L_{night} + 0.0198 \cdot L_{night}^2$
(aus Basner & McGuire, 2018)

Industrie- und Gewerbelärm:

- $\%HA = 36.307 - 1.886 \cdot L_{den} + 0.02523 \cdot L_{den}^2$
(aus Miedema, 2004)

Windenergieanlagenlärm

- $\%HA_{max} = -107.60 + 9.656 \cdot L_{den} - 0.289 \cdot L_{den}^2 + 0.002894 \cdot L_{den}^3$
(aus Janssen et al., 2011)



PROBLEM- EINGRENZUNG GESAMTLÄRM



PROBLEMEINGRENZUNG GESAMTLÄRM

Unterschiede zwischen den jeweiligen Verordnungen

- > unterschiedlich sektorale Betrachtungsweise der verschiedenen Lärmquellen
- > unterschiedliche Grenz- und Richtwerte
- > unterschiedliche Ermittlungsverfahren des Beurteilungspegels der verschiedenen Quellenarten
 - > unterschiedliche Ausbreitungsrechnung
 - > unterschiedliche Verwendung von Zuschlägen
 - > unterschiedliche Beurteilungszeiträume



PROBLEMEINGRENZUNG GESAMTLÄRM

	mögliche Anpassung	Erfordernis
Schallausbreitung	Anpassung spektral oder nicht spektral Berücksichtigung Meteorologie	nicht vordringlich
Zuschläge für auffällige Geräusche	Methodik zur immissionsseitigen Berücksichtigung von Zuschlägen für Ton-, Informationshaltigkeit oder Impulshaltigkeit	wichtig für korrekte wirkungsgerechte Summenbildung
Beurteilungszeiten	Vereinheitlichung der Beurteilungszeiten	unbedingte Voraussetzung für eine Summenpegelbildung



VORSCHLÄGE FÜR DIE EINFÜHRUNG EINES GESAMTLÄRM- KRITERIUMS



VORSCHLAG 1: „WIRKUNGSGERECHTE SUMMATION“

Anwendungsfall: Betrieb und Genehmigung

Stufe 1: Vermeidung erheblicher Belästigung

- Anlagen und Verkehrswege sind so zu **errichten** und zu **betreiben**, dass folgende Immissionsrichtwerte eingehalten werden

65 dB(A) (tags) und 50 dB(A) nachts	in Gewerbegebieten
63 dB(A) (tags) und 45 dB(A) nachts	in urbanen Gebieten
60 dB(A) (tags) und 45 dB(A) nachts	in Kern-, Dorf und Mischgebieten
55 dB(A) (tags) und 40 dB(A) nachts	in allgemeinen Wohngebieten
50 dB(A) (tags) und 40 dB(A) nachts	in reinen Wohngebieten
45 dB(A) (tags) und 35 dB(A) nachts	in Kurgebieten, für Krankenhäuser und Pflegeanstalten

- neu zu errichtende Anlagen / Verkehrswege sind zulässig wenn ihr Immissionsbeitrag zum Gesamtlärm die Richtwerte um 10 dB(A) unterschreitet



VORSCHLAG 1: „WIRKUNGSGERECHTE SUMMATION“

Anwendungsfall: Betrieb und Genehmigung

Stufe 2: Vermeidung von Gesundheitsgefahren

- neu zu errichtende / geänderte Anlage / Verkehrsweg ist **unzulässig**, wenn der Immissionsgrenzwert der Gesamtlärmbelastung von **70 dB(A)** tags und **60 dB(A)** nachts erstmalig überschritten oder weitergehend erhöht wird
- einzelne kurzzeitige Geräuschspitzen dürfen die Immissionsrichtwerte tags um nicht mehr als 30 dB(A) sowie nachts um nicht mehr als 20 dB(A) überschreiten



VORSCHLAG 1: „WIRKUNGSGERECHTE SUMMATION“

Grundsätze

1. Anwendung für die Errichtung und den Betrieb von Anlagen und Verkehrswegen
2. zweistufiges Bewertungsverfahren zur Begrenzung der Gesamtlärmbelastung
3. Vermeidung erheblicher Belästigung durch Immissionsrichtwerte und Verhinderung von Gesundheitsgefahren durch Immissionsgrenzwerte für den Gesamtlärm
4. Für Überschreitungen der Immissionsrichtwerte könnte eine Abwägung der Schallschutzmaßnahmen bzw. von Entschädigungen entsprechend der 24. BImSchV zulässig sein
5. Einführung eines Maximalpegelkriteriums
6. Wirkungsgerechte Bildung der Summenpegel



VORSCHLAG 2: „ÄNDERUNGSSITUATION“

Anwendungsfall: Genehmigung

Stufe 1: Vermeidung erheblicher Belästigung

- Anlagen und Verkehrswege sind so zu errichten, dass der Beurteilungspegel der Gesamtbelastung um nicht mehr als **3 dB(A)** erhöht wird

Stufe 2: Vermeidung von Gesundheitsgefahren

- neu zu errichtende / geänderte Anlage / Verkehrsweg ist unzulässig, wenn der Immissionsgrenzwert der Gesamtlärmbelastung von **70 dB(A)** tags und **60 dB(A)** nachts **erstmalig überschritten oder weitergehend erhöht** wird

VORSCHLAG 2: „ÄNDERUNGSSITUATION“



Grundsätze

1. Anwendung für die Errichtung oder wesentliche Änderung von Anlagen und Verkehrswegen
2. Bewertungsverfahren zur Begrenzung der Veränderung der Gesamtlärmbelastung
3. Zweistufiges Änderungskriterium in Anlehnung an die Verkehrslärmschutzverordnung
4. Wirkungsgerechte Bildung der Summenpegel

VORSCHLAG 3: „ANLEHNUNG § 47A“



Anwendungsfall: Betrieb und Genehmigung

- Anlagen und Verkehrswege sind so zu errichten und zu betreiben, dass in den Gesamtkonfliktplänen keine Bereiche mit positiven Summenwerten (**> 0 dB(A)**) resultieren
- Neu zur errichtende / geänderte Anlagen oder Verkehrswege können unbeschadet zugelassen werden, wenn sein Beurteilungspegel mindestens 5 dB(A) unter dem maßgeblichen Grenz- bzw. Richtwert liegt.

VORSCHLAG 3: „ANLEHNUNG § 47A“



Anwendungsfall: Betrieb und Genehmigung

Als Grenzwerte werden für die jeweiligen Quellenarten die Immissionsgrenzwerte der 16. BImSchV bzw. die Richtwerte aus dem Fluglärmgesetz verwendet:

- Straße + Schiene

	Tag	Nacht
an Krankenhäusern, Schulen, Kurheimen und Altenheimen	57 dB(A)	47 dB(A)
in reinen und allgemeinen Wohngebieten und Kleinsiedlungsgebieten	59 dB(A)	49 dB(A)
in Kerngebieten, Dorfgebieten und Mischgebieten	64 dB(A)	54 dB(A)
in Gewerbegebieten	69 dB(A)	59 dB(A)

- Flugverkehr

Tag-Schutzzone 1	L_{Aeq} Tag	65 dB(A)
Tag-Schutzzone 2	L_{Aeq} Tag	60 dB(A)
Nacht-Schutzzone	L_{Aeq} Nacht	55 dB(A)

VORSCHLAG 3: „ANLEHNUNG § 47A“



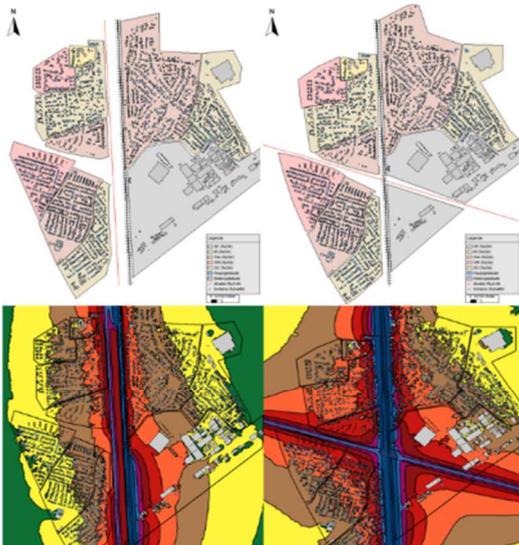
Grundsätze

1. Anwendung für die Errichtung und den Betrieb von Anlagen und Verkehrswegen
2. Getrennter Vergleich der Beurteilungspegel mit den separaten Immissionsricht- und -grenzwerten
3. Summation der einzelnen Differenzen zu den jeweiligen Immissionsricht- und -grenzwerten
4. Eine Einhaltung der einzelnen Immissionsricht- und -grenzwerte führt zu Überschreitungen im Gesamtlärm



VORSCHLÄGE FÜR DIE EINFÜHRUNG EINES GESAMTLÄRMKRITERIUMS

	Vorschlag 1 „Wirkungsgerechte Summation“	Vorschlag 2 „Wirkungsgerechte Summation / Änderungssituation“	Vorschlag 3 „Pegeladdition Anlehnung §47a alt“
Anwendungsfall	<ul style="list-style-type: none"> • Errichtung, • bauliche und betriebliche Änderung, • Betrieb 	<ul style="list-style-type: none"> • Errichtung, • bauliche und betriebliche Änderung 	<ul style="list-style-type: none"> • Errichtung, • bauliche und betriebliche Änderung, • Betrieb
Quellenart	<ul style="list-style-type: none"> • Straßen • Schienenwege • Flughäfen und Flugplätze • Anlagen im Anwendungsbereich der TA Lärm • Sportanlagen • Freizeitanlagen 		
Verfahren	<ul style="list-style-type: none"> • Berechnung der wirkungsgerechten Substitutionspegel je Quellenart • Berechnung des wirkungsgerechten Gesamtpegels 		<ul style="list-style-type: none"> • Berechnung der Konfliktkataster je Quellenart • Berechnung des Gesamtkonfliktkatasters
Kriterium	Überschreitung der vorgegebenen Immissionsrichtwerte für den Gesamtpegel	Erhöhung des Gesamtpegels um 3 dB(A)	Überschreiten von 0 dB(A) im Gesamtkonfliktkataster



PRAXISBEISPIELE

PRAXISBEISPIELE

Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft,
Natur- und Verbraucherschutz
des Landes Nordrhein-Westfalen



