



Städtebauliche Lärmfibel

Hinweise für die Bauleitplanung

Ministerium für Landwirtschaft, Umweltschutz
und Raumordnung

Ministerium für Stadtentwicklung,
Wohnen und Verkehr

Städtebauliche Lärmfibel

Hinweise für die Bauleitplanung

Impressum

Herausgeber:

Ministerium für Stadtentwicklung,
Wohnen und Verkehr des Landes Brandenburg
Referat Presse und Öffentlichkeitsarbeit
Henning-von-Tresckow-Straße 2-8, 14467 Potsdam
Telefon: (03 31) 8 66 - 8006 Fax: (03 31) 8 66 - 8358
E-Mail: pressestelle@mswv.brandenburg.de
Internet: www.brandenburg.de/land/mswv

Ministerium für Landwirtschaft, Umweltschutz und
Raumordnung des Landes Brandenburg
Referat Presse und Öffentlichkeitsarbeit
Heinrich-Mann-Allee 103, 14467 Potsdam
Telefon: (03 31) 8 66 - 7016; Fax: (03 31) 8 66 - 7018
E-Mail: pressestelle@mlur.brandenburg.de
Internet: www.brandenburg.de/land/mlur

Redaktion:

MSWV Referat Presse und Öffentlichkeitsarbeit
MLUR Referat Presse und Öffentlichkeitsarbeit
MSWV Referat 23 - Städtebaurecht
MLUR Referat 65 - Gebiets- und verkehrsbezogener
Immissionsschutz, Klima, Energie

Redaktionsschluss: 30.11.2001

Textvorlage:

Städtebauliche Lärmfibel Baden Württemberg,
Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg
Theodor-Heuss-Straße 4
70174 Stuttgart, November 1994
Bearbeitung: Prof. Dr. Jürgen Baumüller, Stuttgart,
Dipl. Met. Ulrich Hoffmann, Stuttgart, Dr. Ulrich Reuter, Stuttgart
Grafik: Elke Baumüller, Stuttgart

Druck:

Landesamt für Verbraucherschutz und Landwirtschaft
Ringstraße 1010
12346 Frankfurt (Oder)
Technische Zentrale AT 43/02

Vorwort

Über die Hälfte der Bevölkerung fühlt sich durch Lärm in ihrer Lebensqualität beeinträchtigt. Durch Straßenverkehrslärm werden etwa zwei Drittel der Bevölkerung belästigt, gefolgt von Fluglärm, Wohn- und Freizeitlärm sowie Gewerbelärm. Dies ist eine Folge steigender Transport- und Beförderungsbedürfnisse und enger räumlicher Verflechtung lärmzeugender und lärmempfindlicher Nutzungen.

Aufgrund des für Siedlungszwecke nur begrenzt zur Verfügung stehenden Grund und Bodens ist eine aus Gesichtspunkten des Lärmschutzes erwünschte Nutzungstrennung und die Einhaltung wirksamer Schutzabstände in vielen Fällen nicht mehr möglich.

Die Landesregierung Brandenburg misst daher insbesondere dem planerisch erzielbaren und vorsorgenden aktiven Lärmschutz eine hohe Bedeutung vor dem sonst verbleibenden passiven Lärmschutz bei. Dem Entstehen von Konflikten zwischen wirtschaftlichen Tätigkeiten und Freizeitaktivitäten auf der einen, sowie gesundem Wohnen auf der anderen Seite wird dadurch entsprechend entgegengewirkt.

Ziel der Anstrengungen der Landesregierung ist, die Zahl lärm betroffener Bürger dauerhaft zu senken und somit eine höhere Lebensqualität zu erreichen.

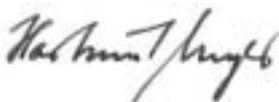
Der beste Lärmschutz besteht in der Lärmvermeidung oder in der Lärm-minderung bereits an seiner Quelle. Doch lassen sich nicht alle lebensbedingten, Lärm verursachenden Aktivitäten vermeiden oder unterbinden.

Deshalb sind vorbeugender Lärmschutz in der Bauleitplanung und gegenseitige Rücksichtnahme bei der Zulassung von Vorhaben wichtige zu berücksichtigende Gesichtspunkte. Um diesem Erfordernis gerecht zu werden, sind zahlreiche Vorschriften entstanden, die sich mit der Beurteilung der vielfältigen Lärmquellen und Lärmsituationen auseinandersetzen.

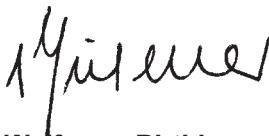
Die vorliegende, im Rahmen der Lärmschutzkonzeption der Landesregierung Brandenburg herausgegebene Schrift beschreibt bestehende Regelungen, stellt ihren Anwendungsbereich dar, verdeutlicht Unterschiede und Zusammenhänge.

Daneben vermittelt sie informativ Grundlagen über Methoden der Lärmermittlung und -bewertung insbesondere für die Anwendung bei der städtebaulichen Planung und bei der Beurteilung der Zulässigkeit von Bauvorhaben.

Dabei werden Hinweise gegeben, die Lärmsituation anhand der in dieser Fibel angegebenen Verfahren prognostisch abzuschätzen. In vielen Einzelfällen wird es jedoch auch künftig erforderlich sein, die Lärmsituation und notwendige Abwehrmaßnahmen durch ein Fachgutachten ermitteln zu lassen. Dazu gibt die Schrift eine Arbeits- und Entscheidungshilfe.



Hartmut Meyer
Minister für Stadtentwicklung,
Wohnen und Verkehr
des Landes Brandenburg



Wolfgang Birthler
Minister für Landwirtschaft,
Umweltschutz und Raumordnung
des Landes Brandenburg

Inhaltsverzeichnis

Vorwort

1 Einleitung

2 Grundlagen für die Planung

2.1 Die physikalischen Begriffe Schall und Geräusch

2.2 Lärm, Schallemission und Schallimmission

2.3 Allgemeine rechtliche Grundlagen

2.3.1 Immissionsschutzrecht

2.3.2 Baurecht

2.3.3 Zivil-, Straf- und Ordnungswidrigkeitenrecht

2.4 Schalltechnische Grundlagen

2.4.1 Lautstärkeskala

2.4.2 Rechenregeln

2.4.3 Definition weiterer Begriffe

2.4.4 Lärmmessungen

2.4.4.1 Bedeutung von Lärmmessungen

2.4.4.2 Durchführung von Messungen

2.4.4.3 Messgeräte und ihre Betriebsarten

2.5 Übersicht zur Beurteilung des Lärms nach
Immissionswerten

3 Verkehrslärm

3.1 Straßen- und Schienenverkehrslärm

3.1.1 Gesetzliche Grundlagen

3.1.2 Berechnungs- und Beurteilungsgrundlagen

- 3.1.2.1 DIN 18005-1 Schallschutz im Städtebau; Berechnungsverfahren
- 3.1.2.2 Verkehrslärmschutzverordnung (16. BImSchV)
- 3.1.2.3 Richtlinien für den Verkehrslärmschutz an Bundesfernstraßen in der Baulast des Bundes (VLärmSchR 97)
- 3.1.2.4 Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen (RLS-90)
- 3.1.2.5 Richtlinie zur Berechnung der Schallimmissionen von Schienenwegen (Schall 03)
- 3.2 Fluglärm
- 3.2.1 Gesetzliche Grundlagen
- 3.2.2 Beurteilungsgrundlagen

4 Gewerbelärm

- 4.1 Gesetzliche Grundlagen
- 4.2 Berechnungs- und Beurteilungsgrundlagen
- 4.2.1 DIN 18005-1 Schallschutz im Städtebau; Berechnungsverfahren
- 4.2.2 TA Lärm
- 4.2.3 VDI 2571 Schallabstrahlung von Industriebauten

5 Freizeit- und Sportlärm

- 5.1 Gesetzliche Grundlagen
- 5.2 Berechnungs- und Beurteilungsgrundlagen
- 5.2.1 Sportanlagenlärmschutzverordnung (18. BImSchV)
- 5.2.2 Freizeitlärm-Richtlinie des Landes Brandenburg
- 5.2.3 VDI 3770 Emissionskennwerte von Schallquellen; Sport- und Freizeitanlagen

6 Hinweise für die Planung

- 6.1 Lärminderungspläne und Schallschutz
in der Bauleitplanung
- 6.2 Verkehrslärm
 - 6.2.1 Straßen- und Schienenverkehr
 - 6.2.1.1 Emissionsminderung
 - 6.2.1.2 Straßen- und Schienenwegeplanung (Trassierung)
 - 6.2.1.3 Straßen- und Schienenwegeoberflächen
 - 6.2.1.4 Verkehrsmenge und Verkehrsberuhigung
 - 6.2.1.5 Fahrgeschwindigkeit und Verkehrsberuhigung
 - 6.2.1.6 Schallabschirmung
 - 6.2.2 Flugverkehr
- 6.3 Gewerbelärm
 - 6.3.1 Lärmbewertung gewerblicher Nutzungen
bzw. Anlagen
 - 6.3.2 Schalltechnisch sinnvolle Gliederung
von Gewerbegebieten
 - 6.3.3 Erschließung
 - 6.3.4 Baulicher Schallschutz im Bereich
der Emissionsquellen
- 6.4 Freizeit- und Sportlärm
- 6.5 Lärm als Abwägungsgegenstand der
städtebaulichen Planung

7 Literatur

1 Einleitung

Der Sachverständigenrat für Umweltfragen stellte fest, dass der Lärm nach den bisherigen Erkenntnissen als ein Risikofaktor anzusehen ist, der im Zusammenhang mit anderen Belastungsgrößen gesundheitliche Beeinträchtigungen beim Menschen hervorrufen kann. Auswirkungen von Lärm sind u. a. Schlafstörungen, Kopfschmerzen, Unlustgefühl, Aggressionen sowie die Abnahme der körperlichen und geistigen Leistungsfähigkeit.