MÖHLER+PARTNER
INGENIEURE AG

Z E U S
INSTITUT

Ohne Lärmschutzmaßnahmen

parallele Straßen- und Schienenführung



kreuzende Straßen- und Schienenführung



Legende	
[White box]	GE (NuGe)
[Light yellow box]	MI (NuGe)
[Light orange box]	WA (NuGe)
[Orange box]	WR (NuGe)
[Yellow box]	SO (NuGe)
[Blue box]	Hauptgebäude
[Grey box]	Nebengebäude
[Red line]	Straße /RLS-90
[Black line]	Schiene /Schall03

Erarbeitung eines Konzepts zur Beurteilung von Gesamtlärm - Werkstattgespräch

55

PRAXISBEISPIELE

Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft,
Natur- und Verbraucherschutz
des Landes Nordrhein-Westfalen



MÖHLER+PARTNER
INGENIEURE AG

Z E U S
INSTITUT

Mit Lärmschutzmaßnahmen

parallele Straßen- und Schienenführung



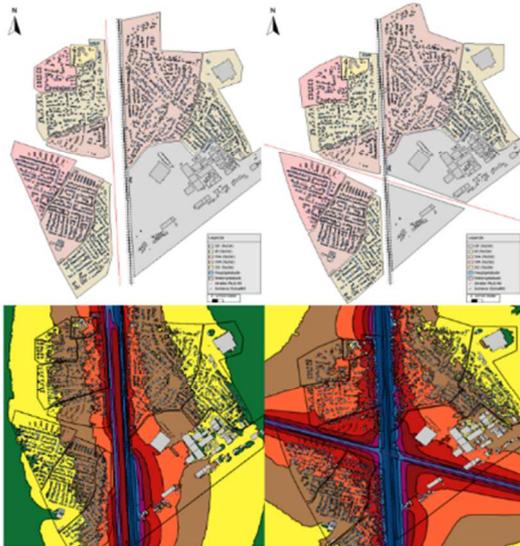
kreuzende Straßen- und Schienenführung



Legende	
[White box]	GE (NuGe)
[Light yellow box]	MI (NuGe)
[Light orange box]	WA (NuGe)
[Orange box]	WR (NuGe)
[Yellow box]	SO (NuGe)
[Blue box]	Hauptgebäude
[Grey box]	Nebengebäude
[Red line]	Straße /RLS-90
[Black line]	Schiene /Schall03
[Blue line]	Wandelement

Erarbeitung eines Konzepts zur Beurteilung von Gesamtlärm - Werkstattgespräch

56



PRAXISBEISPIELE VERDEUTLICHUNG ANHAND BEISPIEL MIT PARALLELER STRABENFÜHRUNG UND OHNE LÄRMSCHUTZMAßNAHME

VORSCHLAG 1 „WIRKUNGSGERECHTE SUMMATION“

Vorgehensweise



Schritt	Vorschlag 1 „Wirkungsgerechte Summation / 2-stufiger Grenzwert“
1	Berechnung der Beurteilungspegel L_{Night} für Straße und Schiene und Flughafen separat
2	Berechnung des effektbezogenen Substitutionspegels nach WHO-Review für jede einzelne Quelle
3	Berechnung der Gesamtlärmbelastung durch energetische Summation der einzelnen wirkungsgerechten Ersatzpegel
4	Überprüfung auf Überschreitungen nach den vorgeschlagenen 2-stufigen Ansatz
5	Berechnung der betroffenen Wohneinheiten für jede Einzelbelastung und der Gesamtbelastung

VORSCHLAG 1 „WIRKUNGSGERECHTE SUMMATION“

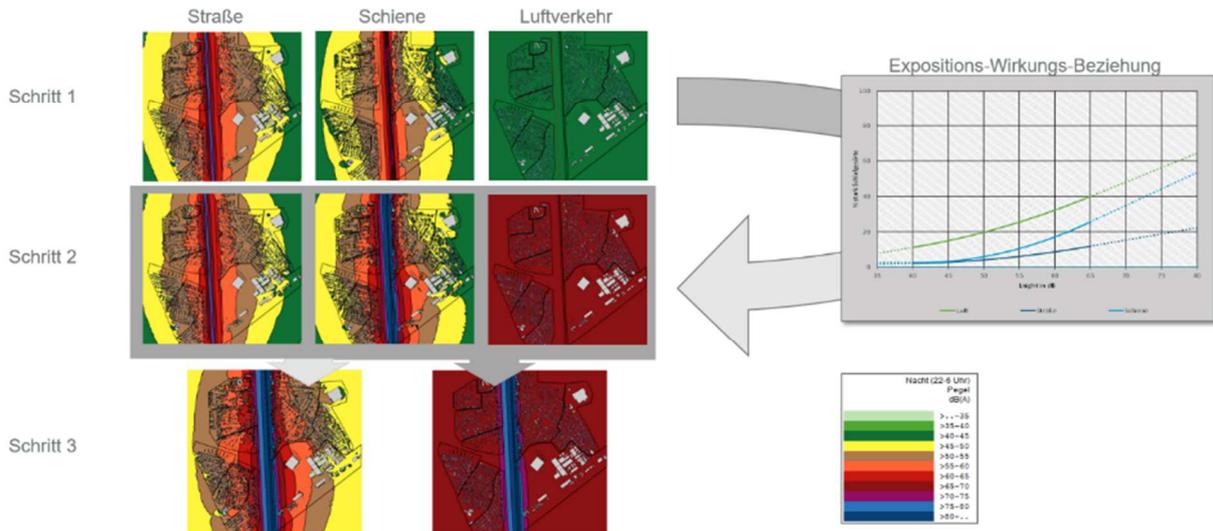
Praxisbeispiel 1 / Situation ohne Lärmschutzmaßnahme

Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen



MÖHLER+PARTNER
INGENIEURE AG

Z E U S
HUB



VORSCHLAG 1 „WIRKUNGSGERECHTE SUMMATION“

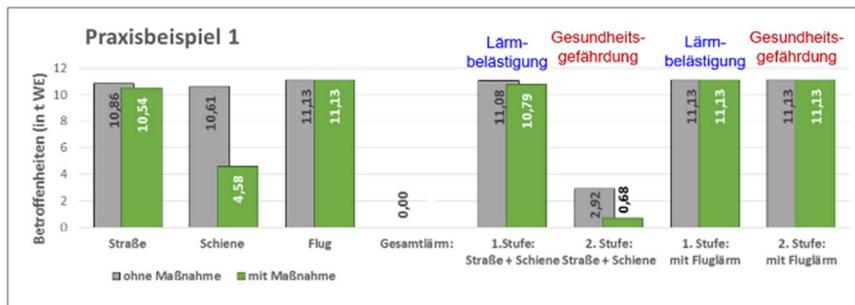
Gegenüberstellung der Betroffenheiten (von insgesamt 11,13 t WE)

Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen



MÖHLER+PARTNER
INGENIEURE AG

Z E U S
HUB



Fazit Vorschlag 1

- Fluglärm führt bereits bei Einzelquellenbetrachtung zu 100 % Betroffenheiten
- Gesamtlärmbetrachtung mit Fluglärm somit auch durchwegs bei 100 % Betroffenheiten
- Wirksamkeit der Maßnahme findet sich deutlich in Einzelquellenbetrachtung und Gesamtlärmbetrachtung ohne Fluglärm

VORSCHLAG 2 „ÄNDERUNGSSITUATION“

Vorgehensweise

Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft,
Natur- und Verbraucherschutz
des Landes Nordrhein-Westfalen



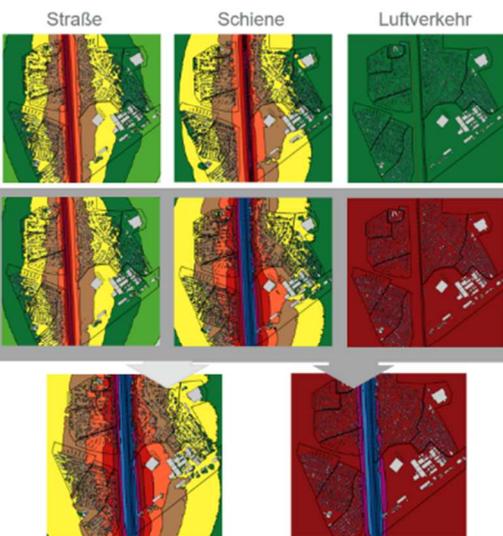
MÖHLER+PARTNER
INGENIEURE AG

ZEUS
HUB

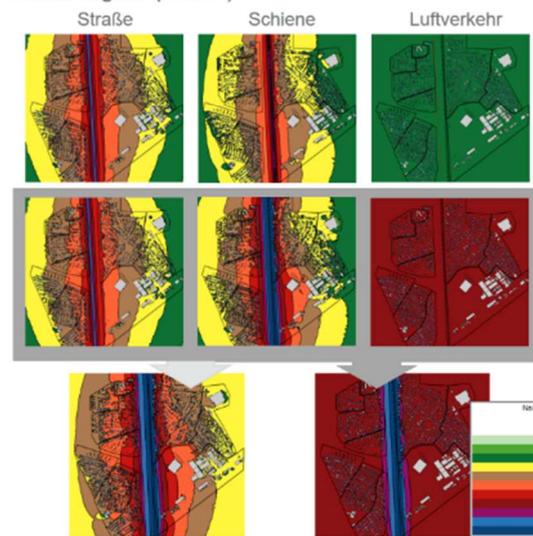
Schritt	Vorschlag 2 „Wirkungsgerechte Summation / Änderungssituation / 2-stufiger Grenzwert“
1	Berechnung der Beurteilungspegel L_{Night} für Straße und Schiene und Flughafen separat für Planfall und Änderungsfall
2	Berechnung des effektbezogenen Substitutionspegels nach WHO-Review für jede einzelne Quelle für Planfall und Änderungsfall
3	Berechnung der Gesamtlärmbelastung durch energetische Summation der einzelnen wirkungsgerechten Ersatzpegel für Planfall und Änderungsfall
4	Berechnung der Differenz-Rasterlärmkarten zwischen Plan- und Änderungsfall zur Überprüfung der Auslösung nach den vorgeschlagenen 2-stufigen Ansatz ($\Delta \geq 3dB$ / $\Delta \geq 0,1dB$)
5	Berechnung der betroffenen Wohneinheiten für jede Einzelbelastung und der Gesamtbelastung

VORSCHLAG 2 „ÄNDERUNGSSITUATION“

Praxisbeispiel 1 / Ausgangszustand (Nullfall)



/ Änderungsfall (Planfall)