Die Abbildung 1 zeigt die Lärmbelästigung der Bevölkerung in der Bundesrepublik Deutschland laut Jahresbericht 2000 des Umweltbundesamtes [74].

Rund 50 % der Bevölkerung fühlen sich demnach häufig oder andauernd durch Lärm belästigt. An erster Stelle der Belästigung wird der Straßen- und Flugverkehr genannt. Aber auch Lärm von Nachbarn sowie Arbeitslärm spielen eine wichtige Rolle.

Ebenso sind Lärmbelästigungen durch Sport- und Freizeitanlagen und Freizeitbetätigungen nicht zu unterschätzen.

Besonders betroffen durch Verkehrslärm sind die Bewohner zentrumsnaher Stadtgebiete und von Ortsteilen, durch die Bundesstraßen führen oder die sich in unmittelbarer Nähe von Bundesautobahnen befinden. Mehr als ein Drittel von ihnen muss die Fenster oft oder immer geschlossen halten bzw. verzichtet auf die Benutzung von Balkon und Terrasse. Solche Einschränkungen sind als wesentliche Beeinträchtigung der Wohnqualität anzusehen.

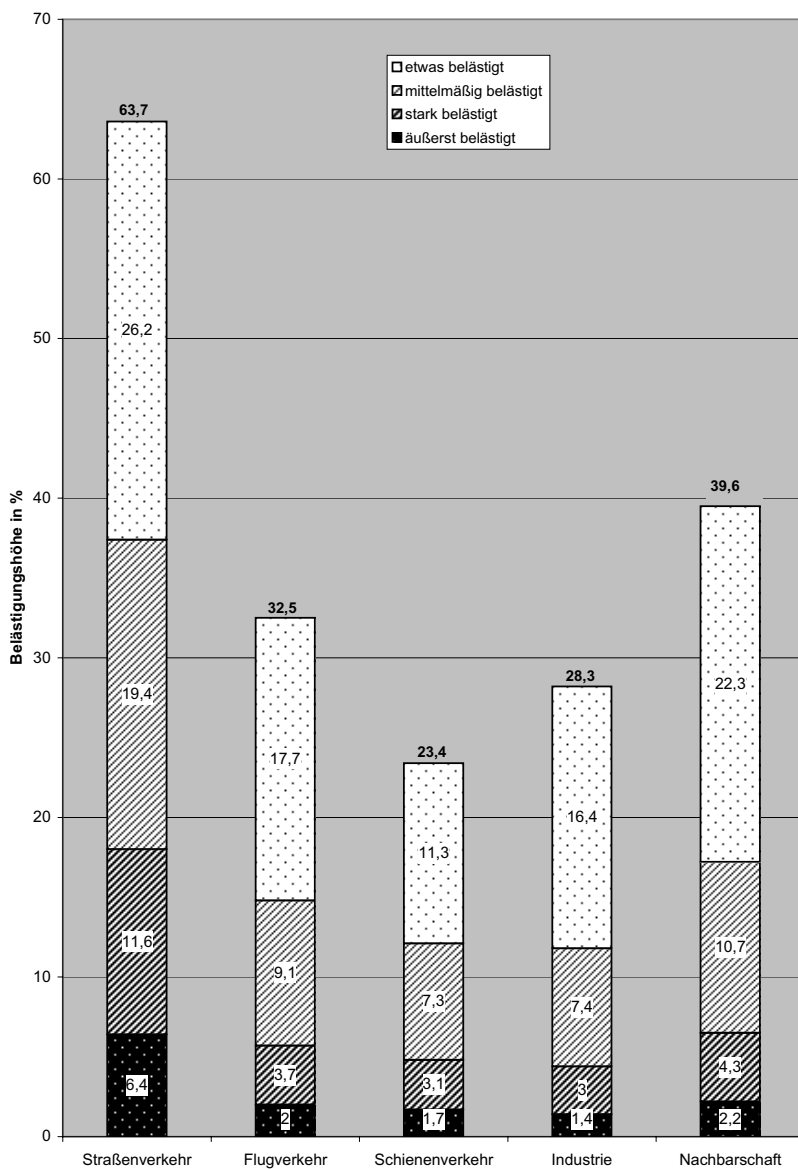


Abb. 1: Lärmbelastung der Bevölkerung in der Bundesrepublik Deutschland, getrennt nach einzelnen Lärmquellengruppen

2 Grundlagen für die Planung

2.1 Die physikalischen Begriffe Schall und Geräusch

Die Behandlung wichtiger und wissenschaftlicher Grundlagen über den Lärm als Umweltgefahr muss mit der Erklärung des physikalischen Oberbegriffes "Schall" beginnen:

Nach DIN 1320 Akustik, Grundbegriffe [48] handelt es sich bei Schall um mechanische Schwingungen und Wellen in einem elastischen Medium. Die dadurch hervorgerufenen Schallvorgänge können z. B. von der Membran eines Lautsprechers, den Stimmbändern im Kehlkopf, der Saite eines Musikinstrumentes oder dem Gehäuse einer Maschine verursacht werden. Dazu gehören auch Strömungen in Flüssigkeiten und Gasen, womit z. B. die Geräuschentwicklung des Abgasstrahls von Düsenflugzeugen und Raketen zusammenhängt.

In jedem Fall ist die Schallausbreitung an ein Übertragungsmedium gebunden. Im Zusammenhang mit dieser Schrift geht es um den sogenannten Luftschall.

Beinahe selbstverständlich wird im folgenden stets auch von Hörschall, also von Schall im engeren Sinne menschlicher Wahrnehmung ausgegangen. Damit ist nach DIN 1320 Schall im Frequenzbereich des menschlichen Hörens gemeint. Zu ergänzen ist, dass entsprechende Schallereignisse nur dann ein Hörereignis beim Menschen hervorrufen, wenn die Schallintensität oberhalb der Hörschwelle liegt. Bei Schallintensitäten oberhalb der Schmerzgrenze werden zusätzlich Schmerzempfindungen ausgelöst (vgl. 2.4.1).

Durch die Begriffe "Ton", "Klang", "Schallimpuls" und "Knall" werden bestimmte Schallsignale und ihr zeitlicher Verlauf beschrieben.

Bei einem Geräusch handelt es sich nach DIN 1320 um ein Schallsignal, das meistens ein nicht zweckgebundenes Schallereignis charakterisiert, z. B. Maschinen- und Fahrzeuggeräusche. Aus dieser Definition geht der zufällige, ungeordnete Charakter von Geräuschen hervor, denn es handelt sich um Tongemische, die sich aus sehr vielen Einzeltönen zusammensetzen.

Das Geräusch ist demnach ein akustisches Signal mit zahlreichen Teilfrequenzen, zwischen denen kein gesetzmäßiger Zusammenhang besteht, wie dies z. B. beim Klang der Fall ist.

Auch bei Geräuschen können infolge periodischer Vorgänge Einzeltöne hervortreten, welche dem durch ein breites Frequenzband gekennzeichneten Geräuschanteil überlagert sind. Solche Einzeltöne erhöhen die Störwirkung von Geräuschen erheblich und werden daher beim Messergebnis durch einen Tonzuschlag berücksichtigt (vgl. 2.4.3).

In der Abbildung 2 wird der Unterschied zwischen Ton und Klang einerseits und Geräusch andererseits veranschaulicht. Dazu tritt als viertes Beispiel noch das weiße Rauschen, das durch gleichmäßig dicht über den gesamten Hörbereich verteilte Frequenzanteile charakterisiert ist.

Rauschvorgänge kennt man aus der Natur vom Waldesrauschen und der Meeresbrandung.

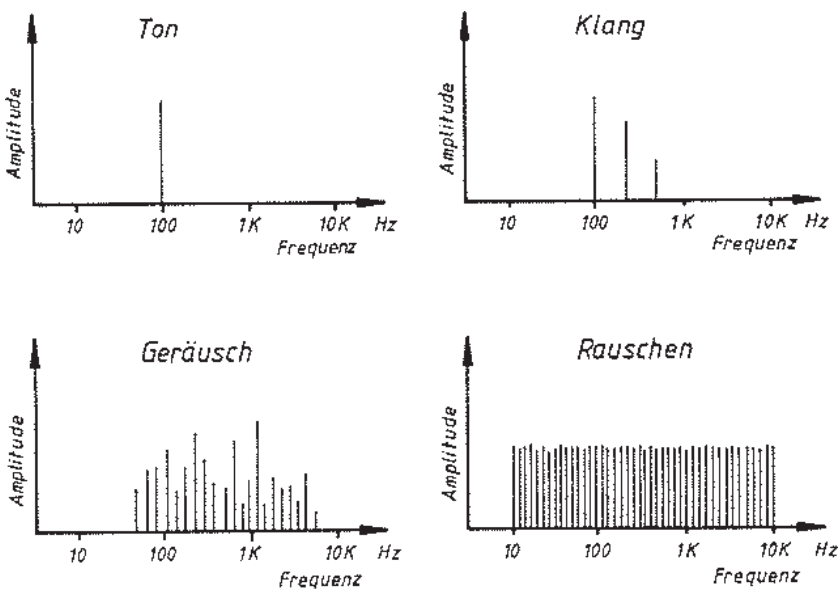


Abb. 2: Spektraldarstellung von einem Ton, Klang, Geräusch und von weißem Rauschen

2.2 Lärm, Schallemission und Schallimmission

Störender Schall bzw. störende Geräusche werden als Lärm bezeichnet. Der Begriff Lärm enthält somit eine negative Wertung physikalisch neutraler Begriffe. Nach DIN 1320 [48] handelt es sich um Hörschall, der die Stille oder eine gewollte Schallaufnahme stört oder auch zu Belästigungen oder Gesundheitsstörungen führt. Zu beachten ist, dass sich die beeinträchtigenden Wirkungen auf die betroffenen Personen in ihrer jeweils aktuellen Situation beziehen, womit der subjektive Charakter des Lärmbegriffes angesprochen ist.

In der Umweltschutz-Praxis hat es sich zur Vermeidung von Missverständnissen als notwendig erwiesen, situationsbedingt zu unterscheiden zwischen ausgesandtem und ankommendem Schall. Es besteht in der Tat ein wesentlicher Unterschied zwischen der Feststellung, dass beispielsweise eine Maschine zuviel Geräusch abgibt (emittiert), und der Feststellung, dass dieses Geräusch in der davon betroffenen Nachbarschaft als Umwelteinwirkung (Immission) festgesetzte Lärmgrenzwerte übersteigt.

Die Systematik der Unterscheidung von Emissionen und Immissionen ist durch das Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) [7] geregelt. Gemäß § 3 dieses Gesetzes gelten folgende Begriffsbestimmungen:

"(1) 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.

(2) Immissionen im Sinne dieses Gesetzes sind auf Menschen, Tiere und Pflanzen, den Boden, das Wasser, die Atmosphäre sowie Kultur- und sonstige Sachgüter einwirkende Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen, Licht, Wärme, Strahlen und ähnliche Umwelteinwirkungen.

(3) Emissionen im Sinne dieses Gesetzes sind die von einer Anlage ausgehenden Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen, Licht, Wärme, Strahlen und ähnliche Erscheinungen."

Überschreiten Immissionen ein gewisses hinzunehmendes Ausmaß, handelt es sich um schädliche Umwelteinwirkungen. Das Auftreten von Immissionen setzt entsprechende Emissionen voraus, im Zusammenhang mit dieser Schrift die von einer Schallquelle ausgehenden Schall- bzw. Geräuschemissionen. Der Begriff "Emission" bezeichnet auch den Vorgang der Abstrahlung von Schallwellen von einer Quelle und ihres Eintretens in die Umwelt.

Die Immission steht somit am Ende einer Kausalkette, deren Anfang durch die Emission bedingt ist. Das Bindeglied zwischen Emission und Immission ist die Transmission (Ausbreitung), die aufgrund der Abstandsverhältnisse und der örtlichen Gegebenheiten in der Regel für eine Abschwächung der Umwelteinwirkungen auf ihrem Ausbreitungsweg von der Emissionsquelle zum Einwirkungsort (Immissionspunkt) sorgt.

Die amtliche Verwendung der Begriffe "Emission" und "Immission" setzt voraus, dass sie im Zusammenhang mit menschlichen Handlungsweisen stehen und die entsprechenden Umwelteinwirkungen somit vom Menschen verursacht sind. Demzufolge kann es sich z. B. bei Vogelgezwitscher, Meeresrauschen und Heulen des Sturmes nicht um Lärm im Sinne des Bundes-Immissionsschutzgesetzes handeln. Dieser an sich leicht verständliche Sachverhalt führt in der Praxis der Schallmessung und Beurteilung von Beschwerdesituationen zu gewissen Problemen, da es manchmal streitig ist, wo die Natur aufhört und ein Verursacher (Emittent) ins Spiel kommt. Beispiele dafür sind Streitfälle wegen Tierhaltung (z. B. Hahnenschrei, Froschgequacke aus Gartenteichen), Geräusche fließender Gewässer (bei wasserbaulichen Maßnahmen) oder Windgeräusche (bei Hochhäusern und Freileitungen). Es ist deshalb notwendig, schon an dieser Stelle auf den in 2.3.1 erläuterten Anlagenbegriff des BImSchG zu verweisen.

Die Kausalkette Emission - Transmission - Immission hat für die Lärmbekämpfung große Bedeutung, denn jedes dieser drei Elemente kann Gegenstand von Lärminderungsmaßnahmen sein. Auch das dafür entwickelte umfangreiche technische Regelwerk lässt sich nach diesen drei Themenbereichen ordnen, was am Beispiel grundlegender technischer Richtlinien und Normen in der Abbildung 3 (nach Lärmfibel [70]) dargestellt wird. In dieser Abbildung sind dabei die wichtigsten techni-

schen Regeln berücksichtigt, die Hilfe zur Beschreibung und Lösung von Lärmproblemen bieten:

Zur Emission / Lärmquelle

DIN 45635	Geräuschmessung an Maschinen, [53]
VDI 2571	Schallabstrahlung von Industriebauten [62]
VDI 2570	Lärminderung in Betrieben; Allgemeine Grundlagen [61]
VDI 3720-1	Lärmarm konstruieren; Allgemeine Grundlagen [65]

Zur Schall-Ausbreitung

DIN ISO 9613-2	Akustik; Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien; Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren [50]
VDI 2720-1	Schallschutz durch Abschirmung im Freien [64]

Zur Immission / Lärmeinwirkung

DIN 45641	Mittelung von Schallpegeln [54]
DIN 45645-1	Ermittlung von Beurteilungspegeln aus Messungen; Teil 1: Geräuschimmissionen in der Nachbarschaft [58]
DIN 4109	Schallschutz im Hochbau; Anforderungen und Nachweise [49]
VDI 4100	Schallschutz von Wohnungen; Kriterien für Planung und Beurteilung [68]
VDI 2719	Schalldämmung von Fenstern und deren Zusatzeinrichtungen [63]
VDI 3745-1	Beurteilung von Schießgeräuschimmissionen [66]

Zum Gesamtzusammenhang Emission - Ausbreitung - Immission

DIN 18005-1	Schallschutz im Städtebau; Berechnungsverfahren [51] sowie bei Beschränkung auf bestimmte Lärmquellen:
-------------	--

TA Lärm	Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm [8]
16. BImSchV	Verkehrslärmschutzverordnung [12]
Schall 03	Richtlinie zur Berechnung der Schallimmissionen von Schienen-Wegen [31]
RLS-90	Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen [25]
18. BImSchV	Sportanlagenlärmschutzverordnung [13]
FluglärmG	Fluglärmgesetz [18]
Flughafen-Fluglärmleitlinie [22]	
Landeplatz-Fluglärmleitlinie [23].	

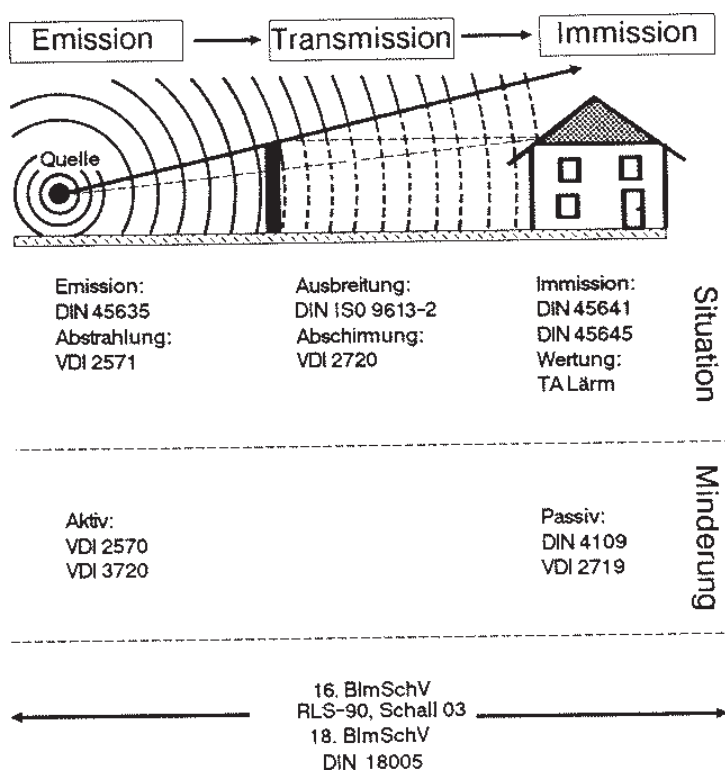


Abb. 3: Emission – Transmission – Immission

Soweit im Zusammenhang mit einer städtebaulichen Lärmfibel erforderlich, wird in den nachstehenden Kapiteln auf diese und andere Richtlinien und Vorschriften noch ausführlicher eingegangen, insbesondere auf die das Gesamtproblem behandelnde DIN 18005.

2.3 Allgemeine rechtliche Grundlagen

Dieser Abschnitt umfasst eine Zusammenstellung gesetzlicher Vorschriften und Regelungen, die für Fragen des Lärmschutzes in der städtebaulichen Planung und für die administrative Handhabung des Umweltproblems Lärm von grundlegender Bedeutung sind. In den folgenden Kapiteln 3, 4 und 5 werden diese rechtlichen Gesichtspunkte mit Bezug auf die Hauptlärmquellen entsprechend vertieft.