VORSCHLAG 2 „ÄNDERUNGSSITUATION“

Praxisbeispiel 1 / ohne Lärmschutzmaßnahme

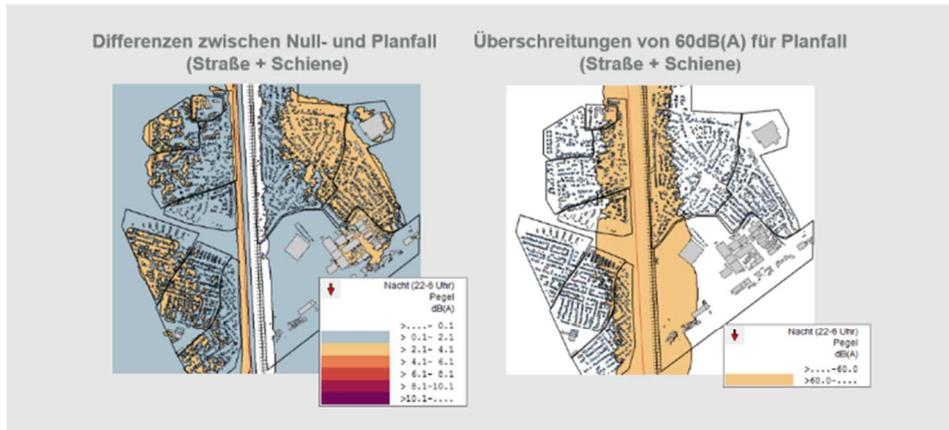
Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft,
Natur- und Verbraucherschutz
des Landes Nordrhein-Westfalen



MÖHLER+PARTNER
INGENIEURE AG

ZEUS

Schritt 4



VORSCHLAG 2 „ÄNDERUNGSSITUATION“

Praxisbeispiel 1 / ohne Lärmschutzmaßnahme

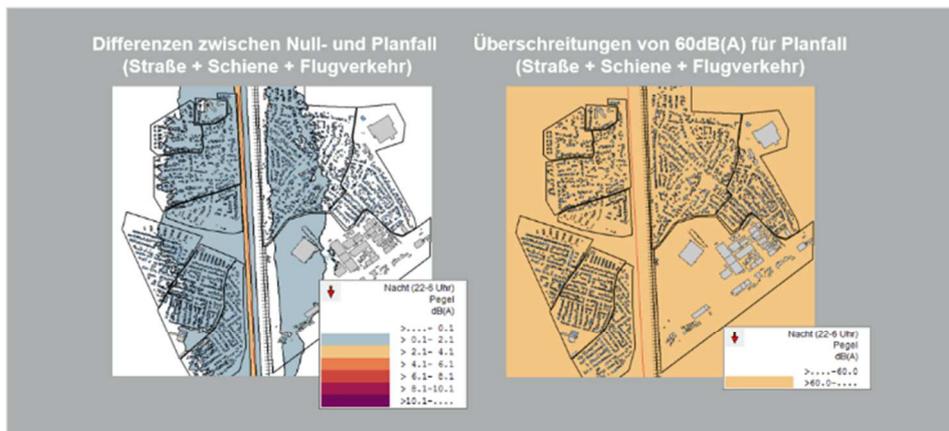
Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft,
Natur- und Verbraucherschutz
des Landes Nordrhein-Westfalen



MÖHLER+PARTNER
INGENIEURE AG

ZEUS

Schritt 4



VORSCHLAG 2 „ÄNDERUNGSSITUATION“

Gegenüberstellung der Betroffenheiten

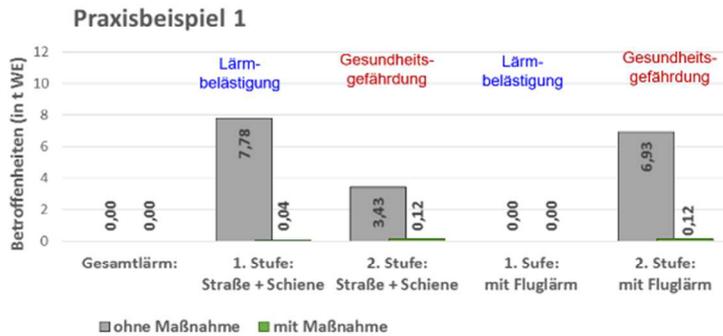
Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft,
Natur- und Verbraucherschutz
des Landes Nordrhein-Westfalen



MÖHLER+PARTNER
INGENIEURE AG

Z E U S
INSTITUT

Schritt 5



Fazit Vorschlag 2

- keine Richtwerte für Einzelschallquellen, deshalb nur Betroffenheiten für Gesamtlärbetrachtung
- durch „Überdeckung“ von Fluglärm sowohl in Null- als auch in Planfall resultiert bei Differenzbildung keine Betroffenheit mit Fluglärm
- Maßnahmen finden sich bei Gesamtlärbetrachtung von Straße und Schiene deutlich wieder, mit Fluglärm nur bei 2. Stufe

VORSCHLAG 3 „ANLEHNUNG §47A ALT“

Vorgehensweise

Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft,
Natur- und Verbraucherschutz
des Landes Nordrhein-Westfalen



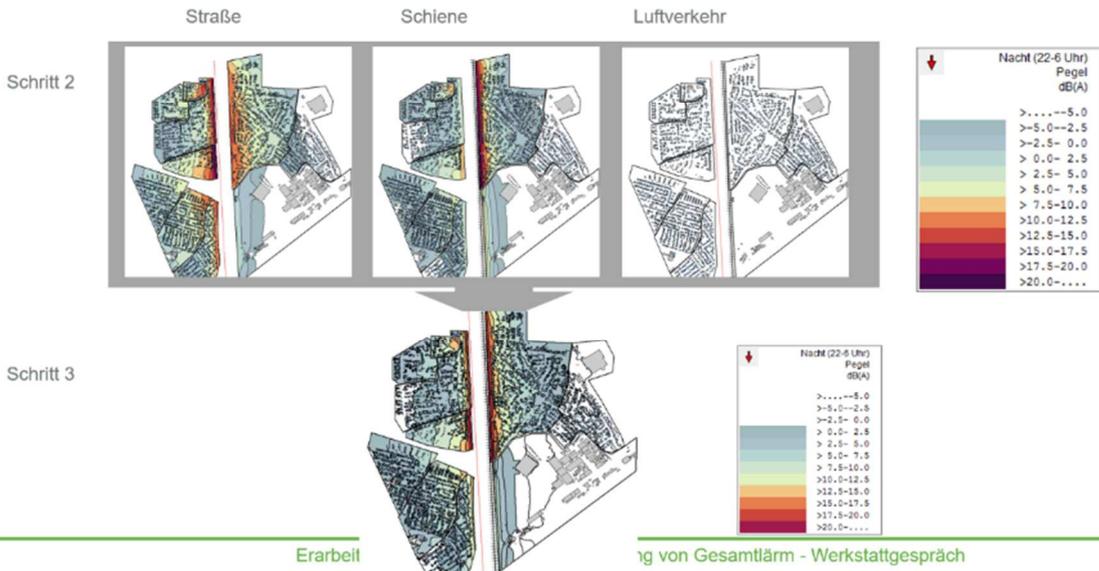
MÖHLER+PARTNER
INGENIEURE AG

Z E U S
INSTITUT

Schritt	Vorschlag 3 „Energetische Summation / in Anlehnung an §47a alt“
1	Berechnung der Beurteilungspegel L_{Night} für Straße und Schiene und Flughafen separat
2	Berechnung der Schallimmissionen an Gebäuden für jede einzelne Quelle und Darstellung der Überschreitung der jeweiligen quellenbezogenen Grenzwerte (ab 5 dB unterhalb des Grenzwertes)
3	Berechnung des Gesamtlärmkonflikts durch energetische Summation der Überschreitungen der jeweiligen Grenzwerte
4	Überprüfung der Auslösung mit Überschreitung der Grenzwerte mit 0dB
5	Berechnung der betroffenen Wohneinheiten für jede Einzelbelastung und der Gesamtbelastung

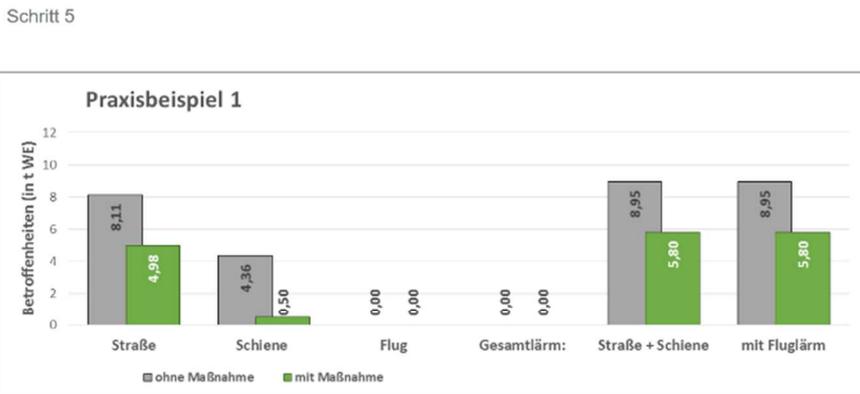
VORSCHLAG 3 „ANLEHNUNG §47A ALT“

Praxisbeispiel 1 / Situation ohne Lärmschutzmaßnahme



VORSCHLAG 3 „ANLEHNUNG §47A ALT“

Gegenüberstellung der Betroffenheiten

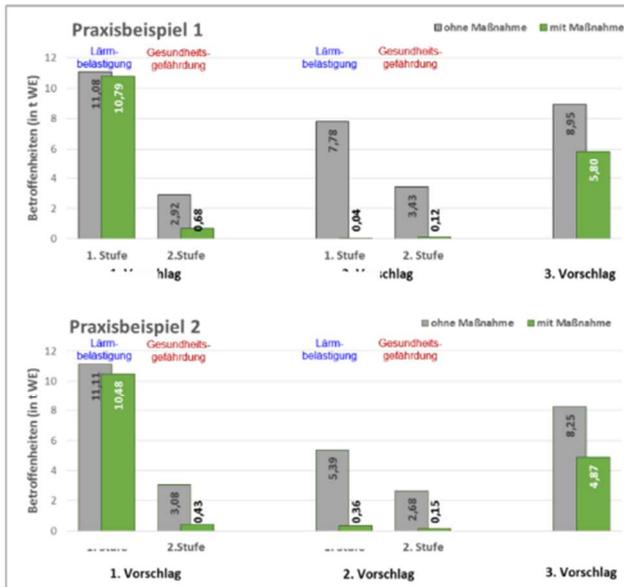


Fazit Vorschlag 3

- gegenteilig zu Vorschlag 1: Fluglärm löst keinerlei Betroffenheiten in Einzelquellenbetrachtung aus, somit resultiert für Gesamtlärbetrachtung mit und ohne Fluglärm gleiches Ergebnis
- Wirksamkeit der Lärmschutzmaßnahme bei Gesamtlärbetrachtung ähnlich wie bei Einzelquellenbetrachtung Straße (Reduktion um ca. 40%)
- Einzelquellenbetrachtung Schiene zeigt sehr deutlichen Einfluss der Lärmschutzmaßnahme

GEGÜBERSTELLUNG DER DREI VORSCHLÄGE

Straße + Schiene



MÖHLER+PARTNER
INGENIEURE AG

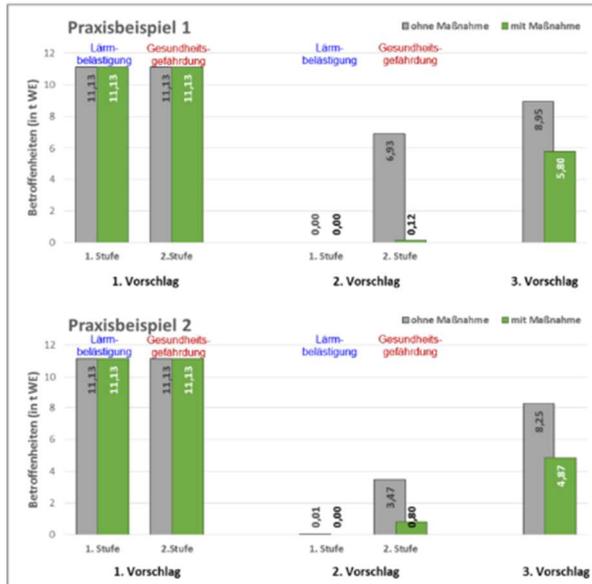


Fazit

- größte Betroffenheiten bei Vorschlag 1, mittlere Werte bei Vorschlag 2 und 3
- Wirksamkeit der Lärmschutzmaßnahme findet sich v.a. bei Vorschlag 2 und 3

GEGÜBERSTELLUNG DER DREI VORSCHLÄGE

Straße
+ Schiene
+ Flugverkehr



MÖHLER+PARTNER
INGENIEURE AG



Fazit

- mit Fluglärm für Vorschlag 1 durchwegs 100 % Betroffenheiten
- Vorschlag 2 führt nur für Stufe 2 zu betroffenen Wohneinheiten
- mittlere Betroffenheiten für Vorschlag 3

GEGENÜBERSTELLUNG DER DREI VORSCHLÄGE

Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft,
Natur- und Verbraucherschutz
des Landes Nordrhein-Westfalen



MÖHLER+PARTNER
INGENIEURE AG

ZEUS

Vorschlag 1: „Wirkungsgerechte Summation“	Vorschlag 2: „Änderungssituation“	Vorschlag 3: „Anlehnung an § 47a“
<ul style="list-style-type: none"> + Bewertung der Gesamtlärmsituation bei Bestands- und Änderungssituationen + Wirkungsgerechte Beurteilung von Schutz vor Lärmbelästigung durch Belästigungs-Äquivalenzmodell - Expositions-Wirkungs- Beziehungen bedürfen regelmäßige Anpassung an Stand des Wissens - Einfache Handhabung - Gemeinsame Immissionsrichtwerte/-grenzwerte führen in der Regel zur Verschärfung des Schutzniveaus 	<ul style="list-style-type: none"> - Bewertung der Gesamtlärmsituation nur bei Änderungssituationen + Wirkungsgerechte Beurteilung von Schutz vor Lärmbelästigung durch Belästigungs-Äquivalenzmodell - Expositions-Wirkungs- Beziehungen bedürfen regelmäßige Anpassung an Stand des Wissens - Komplex in der Anwendung; - Änderung des Beurteilungspegels von dem Pegelabstand zu anderen Quellen abhängig 	<ul style="list-style-type: none"> + Bewertung der Gesamtlärmsituation bei Bestands- und Änderungssituationen - Keine wirkungsgerechte Beurteilung; Unterschiede bei der Bewertung der Quellen ergeben sich durch unterschiedliche Grenz-/Richtwerte + Unabhängig von Stand des Wissens, da nur Mittelungspegel der Einzelquellarten berücksichtigt werden + Einfache Handhabung

Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft,
Natur- und Verbraucherschutz
des Landes Nordrhein-Westfalen



MÖHLER+PARTNER
INGENIEURE AG

ZEUS



LEITFRAGEN



LEITFRAGEN FÜR EINE GESAMTLÄRMBEWERTUNG

Anwendungsbereich einer Gesamtlärmbewertung	Welche Quellarten sollen in einer Gesamtlärmbewertung betrachtet werden?
	<p>Fluglärm ist nicht im BImSchG enthalten, kann also auch nicht durch eine Verordnung auf Grundlage des BImSchG bewertet werden.</p> <p>Die Expositions-Wirkungs-Kurven von Fluglärm liegen deutlich über denjenigen des Landverkehrs. Bei einer wirkungsgerechten Überlagerung der Quellen dominiert großflächig Fluglärm. Die Maßnahmen gegenüber Landverkehrslärm greifen nicht gegenüber Fluglärm.</p> <p>Anlagenlärm (Sport, Gewerbe, Freizeit) ist bereits streng reglementiert. In der Summenbetrachtung spielt er in der Praxis eine untergeordnete Rolle.</p>



LEITFRAGEN FÜR EINE GESAMTLÄRMBEWERTUNG

Anwendungsbereich einer Gesamtlärmbewertung	Soll die Gesamtlärmbewertung nur für die Genehmigung von Emittenten durchgeführt werden oder auch für den Betrieb verpflichtend sein?
	<p>Der Anwendungsbereich der Verkehrslärmschutzverordnung ist nur der Neubau oder wesentliche Änderung der Situation. Dies könnte auch auf den Gesamtlärm übertragen werden. Erst bei einer Änderung wird die Gesamtlärmsituation bewertet.</p> <p>Wenn der Anwendungsbereich auch den Betrieb der Verkehrswege und Anlagen beinhaltet, müsste vielerorts der Bestand lärmsaniert werden.</p>



LEITFRAGEN FÜR EINE GESAMTLÄRMBEWERTUNG

Beurteilungssystematik einer Gesamtlärmbewertung	Welches Schutzniveau soll für die Gesamtlärmbewertung erreicht werden? Verschärfung oder Beibehalt bisheriges Niveau?
	<p>Immissionsrichtwerte für den Gesamtlärm könnten als Summe der Richtwerte der einzelnen Quellenarten definiert sein, um das bisherige Schutzniveau beizubehalten: Beispiel allgemeines Wohngebiet 49 dB + 40 dB + 40 dB + 40 dB = 51 dB</p> <p>Wenn das Ziel der TA Lärm der Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Geräusche mit einem Immissionsrichtwert von 40 dB nachts erreicht wird, müsste dieser doch sinngemäß auch für Gesamtlärm gelten.</p>



LEITFRAGEN FÜR EINE GESAMTLÄRMBEWERTUNG

Beurteilungssystematik einer Gesamtlärmbewertung	Soll eine Gesamtlärbetrachtung in zwei Stufen (Schutz vor erheblicher Belästigung und Gesundheitsgefährdung) unterteilt werden? Welche Rechtsfolgen ergeben sich bei einer zweistufigen Betrachtung?
	<p>Wenn der Schutz vor erheblicher Belästigung als Schutzziel für den Gesamtlärm mit den Grenz- bzw. Richtwerten in der Größenordnung der Einzelquellen umgesetzt wird, kann die Einhaltung der Werte vermutlich nicht allein mit aktiven Maßnahmen erreicht werden. Bis zur Grenze der Gesundheitsgefährdung könnte eine Abwägung zwischen Aktiven Maßnahmen und Entschädigung erfolgen.</p> <p>Auch bei einer Gesamtlärmbewertung mit Änderungskriterium kann eine Abstufung ober-/unterhalb des gesundheitsgefährdenden Bereichs erfolgen.</p>



LEITFRAGEN FÜR EINE GESAMTLÄRMBEWERTUNG

Beurteilungssystematik einer Gesamtlärmbewertung	Soll eine Gesamtlärmbewertung auf Basis eines wirkungsgerechten oder energetischen Summenpegels erfolgen?
	<p>Der A-bewertete Mittelungspegel als Basis von Beurteilungspegeln kann nicht alle Quelleigenschaften wirkungsgerecht berücksichtigen.</p> <p>Expositions-Wirkungs-Beziehungen und wirkungsbezogene Substitutionspegel können diese Unterschiede einbeziehen.</p> <p>Diese Beziehungen müssen jedoch an den Stand des Wissens angepasst werden.</p>



LEITFRAGEN FÜR EINE GESAMTLÄRMBEWERTUNG

Ermittlungsmethode eines Gesamtbeurteilungspegels	Wie weit müssen die Ermittlungsverfahren der Einzelbeurteilungspegel harmonisiert werden, bevor ein Gesamtbeurteilungspegel errechnet wird?
	<p>Die Unterschiede bei den Ermittlungsverfahren liegen bei</p> <ul style="list-style-type: none"> • den unterschiedlichen Beurteilungszeiten, • der Verwendung von Zuschlägen für Auffälligkeiten, • der Ausbreitungsrechnung und • der Berücksichtigung eines Maximalpegelkriteriums. <p>Welche dieser Aspekte müssen harmonisiert werden?</p>



LEITFRAGEN FÜR EINE GESAMTLÄRMBEWERTUNG

Konzept zur Beurteilung von Gesamtlärm	Wie passt ein Vorschlag zur Gesamtlärmbewertung in den bestehenden Regelungsrahmen?
	<p>Keine Aufweichung/Verschärfung bestehender Regelungen</p> <p>Wie passen die vorgeschlagenen Kriterien für Einwirkungsbereich und Irrelevanz in die unterschiedlichen Systeme der TA Lärm/16, BImSchV?</p> <p>Für den Fall, dass die Gesamtlärmproblematik mit dem vorhandenen Regelungsrahmen nicht vollständig zu lösen ist, werden Möglichkeiten gesehen für Teillösungen?</p>



LEITFRAGEN FÜR EINE GESAMTLÄRMBEWERTUNG

Konzept zur Beurteilung von Gesamtlärm	Welches Konzept erscheint am besten für eine Gesamtlärmbeurteilung geeignet?
	<p>Vorschlag 1: „Wirkungsgerechte Summation“</p> <p>Vorschlag 2: „Änderungssituation“</p> <p>Vorschlag 3: „Anlehnung §47a alt“</p>