2.3.1 Immissionsschutzrecht

Die im vorstehenden Abschnitt behandelten Emissionen und Immissionen sind Begriffe des oben zitierten Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG), das u. a. auch für die Lärmbekämpfung eine zentrale Bedeutung hat; denn es verfolgt den Zweck, "... Menschen, Tiere und Pflanzen ... vor schädlichen Umwelteinwirkungen ... zu schützen und dem Entstehen schädlicher Umwelteinwirkungen vorzubeugen". In diesem Gesetz ist sowohl das wichtige Verursacherprinzip als auch das Vorsorgeprinzip verankert. Zudem hebt sich das BImSchG durch einen weiten Regelungsbereich hervor.

Es handelt sich um ein Bundesgesetz, dessen Ausführung den Bundesländern als eigene Angelegenheit obliegt. Die Immissionsschutzzuständigkeitsverordnung des Landes Brandenburg [38] regelt die Zuständigkeiten der verschiedenen Landesbehörden für die Durchführung des BImSchG. Dies betrifft vor allem die Genehmigung für die Errichtung und den Betrieb von Anlagen, deren Überwachung und die Zuständigkeit für die Ermittlung von Emissionen und Immissionen sowie für nachträgliche Anordnungen.

Solche Anordnungen ergeben sich z. B. im Zusammenhang mit Beschwerdefällen, wobei der Stand der Technik und Gesichtspunkte

der Verhältnismäßigkeit wichtige Beurteilungsmaßstäbe sind. Weitere wichtige Begriffe des BImSchG sind die schädliche Umwelteinwirkung (s.o.) sowie der Anlagenbegriff, wobei nach genehmigungsbedürftigen und nicht genehmigungsbedürftigen Anlagen zu unterscheiden ist.

In diesem Zusammenhang kommt der Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen (4. BImSchV) [9] mit dem Verzeichnis genehmigungsbedürftiger Anlagen in der Praxis große Bedeutung zu.

Gemäß § 3 Abs. 5 BImSchG sind Anlagen:

1. Betriebsstätten und sonstige ortsfeste Einrichtungen,
2. Maschinen, Geräte und sonstige ortsveränderliche technische Einrichtungen sowie Fahrzeuge, soweit sie nicht der Vorschrift des § 38 BImSchG unterliegen (d.h. soweit es sich nicht um Fahrzeuge handelt, die am öffentlichen Verkehr teilnehmen, wie z. B. Gabelstapler), und
3. Grundstücke, auf denen Stoffe gelagert oder abgelagert oder Arbeiten durchgeführt werden, die Emissionen verursachen können, ausgenommen öffentliche Verkehrswege.

Aus der Definition des Anlagenbegriffs geht hervor, dass sich dieser nicht allein auf gewerbliche Einrichtungen (Betriebsstätten) bezieht, sondern auch den privaten bzw. häuslichen Bereich sowie den Komplex Freizeit, Sport und Hobby mit umfasst.

Neben den bisher wiedergegebenen Definitionen sind für Fragen des Lärmschutzes im Einzelnen die folgenden Vorschriften des BImSchG hervorzuheben:

Die Vorschriften über Errichtung und Betrieb von Anlagen (§§ 4 bis 31a BImSchG), hier insbesondere die Betreiberpflichten nach § 5 und § 22 BImSchG,

die Vorschriften über Beschaffenheit von Anlagen, Stoffen, Erzeugnissen, Brennstoffen, Treibstoffen und Schmierstoffen (§§ 32 bis 37 BImSchG),

die Vorschriften über Beschaffenheit und Betrieb von Fahrzeugen, Bau und Änderung von Straßen- und Schienenwegen (§§ 38 bis 43 BImSchG),

die Vorschrift über Lärminderungspläne (§ 47a BImSchG),

die Vorschrift über Planung (§ 50 BImSchG).

Der in § 50 BImSchG normierte Planungsgrundsatz bindet sämtliche planenden Institutionen in Bund, Ländern und Gemeinden an ihre Pflicht zur Vorsorge: "Bei raumbedeutsamen Planungen und Maßnahmen sind die für eine bestimmte Nutzung vorgesehenen Flächen einander so zuzuordnen, dass schädliche Umwelteinwirkungen auf die ausschließlich oder überwiegend dem Wohnen dienenden Gebiete sowie auf sonstige schutzbedürftige Gebiete soweit wie möglich vermieden werden."

Mit dieser Vorschrift wird eine enge Beziehung zwischen dem Immissionsschutzrecht und der Bauleitplanung hergestellt, womit ein wichtiger kommunaler Aspekt des Lärmschutzes angesprochen ist. In Konkretisierung dieses "Optimierungsansatzes" aus § 50 BImSchG ist in Brandenburg die Abstandsleitlinie [43] herausgegeben worden. Kommunale Belange sind gleichermaßen durch die Vorschrift über Lärminderungspläne (§ 47a BImSchG) berührt, weil die Immissionsschutz-zuständigkeitsverordnung des Landes Brandenburg den Gemeinden die Zuständigkeit für die Aufstellung solcher Lärminderungspläne zuweist (vgl. 6.1). Hinsichtlich der Konkretisierung der Anforderungen zur Lärminderungsplanung gemäß § 47a BImSchG im Land Brandenburg wird auf den Gemeinsamen Runderlass des Ministeriums für Umwelt, Naturschutz und Raumordnung, des Ministeriums des Innern und des Ministeriums für Stadtentwicklung, Wohnen und Verkehr zur Durchführung des § 47a des Bundes-Immissionsschutzgesetzes - Aufstellung von Lärminderungsplänen [39] hingewiesen.

Technische Einzelheiten zur Durchführung des BImSchG sind in Rechtsverordnungen und Verwaltungsvorschriften geregelt. Speziell zum Lärmproblem bestehen bisher im Rahmen des BImSchG die folgenden Verordnungen bzw. Verwaltungsvorschriften:

- | | |
|-------------|---------------------------------------|
| 8. BImSchV | Rasenmäherlärm-Verordnung [10] |
| 15. BImSchV | Baumaschinenlärm-Verordnung [11] |
| 16. BImSchV | Verkehrslärmschutzverordnung [12] |
| 18. BImSchV | Sportanlagenlärmschutzverordnung [13] |
| 24. BImSchV | Schallschutzmaßnahmenverordnung [14] |
- Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum BImSchG - TA Lärm [8].

Aus den aufgeführten Vorschriften geht hervor, dass der umfangreiche Komplex des Baulärms im Geltungsbereich des BImSchG weiterentwickelt wurde. Dazu zählen auch die im Rahmen des früheren Gesetzes zum Schutz gegen Baulärm erlassenen Verwaltungsvorschriften, wobei das Baulärmschutzgesetz selbst durch § 72 Nr.2 BImSchG aufgehoben wurde. Hinzu kommen die Emissionsgrenzwerte für einzelne Baumaschinentypen nach den Vorgaben der Baumaschinen-Lärmverordnung (15. BImSchV). Baumaschinen sind eine spezielle Kategorie von im Freien betriebenen Maschinen, die auch in der EU-Richtlinie 2000/14/EG zur Geräuschemission von im Freien betriebenen Maschinen und Geräten [35] aufgeführt sind. In ihr werden für 63 Maschinenarten maximal zulässige Geräuschemissionen bei deren Inverkehrbringen vorgegeben.

Im Land Brandenburg gilt außer dem Bundes-Immissionsschutzgesetz das Landesimmissionsschutzgesetz (LImSchG) [37]. Sein Geltungsbereich erstreckt sich insbesondere auf den Umgang mit Anlagen und auf das Verhalten von Personen, soweit dadurch schädliche Umwelteinwirkungen verursacht werden können. Hinsichtlich des anlagenbezogenen Immissionsschutzes werden die bundesrechtlichen Regelungen ergänzt bzw. konkretisiert. Dies gilt zum einen für den Anlagenbegriff (§ 2 Abs. 3 Satz 2 LImSchG), aber auch hinsichtlich der materiellen Anforderungen. Speziell hingewiesen wird auf das Vorsorgeprinzip für nicht (immissionsschutzrechtlich) genehmigungsbedürftige Anlagen (§ 3 Abs. 5 LImSchG). Im übrigen enthält es Bestimmungen für Sportveranstaltungen mit Verbrennungsmotoren und für andere öffentliche Veranstaltungen (§ 3 Abs. 6 LImSchG). Ein Abschnitt ist dem Schutz der Ruhe gewidmet. In ihm wird u.a. die Nachtruhe, die Benutzung von Tongeräten und das Abbrennen von Feuerwerken geregelt. Besondere Beachtung verdient auch die Möglichkeit von Gemeinden, zur Vermeidung schädlicher Umwelteinwirkungen eigene ordnungsbehördliche Verordnungen zu erlassen (§ 5 LImSchG).

2.3.2 Baurecht

Im Baugesetzbuch (BauGB) [4] wird unter § 1 (Aufgabe, Begriff und Grundsätze der Bauleitplanung) gefordert, dass Flächennutzungspläne und Bebauungspläne dazu beitragen sollen, eine menschenwürdige Umwelt zu sichern und die natürlichen Lebensgrundlagen zu schützen und zu entwickeln. Dazu sind gemäß § 1 Abs.5 BauGB insbesondere auch die allgemeinen Anforderungen an gesunde Wohn- und Arbeitsverhältnisse sowie die Belange des Umweltschutzes zu berücksichtigen.