ZUSAMMENFASSUNG DES WERKSTATTGESPRÄCHS

Ergebnisprotokoll zum Werkstattgespräch am 29.05.2019
Forschungsvorhaben " Erarbeitung eines Konzeptes zur Beurteilung von Gesamtlärm " (Vergabeverfahren 17/064.1)

Teilnehmende	Dr. Elke Stöcker-Meier Inken Griepenkerl-Galoga Dr. Irene Scheler Antje Koch	Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz NRW)
	Sascha Reichert Wulf Pompetzki	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW
	Annett Steindorf Jördis Wothge	Umweltbundesamt
	Christopher Stange	Ministerium für Verkehr und Infrastruktur Baden-Württemberg
	Dr. Christian Beckert	Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Energie des Landes Sachsen - Anhalt/Arbeitsring Lärm der DEGA
	Georg Böhm Ludger Bickmann	Bezirksregierung Düsseldorf
	Michael Chudalla	Bundesanstalt für Straßenwesen, BASt
	Prof. Dr. Rainer Guski	Ruhr-Universität Bochum
	Dr. Axel Welge	Deutscher Städtetag
	Sebastian Eggert	Lärmkontor GmbH
	Prof. Dr. Susanne Moebus	Institut für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie
Ulrich Möhler	Möhler + Partner Ingenieure AG	
Auftragnehmer	Manfred Liepert Geske Eberlei	Möhler + Partner Ingenieure AG
	Dr. Dirk Schreckenberger Sarah Benz	ZEUS GmbH
Ort	Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes NRW Schwannstraße 3, Düsseldorf Raum A7	
Zeit	29.05.2019, 10 - 15 Uhr	

Tagesordnung

- (1) Begrüßung durch das Ministerium und Vorstellung der Projektziele
- (2) Kurzaufsicht der Gesamtlärmbewertung im bestehenden deutschen Immissionsschutzrecht
- (3) Stand der Wissenschaft bei der Gesamtlärmbewertung
- (4) Vorstellung von drei Vorschlägen zur Gesamtlärmbewertung mit Praxisbeispielen
- (5) Vorstellung und Formulierung der Leitfragen
- (6) Diskussion der Leitfragen
- (7) Zusammenfassung des Workshops

TOP 1: Begrüßung durch das Ministerium und Vorstellung der Projektziele

Frau Stöcker-Meier begrüßt das Plenum und führt in das Thema ein.

Manfred Liepert begrüßt das Plenum im Namen der Auftragnehmer.

Kurze Vorstellungsrunde mit Nennung von Berührungspunkten mit dem Thema Gesamtlärm

TOP 2: Kurzaufsicht der Gesamtlärmbewertung im bestehenden deutschen Immissionsschutzrecht

Im bestehenden deutschen Immissionsschutzrecht finden verschiedene gesetzliche Grundlagen, Rechtsverordnungen, Verwaltungsvorschriften und technisches Regelwerk Anwendung (BImSchG, 16. BImSchV, TA Lärm, VDI 3722, etc.; siehe Präsentation). Der Bezug zu einer möglichen Gesamtlärmbewertung wird vorgestellt und erörtert. Eine Gesamtlärmbewertung ist im deutschen Recht nicht bzw. nur sehr unzureichend verankert.

TOP 3: Stand der Wissenschaft bei der Gesamtlärmbewertung

Der aktuelle Stand der Wissenschaft in Bezug auf die Wirkung von Lärm unterschiedlicher Quellen auf die Gesundheit (Belästigung, Schlafstörungen, Herz-Kreislauf Erkrankungen, etc.) wird vorgestellt. Neu für die Bewertung von Gesamtlärmwirkungen ist u.a. das Verfahren der epidemiologischen Risikomultiplikation, das für gesamt-lärmbedingte Herz- und Depressionserkrankungen entwickelt wurde (Seidler et al., 2019).

TOP 4: Vorstellung von drei Vorschlägen zur Gesamtlärmbewertung mit Praxisbeispielen

Drei Vorschläge zur Gesamtlärmbewertung werden präsentiert:

- 1) wirkungsgerechte Summation in der Bestands- und in der Änderungssituation (also Zulassung von Vorhaben und Sanierung des Bestandes),
- 2) wirkungsgerechte Summation nur in der Änderungssituation (also ohne Sanierung)

3) „Anlehnung § 47a“ (aus BImSchG a.F. bis 29.06.2005).

Alle drei Vorschläge sollen als zusätzliche Regelung zusätzlich zum jeweils bestehenden Regelungsregime eingeführt werden.

Vorschlag 1) Wirkungsgerechte Summation:

Zweistufige Definition von Werten :

Stufe 1) Vermeidung erheblicher Belästigung durch Immissionsrichtwerte (Abwägung zwischen aktivem, passivem Schallschutz bzw. möglicher Entschädigung) und

Stufe 2) Verhinderung von Gesundheitsgefahren durch Immissionsgrenzwerte für den Gesamtlärm (Unzulässigkeit von Vorhaben)

Vorschlag 2) Änderungssituation

Wirkungsgerechte Summation, jedoch würde der Vorschlag nur in Änderungssituationen in Zulassungsverfahren zum Tragen kommen.

Vorschlag 3) „Anlehnung § 47a“ (aus BImSchG)

Energetische Summation der Differenzen zu Immissionsricht- und Grenzwerten

TOP 5 + 6: Vorstellung und Formulierung der Leitfragen / Diskussion der Leitfragen

Anwendungsbereich einer Gesamtlärbewertung
--

Fragestellung 1: Welche Quellarten sollen in einer Gesamtlärbewertung betrachtet werden?

Aufgrund der Verdichtung der Innenstädte sollte Anlagenlärm mit einbezogen werden. (Fr. Stöcker-Meier)

Fluglärm sollte aufgenommen werden, da dieser v.a. in Ballungsräumen eine große Rolle spielt, dabei sollte jederzeit eine Betrachtung aller emittierenden Lärmquellen erfolgen. (Hr. Welge)

Wird Fluglärm berücksichtigt, sind jedoch die Hürden für den Schutz von Anwohnern recht hoch, da Fluglärm oft andere Lärmarten überlagert; die Handlungsmöglichkeiten zum Schutz vor Straßen- und Schienenlärm bzw. die Implementierung von Maßnahmen wird dann erschwert. (Fr. Koch/Hr. Möhler/Hr. Pompetzki)

Grenzen sollten dort gezogen werden, wo von Anlagen verursachter Lärm geregelt ist. Für unregelmäßige Quellen wie Freizeitbetrieb und Nachbarschaftslärm gibt es keine Daten, daher kann hier auch keine Regelung festgelegt werden. (Hr. Pompetzki)

Das Gesamtkonzept sei entscheidend: Der gesundheitliche Stellenwert von Freizeitmöglichkeiten, aus denen evtl. Lärmbelastung und -belästigung resultieren kann, sollte in die Abwägung der Gesamtbelastung einbezogen werden. (Fr. Moebius)

Zweck von Gesamtlärbewertung sei entscheidend; wenn Gesundheitsgefahren berücksichtigt werden, sollten alle Lärmquellen berücksichtigt werden. (Hr. Böhm)

Es sollte sich auf Quellen mit evidenzbasierten Daten konzentriert werden, das heißt Quellen, für die Expositions-Wirkungs-Kurven vorhanden sind (Fr. Steindorf).

Biologische und psychologische Wirkung von Lärmquellen fällt unterschiedlich aus, auch abhängig z.B. von Ereignishäufigkeit; daher ratsam Expositions-Wirkungskurven für unterschiedliche Quellen und Störungen einzubeziehen (Hr. Schreckenberger, Hr. Guski).

Zunächst sollte eine Darstellung des Optimums erfolgen, dann die Vor- und Nachteile aufgezeigt werden, um anschließend entscheiden zu können, was politisch umsetzbar ist (Fr. Stöcker-Meier).

Das UBA hat bereits Forschungsvorhaben zu unterschiedlichen Lärmquellenarten wie z.B. Gewerbe in urbanen Gebieten sowie Sportanlagen beauftragt, aus denen Expositions-Wirkungskurven hervorgehen sollen (Fr. Wothge, Fr. Steindorf)

Aus Wirkungssicht sollten Quellen nicht aus Mangel an Methoden ausgeschlossen werden; Abschätzung der Wirkung von Quellen, für die es noch keine Expositions-Wirkungskurven gibt, könnte anhand von ähnlichen Quellen erfolgen. (Hr. Schreckenberger)

Temporäre Quellen wie Baulärm sollte nicht einbezogen werden, da die Berechnung/Abschätzung der Zusatzbelastung erschwert wird und kein Vergleich mit anhaltender Geräuschbelastung möglich ist; zudem konnte die Entstehung manifester Wirkungen bisher nur aus langfristiger Exposition in Zusammenhang gebracht werden (Fr. Moebius, Fr. Scheler, Hr. Möhler). Immissionsschutzrecht bleibt erhalten; Lärm wie z.B. Baulärm wird über Baustellenrecht geregelt (Hr. Liepert)

Sozialadäquanz unterscheidet sich zwischen den Geräuschquellen. Dies sollte bei einer Gesamtlärmbeurteilung berücksichtigt werden (Fr. Koch)

Besonderen Bedingungen von Lärmquellen ist Rechnung zu tragen, dies wird heutzutage wirkungsgerecht gemacht (Hr. Schreckenberger). Sportanlagen haben z.B. Privilegien (Fr. Stöcker-Meier).

Akzeptanz für bestimmte Lärmquellen höher; Dosis-Wirkungskurven würden tatsächliche Wirkung anzeigen (Hr. Pompetzki). Wirkungsseitig werden bei Befragungen auch unterschiedliche Quellen berücksichtigt (Hr. Schreckenberger / Fr. Steindorf)

Untersuchung sollte bei dominanter Quelle beginnen, z.B. dominanter Lärm von Sportanlagen bei der Untersuchung dieser Quellenart (Hr. Guski)

Ergebnis : Keine langfristige Quelle sollte grundsätzlich ausgeschlossen werden (Abwägung). Temporäre Quellen wie Baustellen sollten nicht berücksichtigt werden.

Fragestellung 2: Soll die Gesamtlärbewertung nur für die Genehmigung von Emittenten durchgeführt werden oder auch für den Betrieb verpflichtend sein?

Sollte durch Gesamtlärbewertung Nachrüstung zum Lärmschutz erforderlich sein, dann müsste der finanzielle Rahmen gegeben sein, diese umzusetzen (nicht nur in Kommunen, sondern bundesfinanziert) (Hr. Welge).

Gesamtlärbewertung sollte sich nach dem Schutz der Gesundheit richten; daher wird appelliert, dass alles, was gesundheitsgefährdend ist, betrachtet werden soll (Hr. Pompetzki).

Oft gibt es Veränderungen der Lärmbelastung ohne bauliche Veränderungen (z.B. Verlagerung des Güterverkehrs im Mittelrheintal, Erhöhung der Straßenverkehrsmenge), daher ist es sinnvoll auch den Bestand in der Gesamtlärbewertung zu untersuchen (Hr. Möhler / Hr. Beckert). Der Anspruch auf Schallschutz ist bislang jedoch abhängig von baulicher Veränderung (Hr. Möhler).

Durch die Lärmkartierung sind Probleme im Bestand sichtbar, der Bestand ist sozusagen das Hauptproblem, daher sollte eine Beurteilung sowohl für den Bestand als auch für Genehmigungen stattfinden (Fr. Steindorf).

Bestand sollte in Gesamtlärmbewertung miteinbezogen werden, notwendige Finanzmittel sollten zur Verfügung gestellt werden und rechtlicher Anspruch für Anwohner impliziert werden (Hr. Möhler / Hr. Liepert).

Hauptprobleme, die daraus entstehen: 1) Limitierung 2) Finanzierung und 3) rechtlicher Anspruch.

Beurteilungssystematik einer Gesamtlärbewertung

Fragestellung 3: Soll eine Gesamtlärbetrachtung in zwei Stufen (Schutz vor erheblicher Belästigung und Gesundheitsgefährdung) unterteilt werden?

Welche Rechtsfolgen ergeben sich bei einer zweistufigen Betrachtung?

Die Abstufung wäre umgekehrt sinnvoller; 1) Gesundheitsgefährdung 2) erhebliche Belästigung. Das UBA schätzt zwei Stufen allgemein als sinnvoll ein (Fr. Wothge / Fr. Steindorf).

Aktueller Stand ist, dass Belästigung nicht von Gesundheitsgefährdung zu trennen ist, da Belästigung selbst als Gesundheitswirkung anerkannt wird (Hr. Schreckenberg).

Rechtlich wird zwischen Schutz und Vorsorge unterschieden. Da Belästigung als schädliche Umweltwirkung gilt, wird bei Schutz nicht unterschieden zwischen Belästigung und Gesundheitsgefährdung; plädiert eher für einstufiges Verfahren (Fr. Scheler).

Trennung zwischen Belästigung und Gesundheitsgefährdung wird als wichtig angesehen, da sie Handlungsspielräume ermöglichen (Hr. Böhm / Hr. Reichert).

Trennung zwischen Belästigung und Gesundheit wird als unangemessen empfunden, da Gesundheitsschutz früher ansetzt und Grenzwerte sinnvoller seien (Fr. Moebius).

Belästigung und Gesundheitswirkungen finden parallel statt; daher ist ein zweistufiges Verfahren in Frage zu stellen (Fr. Moebius).

Diskussion darüber, ob situationsbezogen (Bestand vs. Neuzulassung) über Abwägung entschieden werden soll; kann Bestand privilegiert betrachtet werden gegenüber Zulassungssituationen? Behörden z.B. benötigen Anhaltspunkte zur Abschätzung (Fr. Koch / Fr. Steindorf).

Saubere Trennung zwischen Belästigung und Gesundheitsgefährdung nicht möglich, gesetzlich ist der Schutz vor schädlichen Umweltwirkungen ohne Abstufungen geregelt (Hr. Beckert).

Stimmt zu, dass es keine Abstufungen geben sollte. Sowohl bei Belästigungen als auch bei Herz-Kreislaufkrankungen ergeben sich kontinuierliche Anstiege. Erhebliche Belästigung ist jedoch keine individuelle Belästigung, sondern ein %-Satz an Belästigung bei Pegeln. Frage resultiert, wie viel Prozent Belästigung bzw. wie viel Risiko toleriert werden kann und soll (Hr. Guski).

Die neuen WHO Leitlinien für Umgebungslärm definieren für alle wissenschaftlich untersuchten Wirkungen einen Risikoanstieg in %; die Standards der WHO zur Zumutbarkeit könnten als Grundlage für Grenzen zur Abwägung genutzt werden (Fr. Wothge).

Zusammenfassend wird festgehalten: Die Rechtsprechung des BVerwG sieht die verfassungsrechtlich relevante Schwelle zu intolerablen Gesundheitsgefahren erst bei Mittelungspegeln von 70 dB(A) tags und 60 dB(A) nachts. Nach wissenschaftlichen Erkenntnissen und Empfehlungen der WHO ist ein Gesundheitsrisiko jedoch schon deutlich darunter auszumachen, das mit zunehmendem Lärm kontinuierlich ansteigt. Allerdings vermittelt die Pflicht zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen nach der gesetzlichen Vorstellung auch Schutz vor bloßen Belästigungen, ohne dass nach Vorstellung des Gesetzgebers damit Gesundheitsgefahren verbunden werden. Diese im deutschen Recht geläufige Unterscheidung zwischen Belästigung und Gesundheitsgefahr, lässt sich wissenschaftlich nicht begründen und wird auch von der WHO so nicht vorgenommen. Letztendlich gehe es aber um die Frage, welches Gesundheitsrisiko gesellschaftlich bzw. rechtlich noch akzeptiert werde und welches nicht mehr.

Diskussion, ob zwei Stufen ausreichend sind, oder vier Stufen besser wären (für Gesundheitsschutz und Belästigung sowie Genehmigung vs. Betrieb).

Fachplanerische Zumutbarkeit steht der verfassungsrechtlichen Zumutbarkeit gegenüber (Hr. Schreckenbergl).

Schwellen sollten als Eingriffsschwelle festlegen, ab wann welche Maßnahmen durchgeführt werden sollen; der Umfang der durchzuführenden Maßnahme steigt mit der Schwelle. Die Stufen sollten keine Schwellen für die Gesundheitsgefahr markieren, sondern darstellen, ab wann Maßnahmen zum Schutz eingesetzt werden (Fr. Scheler).

Schwellen sind aus Sicht des Bürgers schwierig zu akzeptieren, eine Person knapp unter einer Schwelle versteht nicht, weswegen er weniger geschützt wird als die Person, die die Schwelle knapp erreicht (Hr. Welge).

Grenzwertdebatte ist ein Aushandlungsprozess (Fr. Moebius)

Immissionsrichtwerte sind abhängig von der Gebietsausweisung und dem damit verbundenen Schutzanspruch. Festgelegt werden muss, welche Pegel zugrunde gelegt werden (Zeitraum, Rahmenbedingung, etc.), woraus ein zumutbares Gesundheitsrisiko abgeleitet wird, das zudem erst festgelegt werden muss (Hr. Boehm).

Risikomodell von Seidler könnte äquivalent für die Risikoableitung anderer Lärmquellen entwickelt werden (Fr. Wothge).

Fragestellung 4: Welches Schutzniveau soll für die Gesamtlärbewertung erreicht werden?

Verschärfung oder Beibehaltung des bisherigen Niveaus?

Einführung eines Summenschutzniveaus wäre wertvoll, eine Verschärfung ist schwierig umzusetzen (Hr. Pompetzki).

Aus gesundheitlicher Sicht ist eine Verschärfung notwendig, da die Risiken mit der zukünftigen Städteentwicklung/Urbanisierung steigen. (Fr. Moebius)

WHO-Empfehlung kann als Diskussionsbeitrag, nicht als Zielgröße verstanden werden. Das Optimum sollte zunächst definiert werden, dann kann eine realistische Abschätzung erfolgen (Fr. Wothge / Fr. Steindorf). Einwand, dass WHO Empfehlungen aus Einzelbetrachtung resultieren, woran könnte sich die Gesamtlärbewertung orientieren (Fr. Stöcker-Meier); Straßenpegel können als Referenz für Gesamtlärmbewertung herangezogen werden (Hr. Guski / Hr. Schreckenberger / Fr. Wothge).

Zur Diskussion steht, ob sich das Schutzniveau an akustischen Grenzwerten oder Risikogrenzwerten orientieren soll; welches Risiko ist tolerierbar? (Hr. Guski).

Beispiel Flughafen Leipzig: dort ist das Schutzniveau anhand von Aufwachreaktionen festgelegt, nicht anhand von Pegeln mit dem Resultat, dass die Schutzzone 15% größer ist als nach dem Fluglärmgesetz (Hr. Schreckenberger). Der Pegel ist am Ende kein realer Pegel mehr, sondern eine Rechengröße (Hr. Pompetzki).

Fragestellung 5: Soll eine Gesamtlärbewertung auf Basis eines wirkungsgerechten oder energetischen Summenpegels erfolgen?

Das energetische Modell passt nicht zu den Daten, andererseits ist das wirkungsgerechte Modell schwer verständlich (Hr. Guski).

Eine vermittelbare Darstellung des Modells wirkungsgerechter Pegel müsste gefunden werden (Hr. Stange).

Das UBA plädiert für eine wirkungsgerechte Darstellung (Fr. Wothge).

Ermittlungsmethode eines Gesamtbeurteilungspegels**Fragestellung 6: Wie weit müssen die Ermittlungsverfahren der Einzelbeurteilungspegel harmonisiert werden, bevor ein Gesamtbeurteilungspegel errechnet wird?**

Bildung eines zusätzlichen Beurteilungspegels (Gesamtbeurteilungspegel aller Regelwerke) für Tag und Nacht, wirkungsrelevante Zuschläge können miteinbezogen werden. Problematisch ist die Verwendung von regelwerkbezogenen Zuschlägen (z.B. Ruhezeitenzuschläge)(Hr. Pompetzki / Hr. Möhler). Zuschläge sind jedoch nicht in Expositions-Wirkungskurven enthalten (Hr. Liepert / Hr. Guski).

Maximalpegel sind für den Nachtzeitraum wichtig (sowohl Höhe als auch Anzahl).

Eine Trennung wäre wichtig: die bestehenden spezifischen sektoralen Regelungen wie Tageszeiten bleiben unangetastet; für die Gesamtlärmbetrachtung werden als zusätzliche Regelung wirkungsbezogene Anwendungen übernommen (Hr. Schreckenber).