Im Rahmen der Bauleitplanung geht es insbesondere um folgende lärm-relevante Problemkreise:

- Bestandsbestätigung verträglicher Nutzungsmischungen und Zuordnung neuer miteinander verträglicher Nutzungen mit dem Ziel der Verkehrsvermeidung ("Gemeinde/Stadt der kurzen Wege"; Verdichtung der Ansiedlungen im Bereich von Haltestellen des öffentlichen Verkehrs),
- Erweiterung/Erhaltung/Schutz großflächig zusammenhängender Ruhegebiete,
- Standortbestimmung neuer Nutzungen nach Maßgabe der Lärmschutzbedürftigkeit bzw. Emissionsverhalten,
- Umsiedlung der Randbereiche emissionsintensiver Nutzungen aufgrund von Immissionskonflikten lärmschutzbedürftiger Nutzungen,
- Umwidmung lärmintensiver Nutzungen,
- Darstellung von Flächen mit Nutzungsbeschränkungen usw.

Allgemein gelten beim Lärmschutz in der Bauleitplanung folgende Empfehlungen:

- polyzentrale Stadt-/Gemeindestrukturen und verträgliche Nutzungsmischungen sollten zur Verkehrsvermeidung gefördert werden,
- Emissionsminderungen an der Quelle haben Vorrang vor Maßnahmen zum Immissionsschutz,
- neue Bauflächen/Gewerbeflächen möglichst nur mit Anschluss an den öffentlichen Verkehr bzw. die Schiene usw.

In § 9 (Inhalt des Bebauungsplanes) werden mit der Auflistung bebauungsplanmäßiger Festsetzungsmöglichkeiten für den Schallschutz bedeutsame Planungsmaßnahmen angesprochen.

Nach § 9 Abs.1 Nr. 24 können im Bebauungsplan festgesetzt werden "die von der Bebauung freizuhaltenden Schutzflächen und ihre Nutzung, die Flächen für besondere Anlagen und Vorkehrungen zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen im Sinne des Bundes-Immissionsschutzgesetzes sowie die zum Schutz vor solchen Einwirkungen oder zur Vermeidung oder Minderung solcher Einwirkungen zu treffenden baulichen und sonstigen technischen Vorkehrungen."

Nach § 9 Abs. 5 Nr.1 sollen im Bebauungsplan Flächen gekennzeichnet werden, bei deren Bebauung besondere bauliche Vorkehrungen gegen äußere Einwirkungen erforderlich sind.

Der Bebauungsplan enthält eine Umweltverträglichkeitsprüfung, wenn mit ihm Vorhaben nach Anlage 1 zum UVPG vorbereitet werden und die dort genannten Merkmale/Werte vorliegen oder nach vorgeschriebener Vorprüfung im Einzelfall erhebliche nachteilige Umweltauswirkungen haben können oder durch ihn eine Planfeststellung für Vorhaben nach Anlage 1 zum UVPG ersetzt wird. Gemäß § 17 UVPG [6] wird die Umweltverträglichkeitsprüfung im Aufstellungsverfahren des Bebauungsplanes nach den Vorschriften des Baugesetzbuches durchgeführt.

In der Anlage 1 zum UVPG sind insbesondere unter Nr. 18 bauplanungsrechtliche Vorhaben wie Feriendörfer, Hotels, Freizeitparks, Parkplätze, Einkaufszentren, Industriezonen oder Städtebauprojekte genannt. Aber auch für Vorhaben nach den anderen Nummern wird eine UVPG zum Bebauungsplan erforderlich, wenn sie mit ihm vorbereitet werden.

Bei baurechtlichen Entscheidungen über die Zulässigkeit von Vorhaben im Einzelfall spielt der Lärmschutz oft eine wichtige Rolle. Dies gilt insbesondere bei:

- Ausnahmen und Befreiungen von den Festsetzungen des Bebauungsplanes gemäß § 31 BauGB (Abs. 2: "... und wenn die Abweichung auch unter Würdigung nachbarlicher Interessen mit den öffentlichen Belangen vereinbar ist ..."),

- der Prüfung der Zulässigkeit von Vorhaben innerhalb der im Zusammenhang bebauten Ortsteile gemäß § 34 BauGB (Abs. 1: Wahrung der Anforderungen an gesunde Wohn- und Arbeitsverhältnisse bei der Prüfung des Sicheinfügens in die Eigenart der näheren Umgebung),
- dem Bauen im Außenbereich gemäß § 35 BauGB (Abs. 3, zweiter Spiegelstrich: Immissionsschutz als wichtiges Kriterium der Zulässigkeitsentscheidung).

Die Baunutzungsverordnung (BauNVO) [5] beinhaltet mit der in den §§ 2 bis 9 vorgenommenen Typisierung von Baugebietsarten zugleich eine der jeweiligen Zweckbestimmung des Gebiets entsprechende Immissionsschutz-Rangfolge. Diese betrifft sowohl die Emissionsträchtigkeit als auch die Immissionsempfindlichkeit der dort zulässigen Nutzungen. Die Gebietsbezeichnungen der BauNVO (z. B. Industriegebiet, Gewerbegebiet, Kerngebiet, Mischgebiet, Dorfgebiet, Allgemeines bzw. Reines Wohngebiet, Kleinsiedlungsgebiet) findet man deshalb auch im Zusammenhang mit der Festlegung von Immissions-Richtwerten im technischen Regelwerk der Lärmbekämpfung wieder (vgl. 2.5). Fragen des Lärmschutzes sind nicht nur im Zusammenhang mit der Planung gewerblicher Nutzungen (GI- und GE-Gebiete) von vorrangiger Bedeutung, sondern auch ein spezielles Problem bei der Festsetzung von "Sonstigen Sondergebieten" gemäß § 11 BauNVO.

In der Praxis bedeutsam ist die mit § 1 Abs. 4 BauNVO vorgesehene Möglichkeit, ein Baugebiet (z. B. ein Gewerbegebiet) nach der Art zulässiger Nutzungen sowie nach der Art der Betriebe und Anlagen und deren besonderer Bedürfnisse und Eigenschaften zu gliedern. Insbesondere kann auch ein immissionswirksamer flächenbezogener Schallleistungspegel nach dieser Vorschrift festgelegt werden.

Für Fragen des Lärmschutzes gleichfalls wichtig sind die Vorschriften des § 15 BauNVO über allgemeine Voraussetzungen für die Zulässigkeit baulicher und sonstiger Anlagen:

Diese sind u.a. auch dann unzulässig, wenn von ihnen Belästigungen oder Störungen ausgehen können, die nach der Eigenart des Baugebiets im Baugebiet selbst oder in dessen Umgebung unzumutbar sind, oder wenn sie solchen Belästigungen und Störungen ausgesetzt werden (Absatz 1).

Insbesondere kann auch ein immissionswirksamer flächenbezogener Schallleistungspegel nach dieser Vorschrift festgelegt werden (§1 Abs. 4).

Hingewiesen sei auch auf den Absatz 3, wonach die Zulässigkeit von Anlagen in den Baugebieten nicht allein nach den verfahrensrechtlichen Einordnungen des Bundes-Immissionsschutzgesetzes und der auf seiner Grundlage erlassenen Verordnungen zu beurteilen ist. Damit wird klargestellt, dass eine immissionsschutzrechtlich "genehmigungsbedürftige Anlage" nicht ausschließlich nur in einem Industriegebiet untergebracht werden darf.

Der Berücksichtigung des Immissionsschutzes im baurechtlichen Verfahren dient u.a. die Generalklausel des § 3 der Brandenburgischen Bauordnung (BbgBO) [36] mit den dort festgelegten "Allgemeinen Anforderungen": Danach sind bauliche Anlagen so anzuordnen, zu errichten und zu unterhalten, dass die öffentliche Sicherheit oder Ordnung, insbesondere Leben und Gesundheit nicht bedroht werden und sie ihrem Zweck entsprechend ohne Misstände benutzbar sind; dies gilt für den Abbruch baulicher Anlagen entsprechend.

Im Einzelnen sind die Vorschriften über den Betrieb einer Baustelle (§ 14 BbgBO) sowie über den Erschütterungs- und Schallschutz (§ 18 BbgBO) zu beachten. Mit den Vorschriften über haustechnische Anlagen (§§ 40 bis 47 BbgBO) soll u.a. die Weiterleitung von Schall in fremde Räume verhindert werden. Mit der Abkapselung der Wohnungen durch baulichen Schallschutz gegenüber einer verlärmten Umgebung gewinnen Gesichtspunkte des Innenlärms durch haustechnische Anlagen an Bedeutung. Die Anforderungen an die Luftschalldämmung von Außenbauteilen sind in DIN 4109 [49] ausgeführt.

2.3.3 Zivil-, Straf- und Ordnungswidrigkeitenrecht

Der zivilrechtliche Aspekt des Lärms ergibt sich aus den Bestimmungen des Bürgerlichen Gesetzbuches [1], speziell aus den nachstehend zitierten Paragraphen:

§ 906 (Einwirkungen vom Nachbargrundstück)

"Der Eigentümer eines Grundstücks kann die Zuführung von Gasen,

Dämpfen, Gerüchen, Rauch, Ruß, Wärme, Geräusch, Erschütterungen und ähnliche von einem anderen Grundstück ausgehende Einwirkungen insoweit nicht verbieten, als die Einwirkung die Benutzung seines Grundstücks nicht oder nur unwesentlich beeinträchtigt. Das Gleiche gilt insoweit, als eine wesentliche Beeinträchtigung durch eine ortsübliche Benutzung des anderen Grundstücks herbeigeführt wird und nicht durch Maßnahmen verhindert werden kann, die Benutzern dieser Art wirtschaftlich zumutbar sind. Hat der Eigentümer hiernach eine Einwirkung zu dulden, so kann er von dem Benutzer des anderen Grundstücks einen angemessenen Ausgleich in Geld verlangen, wenn die Einwirkung eine ortsübliche Benutzung seines Grundstücks oder dessen Ertrag über das zumutbare Maß hinaus beeinträchtigt. ..."