Konzept zur Beurteilung von Gesamtlärm**Fragestellung 7: Wie passt ein Vorschlag zur Gesamtlärmbewertung in den bestehenden Regelungsrahmen?**

Irrelevanzkriterium sollte nicht in Gesamtlärmbetrachtung übernommen werden (Hr. Pompetzki / Hr. Schreckenber)

Ansatz von „Anlehnung § 47a“ (aus BImSchG a.F. bis 29.06.2005) könnte in bestehende Regelungen übernommen werden (Fr. Stöcker-Meier). Richtwerte könnten in rechtlichen Regelwerken wirkungsgerecht angepasst werden (Hr. Schreckenber). Frage stellt sich, wie der Verursacher ermittelt wird (Fr. Stöcker-Meier)

Fragestellung 8: Welches Konzept erscheint am besten für eine Gesamtlärmbeurteilung geeignet?

Vorschlag 1: „Wirkungsgerechte Summation“

- Vorteil, dass hier Expositions-Wirkungskurven eingehen, Gesamtlärm wird beruhend auf Kurven betrachtet, Nachteil: wer begründet Wert? (Fr. Wothge)

Vorschlag 2: „Änderungssituation“

Findet keine Zustimmung.

Vorschlag 3: „Anlehnung §47a alt“

- Am verständlichsten und naheliegendsten (Fr. Moebus)

- Bildung von Differenzen erleichtert Berechnungen und lässt sich evtl. leichter vermitteln (Fr. Stöcker-Meier)
- Vorschlag 3 beruht nicht auf Expositions-Wirkungskurven, Schutz vor Gesamtlärm steht in Frage, da Grenzwerte politisch abgeleitet sind (Fr. Wothge)
- Modell schützt nicht richtig vor Gesamtlärm, da es politisch abgeleitete Werte sind

Alternativer Vorschlag: Risikomodell

Mit Risiko der Belästigung wird Pegelwert begründet, dies wäre kombinierbar mit Vorschlag 1 und 3. (Fr. Moebus / Hr. Guski / Hr. Liepert)

Vorschlag sollte Gesundheitsschutz im Vordergrund haben und Beurteilung sollte Maßnahmen für Lärm einzelner Quellen zulassen ohne dass Quellenbeurteilung alles überfrachtet (Stichwort Fluglärm, Maßnahmen gegen Schienen- und Straßenverkehrslärm muss möglich sein) (Hr. Schreckenberger)

Prinzipiell ist die Güte des Modells entscheidend, diese sollte sich nicht an Auswirkungen von Minderungsmaßnahmen bewertet werden.

Möglich wäre auch ein Verfahren, das unabhängig von Expositions-Wirkungsfunktionen ist; z.B. multiplikative Funktion zur Berechnung von Gesamtlärm (Hr. Schreckenberger)

Grenzwertfindung durch Politik gefährdet Wirkungsäquivalenz

TOP 7: Zusammenfassung des Workshops

- (1) Gesamtlärm: Bei der Gesamtlärbetrachtung sollte keine langfristige Quelle explizit ausgeschlossen werden, aus verfassungsrechtlichen Gründen müssten alle (langfristigen) Lärmquellenarten einbezogen werden. Temporäre Quellen wie Baustellen sollen nicht berücksichtigt werden.
- (2) Genehmigung v. Betrieb: Auch der Betrieb sollte miteingeschlossen werden.
- (3) Es gibt keine eindeutige Tendenz für ein zwei- oder einstufiges Verfahren. Konsens: Das Verfahren sollte sich nicht ausschließlich anhand der Lärmwirkung begründen. Beispiel ist der Sportlärm, der unter anderem auch wegen des Freizeitcharakters und der positiven gesundheitlichen Relevanz des Sports eine größere gesellschaftliche Akzeptanz hat als etwa der Verkehrslärm.
- (4) Das Optimum ist der größtmögliche Schutz der Bevölkerung, sollte sich nicht nur an bestehendem Schutz orientieren, sondern zukunftsweisend sein.
- (5) Die wirkungsgerechte Beurteilung wird dem energetischen Ansatz vorgezogen.
- (6) Ermittlungsmethode: Zuschläge mitnehmen, andere spezifische sektorale Regelungen, z.B. Irrelevanzkriterium, Ruhezeitenzuschläge sollen in der Gesamtlärbetrachtung nicht übernommen werden.
- (7) Vorschlag 2 findet wenig Zustimmung, Vorschläge 1, 3 oder 4 werden bevorzugt, Modell 4 wäre ein Risikoabschätzungsmodell.