§ 1004 (Abwehranspruch)

"Wird das Eigentum in anderer Weise als durch Entziehung oder Vorenthaltung des Besitzes beeinträchtigt, so kann der Eigentümer von dem Störer die Beseitigung der Beeinträchtigung verlangen. Sind weitere Beeinträchtigungen zu besorgen, so kann der Eigentümer auf Unterlassung klagen. Der Anspruch ist ausgeschlossen, wenn der Eigentümer zur Duldung verpflichtet ist."

Verschiedene gerichtliche Entscheidungen über die Zumutbarkeit einwirkenden Verkehrslärms und seine gegebenenfalls enteignungsgleiche Wirkung haben die Vorschriften zum Verkehrslärmschutz wesentlich beeinflusst (vgl. 3.1).

Die Verursachung von Lärm kann von strafrechtlicher Bedeutung sein. Durch das 18. Strafrechtsänderungsgesetz wurde in das Strafgesetzbuch (StGB) [2] ein Abschnitt über Straftaten gegen die Umwelt eingefügt, wobei § 325, 325a (Luftverunreinigungen und Lärm) an die Stelle des § 63 (Straftaten) des Bundes-Immissionsschutzgesetzes getreten sind.

Nach § 325a Abs. 1 StGB wird mit Freiheitsstrafe bis zu 5 Jahren oder mit Geldstrafe bestraft, wer beim Betrieb einer Anlage, insbesondere einer Betriebsstätte oder einer Maschine, unter Verletzung verwaltungsrechtlicher Pflichten Lärm verursacht, der geeignet ist, außerhalb des zur Anlage gehörenden Bereichs die Gesundheit eines anderen zu schädigen. Ausgenommen von dieser Strafandrohung ist der Betrieb von Kraftfahrzeugen, Schienen-, Luft- oder Wasserfahrzeugen.

Bei verhaltensbedingtem Lärm ist der § 117 (Unzulässiger Lärm) des Gesetzes über Ordnungswidrigkeiten (OWiG) [3] anzuwenden. Dort heißt es:

"Ordnungswidrig handelt, wer ohne berechtigten Anlass in einem unzulässigen oder nach den Umständen vermeidbaren Ausmaß Lärm erregt, der geeignet ist, die Allgemeinheit oder die Nachbarschaft erheblich zu belästigen oder die Gesundheit eines anderen zu schädigen."

Entsprechende Verstöße werden mit Geldbußen geahndet.

Die Abgrenzung von anlagenbedingtem und verhaltensbedingtem Lärm ist für die administrative Behandlung von Abhilfemaßnahmen bedeutsam, da im einen Fall nach den Vorschriften des BImSchG bzw. LImSchG, im anderen Fall nach dem OWiG zu verfahren ist. Im Zusammenhang mit Lärmeinwirkungen durch Sport- und Freizeitanlagen, Gaststätten und Vergnügungseinrichtungen (u. a.) lassen sich rein technisch bedingte Betriebsgeräusche von den Lebensäußerungen und Aktivitäten ihrer Besucher kaum trennen (vgl. 5 u. 6.4). Im Bereich der städtebaulichen Planung sollten deshalb stets auch die verhaltensbedingten bzw. sozialen Gesichtspunkte im Zusammenhang mit geplanten Nutzungen berücksichtigt werden.

2.4 Schalltechnische Grundlagen

Die Anwendung technischer Richtlinien, Normen und amtlicher Vorschriften zum Lärmschutz erfordert gewisse Grundlagenkenntnisse, welche über das in 2.1 und 2.2 Ausgeführte hinausgehen. Zu behandeln sind insbesondere die Maßzahl für den Lärm, seine rechnerische und messtechnische Handhabung sowie seine Bewertung.

2.4.1 Lautstärkeskala

Wahrnehmungsbereich des Ohres

Das menschliche Ohr verfügt über einen Wahrnehmungsbereich für Schallschwingungen, deren Frequenz zwischen etwa 16 und 20 000 Hz

liegt. In der Abbildung 4 wird dieser zwischen sehr hohen und sehr tiefen Tönen liegende Frequenzbereich nach Sprache, Musik und sonstigen Geräuschen unterschieden.

Der Abbildung 4 ist weiter zu entnehmen, dass der Hörbereich auch in Bezug auf den Schalldruck eine untere Grenze, die sog. Hörschwelle, aufweist. Der Schalldruck (genauer Schallwechseldruck) entspricht den Druckschwankungen der Schallwellen und ist für die Lautstärkeempfindung maßgebend, denn je größer diese Druckschwankungen ausfallen, desto mehr Energie wird durch die Schallwellen übertragen. Oberhalb der Schmerzgrenze ist das Hörereignis mit Schmerzempfindungen verbunden.

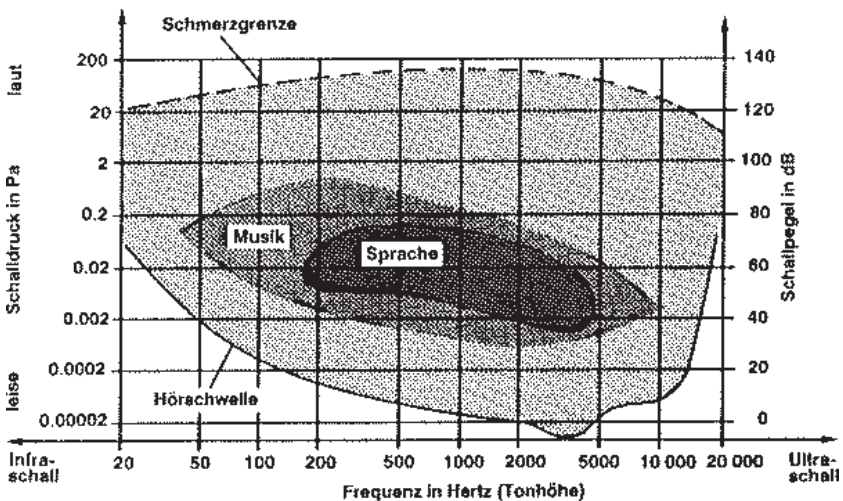


Abb. 4: Hörbereich des Menschen

Dezibel-Lautstärkeskala

Die Werte des in Abbildung 4 für den Hörbereich angegebenen Schalldrucks umfassen eine Skala, die zwischen $0,00002 \text{ Pa}$ und 200 Pa über insgesamt 7 Zehnerpotenzen reicht, was die erstaunliche Wahrnehmungsleistung des Sinnesorgans Ohr dokumentiert. Gleichzeitig wird deutlich, dass eine auf den absoluten Schalldruckwerten aufbauende lineare Lautstärkeskala wegen der großen Spanne der Zahlenwerte äußerst unzumutbar wäre.

Es wurde deshalb ein logarithmischer Maßstab für die Lautstärkeskala festgelegt, der zum einen zu zahlenmäßig überschaubaren Werten führt und zum anderen der nichtlinearen Lautstärkeempfindung besser entspricht. Die am rechten Rand der Abbildung 4 aufgetragene Skala beruht auf dem Schall(druck)pegel in Dezibel ($\text{dB} = 1/10 \text{ Bel}$). Der Hörschwelle ist (bei 2000 Hz) der Schalldruck $2 \cdot 10^{-5} \text{ Pa}$ zugeordnet, was in der dB-Lautstärkeskala dem Schallpegelwert 0 dB entspricht. Am oberen Ende der Skala liegt die Schmerzgrenze beim Schallpegelwert 140 dB , der Schalldruck beträgt dann 200 Pa . Bei Benutzung A-bewerteter Schallpegel liegt die Schmerzgrenze bei 120 dB(A) .

Das Dezibel und die Definition des Schalldruckpegels

Das nach dem amerikanischen Ingenieur Alexander Graham Bell (1847-1922) benannte Bel ist keine physikalische Einheit, sondern lediglich - wie der Begriff "Prozent" - ein Kenn- oder Hinweiswort. Es besagt, dass eine physikalische Größe (meist eine Leistung) als dekadischer Logarithmus des Verhältnisses eines Wertes dieser Größe zu einer festgelegten Bezugsgröße dargestellt wird. Das Ergebnis nennt man Pegel.

Da sich die Schallleistung proportional zum Quadrat des Schalldrucks verhält, bedeutet:

- 1 Bel = 10 dB : 10fache Leistung oder $\sqrt{10}$ facher Druck bzgl. 0 Bel.
- 2 Bel = 20 dB : 100fache Leistung oder 10facher Druck bzgl. 0 Bel.

Mit dieser Erklärung ergibt sich folgende Definition des Schalldruckpegels:

$$L_p = 10 \lg \frac{p^2}{p_0^2} (\text{dB}) = 20 \lg \frac{p}{p_0} (\text{dB})$$

Dabei bedeuten:

L_p = Schalldruckpegel
 p = Schalldruck (bei diesem Pegelwert)
 p_0 = Bezugsschalldruck
(normierte Hörschwelle = $2 \cdot 10^{-5}$ Pa)

Eigenschaften der Schallpegelskala

Der absolute Schalldruck steigt jeweils um das 10fache, wenn der Schallpegel um 20 dB zunimmt. Einem Schalldruckverhältnis 1:2 entspricht der Schallpegelunterschied 6 dB.

Die Schallleistung (in W) und die Schallintensität (W/m^2) verzehnfachen sich in Schritten von je 10 dB. Einem Leistungsverhältnis 1:2 entspricht der Schallpegelunterschied 3 dB.

Für Fragen des Schallschutzes bedeutsam ist der Sachverhalt, dass die Lautheitsempfindung des Menschen gleichfalls einer Potenzfunktion folgt, nach der eine um den Faktor 10 erhöhte Schallleistung bzw. eine Schallpegelzunahme um 10 dB als Verdoppelung der Lautheit empfunden wird. Dabei bezeichnet man als "Lautheit" die Größe der subjektiven Lautstärkebeurteilung (Angabe in sone).

A-Bewertung

Das menschliche Ohr empfindet Töne gleichen Schalldrucks je nach Frequenz (Tonhöhe) unterschiedlich laut. Dies kann man gleichfalls aus Abbildung 4 am frequenzabhängigen Verlauf der Hörschwelle ablesen. So werden hohe Töne vergleichsweise lauter empfunden als tiefe Töne. Um eine wahrnehmungsgetreue messtechnische Erfassung von Geräuschen zu ermöglichen, wird der Sachverhalt einer frequenzabhängigen

Lautstärkeempfindung in Schallpegelmessern dadurch berücksichtigt, dass die auftretenden Frequenzen des zu messenden Geräusches im Schallpegelmesser unter Anpassung an das menschliche Hörorgan mit Hilfe von Filtern verschieden stark gedämpft werden (vgl. 2.4.4).

Im vorliegenden Zusammenhang ist lediglich das international verbreitete

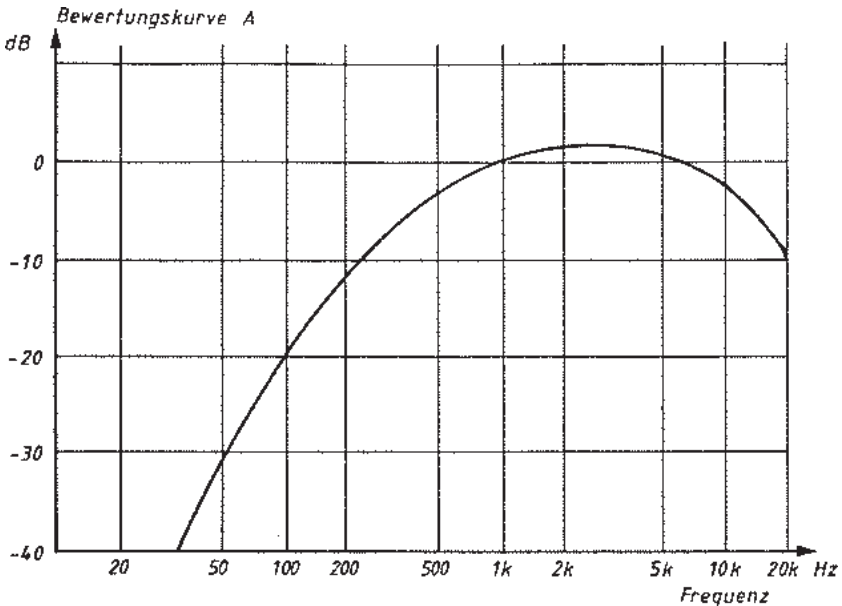


Abb. 5: A-Bewertungskurve

A-Filter bzw. die A-Bewertungskurve der Abbildung 5 bedeutsam. Im Folgenden soll deshalb auch nur vom A-bewerteten Schallpegel mit der Kennzeichnung dB(A) die Rede sein.

Auf entsprechend gemessene Geräusche bezieht sich die Darstellung der Abbildung 6 mit einer Übersicht der bei Alltagsgeräuschen am Ohr des Betroffenen auftretenden Schallpegel.

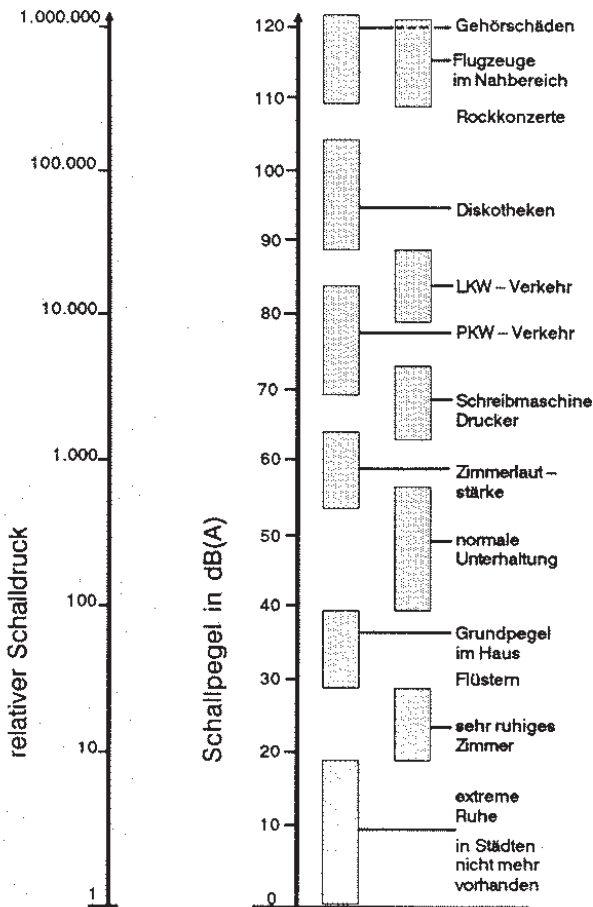


Abb. 6: Bereiche üblicher Geräusche

2.4.2 Rechenregeln

Schallpegeladdition

Bei der Einwirkung mehrerer Schallquellen ergibt sich eine Zunahme der Schallimmission. Schallpegelwerte dürfen jedoch nicht einfach arith-

metisch addiert werden. Demzufolge ist der Summenpegel L der drei einwirkenden Schallpegel

$$L_1 = 35 \text{ dB(A)}, \quad L_2 = 40 \text{ dB(A)}, \quad L_3 = 45 \text{ dB(A)}$$

keinesfalls 120 dB(A)!

Die drei Schallpegel müssen vielmehr nach folgender Gleichung energetisch addiert werden:

$$L = 10 \lg \sum_i 10^{0,1L_i}$$

Dazu muss für jeden der Summanden L_i zunächst der Ausdruck $10^{0,1L_i}$ gebildet werden.

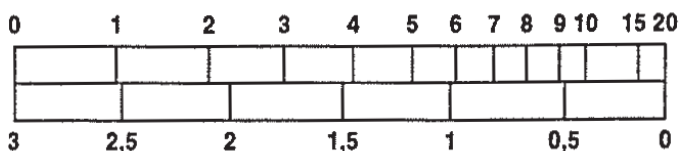
Auch der weitere Gang der Rechnung ist mit einem Taschenrechner, der über die Funktionen "10^x" und "log" verfügt, leicht auszuführen:

$$L = 10 \lg (10^{3,5} + 10^{4,0} + 10^{4,5}) \text{ dB(A)}$$

$$L = 46,5 \text{ dB(A)}$$

Die Pegeladdition lässt sich auch unter Zuhilfenahme der Abbildung 7 jeweils paarweise für zwei Schallpegelwerte ausführen, wobei man mit dem Additionslineal unter der Differenz der zu addierenden Schallpegel den Wert herausliest, um welchen der größere der beiden Schallpegel im Ergebnis zu erhöhen ist.

Schallpegelunterschied zwischen $L_{r,1}$ und $L_{r,2}$ in dB (A)



dB (A) zum größeren Pegel addieren

Abb. 7: Addition von Pegeln

Addiert man im obigen Beispiel lediglich die Summanden L_2 und L_3 erhält man:

$$40 \text{ dB(A)} + 45 \text{ dB(A)} = 46,2 \text{ dB(A)}$$

Man kommt zur Schlussfolgerung, dass der Summand $L_1 = 35 \text{ dB(A)}$ den Summenpegel praktisch nicht mehr beeinflusst und deshalb von vornherein hätte vernachlässigt werden können. Auch aus dem Additionslineal der Abbildung 7 kann man die folgende wichtige Regel ableiten: Unterscheiden sich zwei Schallpegel um mindestens 10 dB, leistet der jeweils niedrigere Pegel zum Summenpegel praktisch keinen Beitrag mehr. Es gilt demnach näherungsweise (mit und ohne Zusatz der A-Bewertung):

$$65 \text{ dB(A)} + 54 \text{ dB(A)} = 65 \text{ dB(A)}$$

$$43 \text{ dB(A)} + 44 \text{ dB(A)} + 58 \text{ dB(A)} = 58 \text{ dB(A)}$$

(denn $43 \text{ dB(A)} + 44 \text{ dB(A)}$ kann höchstens 47 dB(A) ergeben, was 11 dB unter 58 dB(A) liegt.)