Anlage 3: Fotodokumentation der Diskussionsbeiträge am Workshop

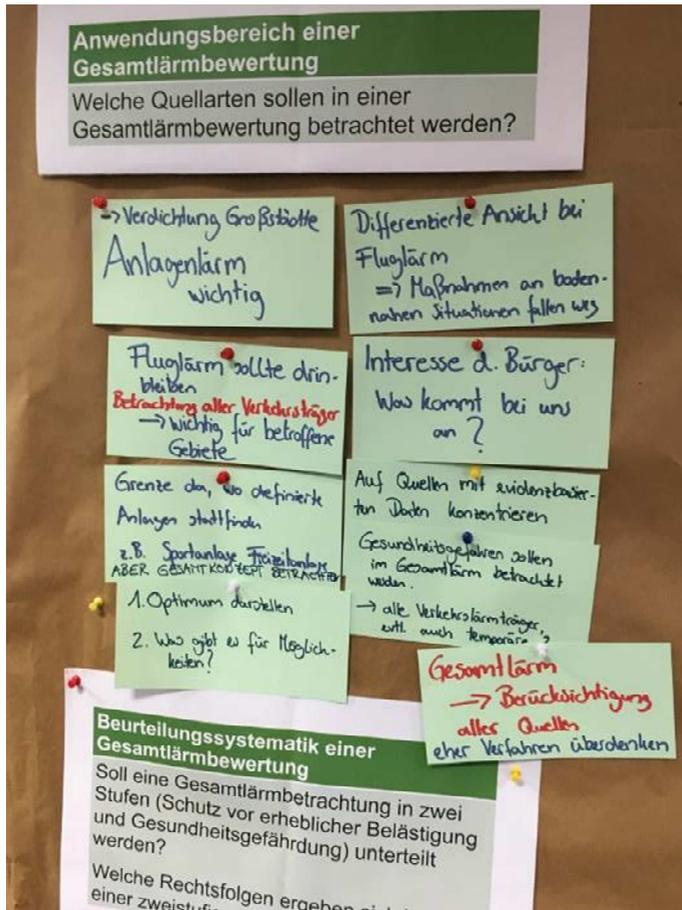


Abbildung 1: Quellenarten zur Betrachtung in der Gesamtlärmbewertung

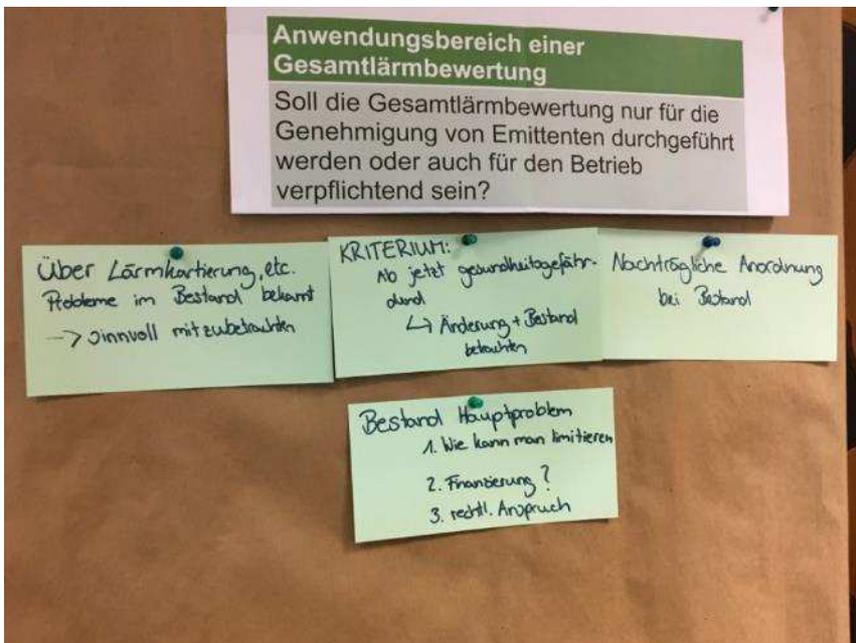


Abbildung 2: Möglicher Einsatz/Funktionsbereich der Gesamtlärmbewertung

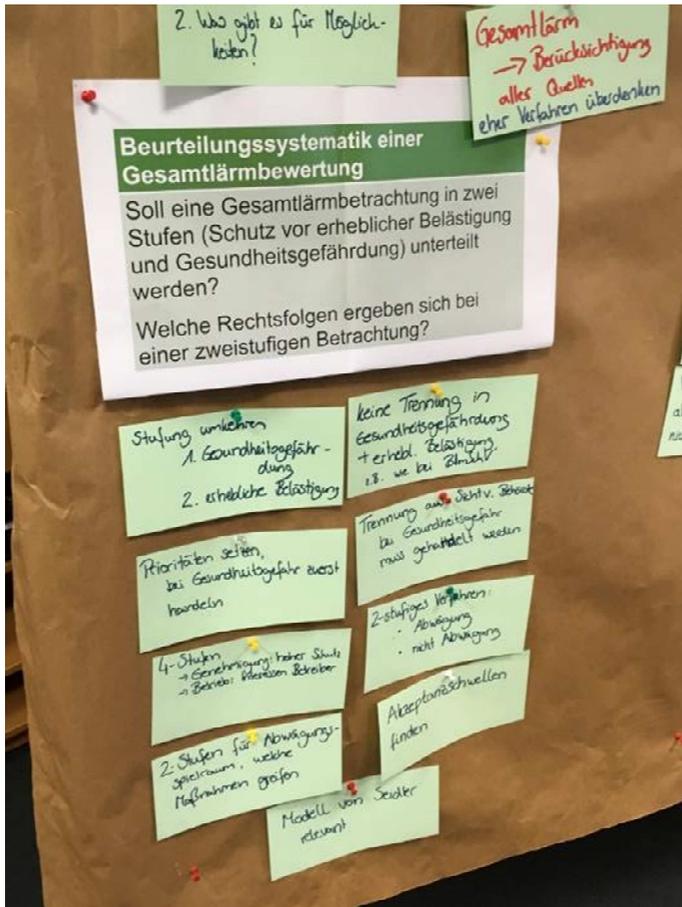


Abbildung 3: Mögliche Abstufung der Gesamtlärbetrachtung

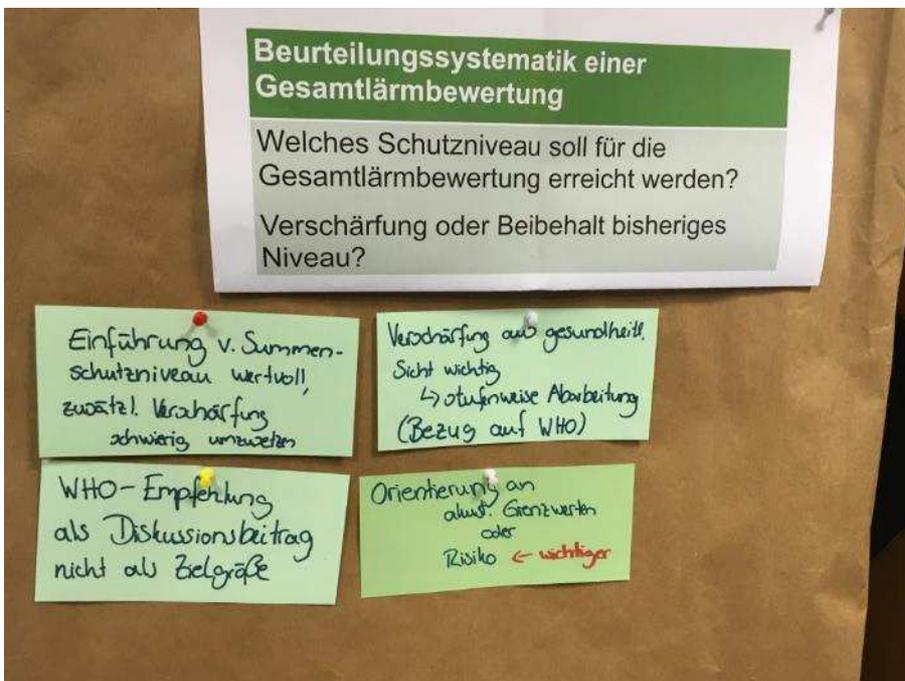


Abbildung 4: Angestrebtes Schutzniveau für die Gesamtlärbewertung

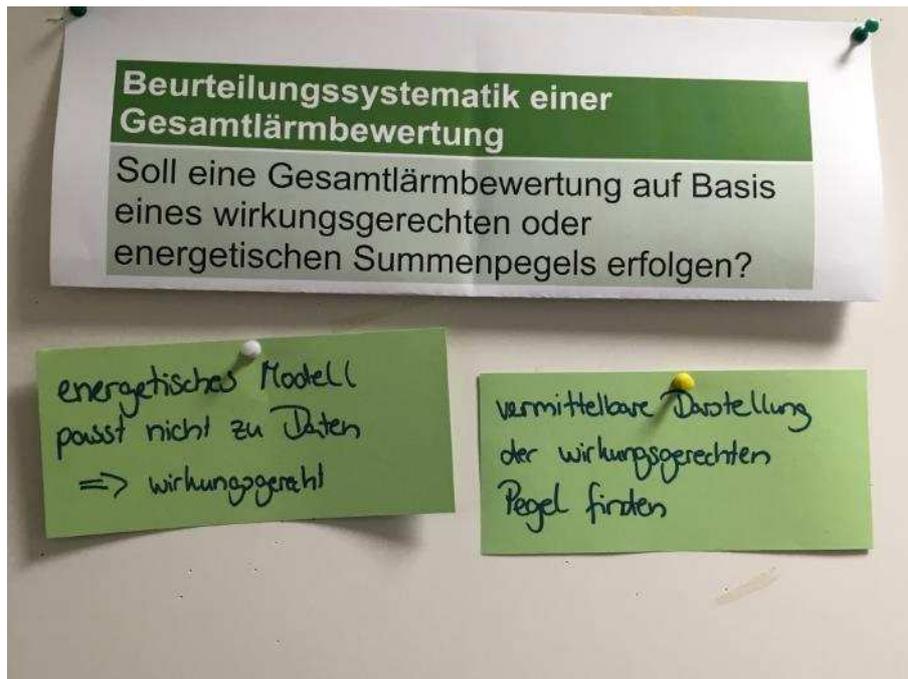


Abbildung 5: Wirkungsgerechter vs. Energetischer Summenpegel zur Gesamtlärmbewertung

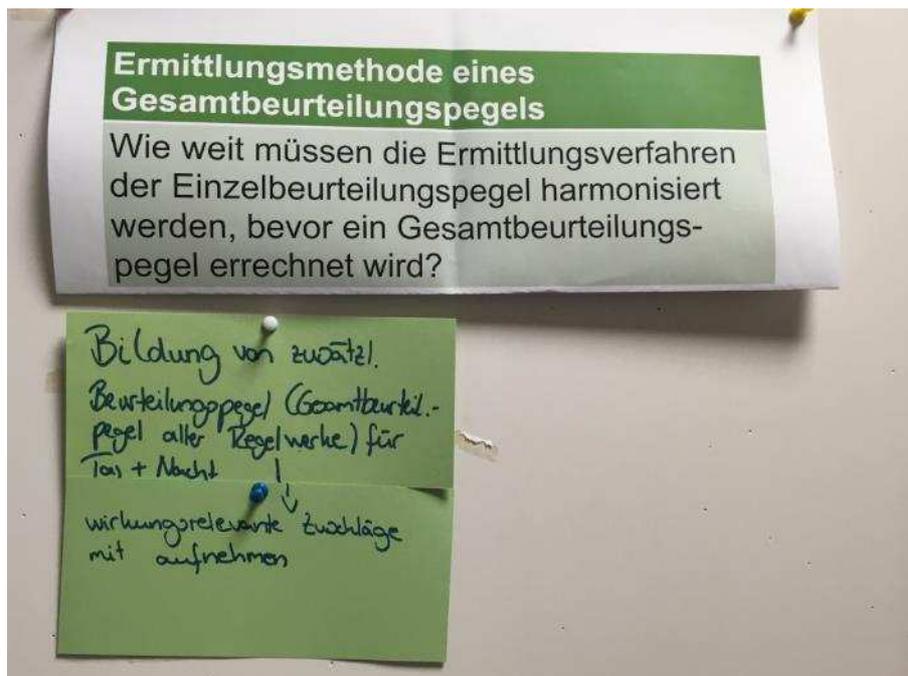


Abbildung 6: Mögliche Notwendigkeit einer Harmonisierung von Einzelbeurteilungspegeln für Gesamtbeurteilungspegel

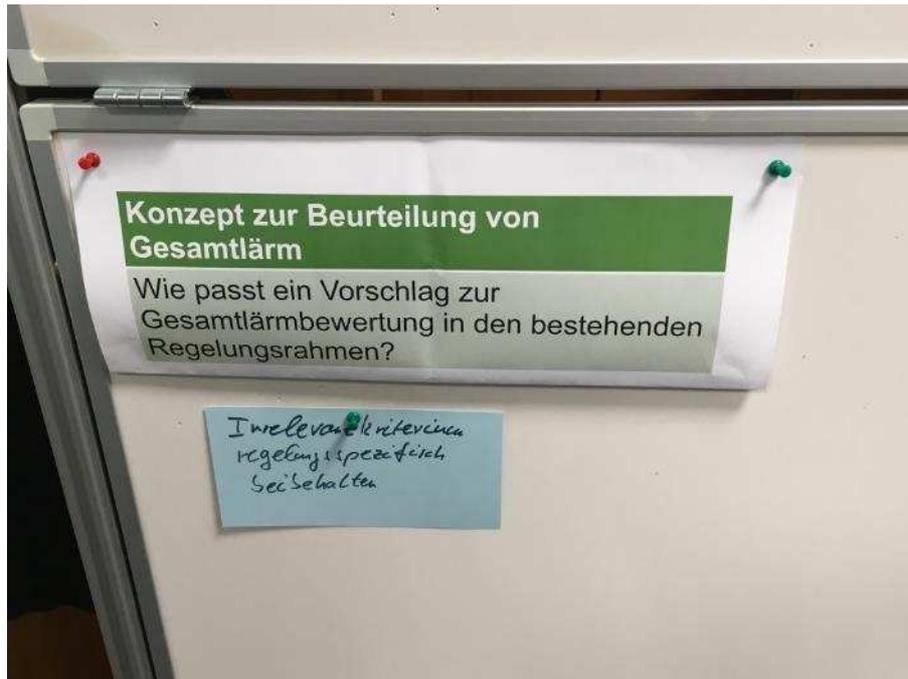


Abbildung 7: Passung von Gesamtlärbewertung in bestehenden Regelungsrahmen

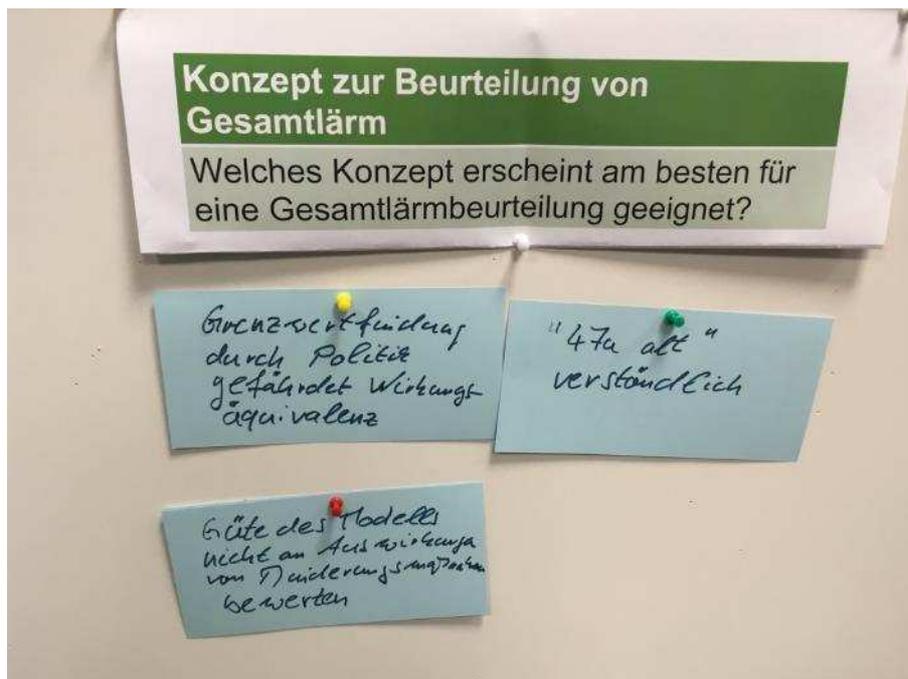


Abbildung 8: Eignung der vorgestellten Konzepte für die Gesamtlärmbeurteilung