Die Addition zweier gleicher Schallpegel führt zu einem um drei Dezibel höheren Summenpegel, was aufgrund der Definitionen in 2.4.1 einer Verdoppelung der Schallleistung entspricht. Somit gilt z. B.

$$55 \text{ dB(A)} + 55 \text{ dB(A)} = 58 \text{ dB(A)}.$$

Energetische Mittelwertbildung

Die Mittelwertbildung verläuft analog zur energetischen Schallpegeladdition, wobei jedoch nach der Addition der Glieder $10^{0,1L_i}$ durch deren Anzahl zu dividieren ist, und zwar vor dem Logarithmieren:

$$L_m = 10 \lg \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{0,1L_i}$$

Der Mittelungspegel L_m ergibt sich demnach im Beispiel:

$$L_1 = 35 \text{ dB(A)}, \quad L_2 = 40 \text{ dB(A)}, \quad L_3 = 45 \text{ dB(A)} \quad \text{zu}$$

$$L_m = 10 \lg (1/3 (10^{3,5} + 10^{4,0} + 10^{4,5}))$$

$$L_m = 42 \text{ dB(A)} \text{ (aufgerundet)}$$

Das Beispiel zeigt, dass in einer Reihe unterschiedlicher Schallpegel der energetische Mittelungspegel näher bei den höheren Werten liegt, als es bei einer arithmetischen Mittelwertbildung der Fall wäre.

Da es oft um die Mittelung zeitlich schwankender Geräusche geht, lässt sich die entsprechende Rechenregel dieser Fragestellung dadurch anpassen, dass man statt durch die Anzahl der Werte durch die Gesamt-Beobachtungszeit bzw. Messzeit T dividiert und jedes der Additions-glieder $10^{0,1L_i}$ mit der Einwirkungszeit t_i des Pegelwertes L_i während der Gesamt-Messzeit T multipliziert:

$$L_m = 10 \lg \frac{1}{T} \sum_i 10^{0,1L_i} t_i$$

Der Rechengang soll am Beispiel einer fiktiven Lärmmessung erläutert werden, welche über eine Messzeit $T = 16 \text{ h}$ in der Zeit von 06.00 Uhr bis 22.00 Uhr stattgefunden hat. Für die einzelnen Stunden ergaben sich dabei die folgenden energetischen Mittelwerte:

06.00 bis 08.00 Uhr : 60 dB(A)	$t_1 = 2 \text{ h}$
08.00 bis 10.00 Uhr : 45 dB(A)	$t_2 = 2 \text{ h}$
10.00 bis 18.00 Uhr : 35 dB(A)	$t_3 = 8 \text{ h}$
18.00 bis 22.00 Uhr : 45 dB(A)	$t_4 = 2 \text{ h}$
20.00 bis 22.00 Uhr : 55 dB(A)	$t_5 = 2 \text{ h}$

Welcher Mittelungspegel ergibt sich für die gesamte Zeit von 06.00 bis 22.00 Uhr ($T = 16 \text{ h}$) ?

$$L_m = 52 \text{ dB(A)} \text{ (abgerundet)}$$

Auch dieses Ergebnis belegt, dass es die hohen Pegelwerte sind (hier die sechs lautesten Stunden), die das Ergebnis des Mittelungspegels am meisten beeinflussen.

Wie aus den Regeln der energetischen Pegeladdition und Mittelung leicht abzuleiten ist, gilt im Übrigen:

- Eine Halbierung (Verdoppelung) der Einwirkungszeit eines Geräusches vermindert (erhöht) seinen Mittelungspegel um 3 dB.
- Eine Halbierung (Verdoppelung) der Schallleistung eines Geräusches vermindert (erhöht) seinen Mittelungspegel gleichfalls um 3 dB.

Pegelabnahme bei Schallausbreitung

Mit zunehmendem Abstand von einer Schallquelle nimmt der Schalldruckpegel ab. Die theoretische Beschreibung der Pegelabnahme geht bei einer als punktförmig angenommenen Schallquelle davon aus, dass sich die in alle Richtungen des Raumes abgestrahlten Schallwellen in der Form einer Kugelwelle ausbreiten. Damit verteilt sich die von der Schallquelle ausgehende Schallleistung mit zunehmendem Abstand auf eine immer größer werdende Kugeloberfläche. Aus dieser Überlegung ergibt sich für die Pegelabnahme ΔL bei Vergrößerung des Abstandes von r_1 auf r_2 die Beziehung

$$\Delta L = 20 \lg (r_2/r_1).$$

Im Falle einer Punktschallquelle nimmt deshalb der Schallpegel bei verlustloser Schallausbreitung bei jeder Abstandsverdoppelung um 6 dB ab.

Bei Linienschallquellen, die dadurch gekennzeichnet sind, dass sie im Vergleich zum jeweils betrachteten Abstand eine große Längenausdehnung haben und dabei gerade verlaufen, erfolgt die Schallabstrahlung in der Form einer zylinderförmigen Welle. In diesem Fall wird die Pegelminderung ΔL bei Vergrößerung des Abstandes von r_1 auf r_2 durch den Ausdruck

$$\Delta L = 10 \lg (r_2/r_1)$$

beschrieben. Dies besagt, dass bei einer linienförmigen Schallquelle (z. B. Straßen, Eisenbahnlinien, lange Rohrleitungen) bei verlustloser Ausbreitung der Schallpegel nur um 3 dB je Abstandsverdoppelung abnimmt.

In der Realität jedoch ergeben sich von diesen theoretischen Werten abweichende Pegelminderungen bei der Schallausbreitung, weil sowohl die schallabsorbierende Wirkung der Erdoberfläche als auch Wettereinflüsse (Wind und Lufttemperatur) zu berücksichtigen sind.

Zudem können viele Schallquellen bzgl. ihrer Schallabstrahlung nicht den Idealfällen einer Kugel- oder Zylinderwelle zugeordnet werden, weil sie eine gewisse Richtwirkung aufweisen. Der Einfluss der Erdoberfläche auf die Schallausbreitung ergibt sich aus den unterschiedlichen Formen von Bewuchs und Bebauung sowie durch schallabschirmende und schallreflektierende Strukturen auf dem Ausbreitungsweg der Schallwellen.

Der sehr komplexe Vorgang der Schallausbreitung im Freien ist Gegenstand der DIN ISO 9613-2 [50], während sich die VDI 2720-1 [64] mit dem speziellen Gesichtspunkt "Schallschutz durch Abschirmung im Freien" befasst. Denn wie bei Lichtwellen (jedoch wegen Schallbeugung nur weniger wirksam) lässt sich auch gegenüber Schallwellen durch Abschirmung mit schallundurchlässigen (schalldämmend konstruierten) Hindernissen ein gewisser Schallschatten erreichen.

Auf dieser Grundlage behandeln die Berechnungsvorschriften von DIN 18005-1 [51] und RLS-90 [25] (u. a.) sowohl die Pegelminderung durch Abstand als auch die sich zusätzlich durch abschirmende Hindernisse ergebende Schallpegelminderung. Der Komplex der Schallausbreitung ist somit der bestimmende Faktor für die Dimensionierung von Lärmschutzwällen oder -wänden.

2.4.3 Definition weiterer Begriffe

Äquivalenter Dauerschallpegel

Der im vorstehenden Abschnitt berechnete Mittelungspegel L_m wird aufgrund der notwendigerweise vorzunehmenden energetischen Mittelung auch als energieäquivalenter Mittelungspegel oder äquivalenter Dauerschallpegel bezeichnet. Die gebräuchlichen Formelzeichen sind L_m oder L_{eq} .

Dabei handelt es sich um einen A-bewerteten Schallpegel konstanter Amplitude, der im Beurteilungszeitraum die gleiche Schallenergie überträgt wie der Schallpegel mit schwankender Amplitude.

Das Mittelungsverfahren wird als Auswertungsgrundlage der Lärm-messungen angewandt. Wenn der Schwankungsbereich der Messwerte unter 10 dB bleibt, so liegt der Mittelungspegel um etwa 1/3 des Schwankungsbereiches unterhalb dessen oberer Grenze. Das exakte Verfahren zur Mittelung zeitlich schwankender Pegel ist Gegenstand der DIN 45641 [54].

Gemäß den in 2.4.4 zu erläuternden Betriebsarten von Lärmmessgeräten kann man bei der Angabe des Mittelungspegels noch zwischen verschiedenen Zeitbewertungen unterscheiden:

Zeitbewertung FAST: L_{AFm} , L_{AFTm}
Zeitbewertung SLOW: L_{ASm}
Zeitbewertung IMPULS: L_{AIm}

In Abbildung 8 wird die mit der Angabe von Mittelungspegeln verbundene Problematik aufgezeigt. So verursacht ein gleichmäßiger Verkehr mit 600 Pkw pro Stunde etwa denselben Mittelungspegel wie vier IC-Züge pro Stunde (mittlere Geschwindigkeit von 100 km/h). Daraus könnte man den Schluss ziehen, dass auf der Grundlage des Mittelungspegels für bestimmte Schallsituationen keine adäquate Beurteilung möglich ist. Dem ist entgegenzuhalten, dass sich dieses Verfahren in der Praxis insgesamt bewährt und als brauchbares Instrument der Administration erwiesen hat. Den Besonderheiten des Schienenverkehrs wird im Übrigen durch einen Schallpegelbonus von 5 dB Rechnung getragen, so dass sich auch hier durch die Anwendung des Mittelungspegels keine gravierenden Fehleinschätzungen ergeben (vgl. 3.1).

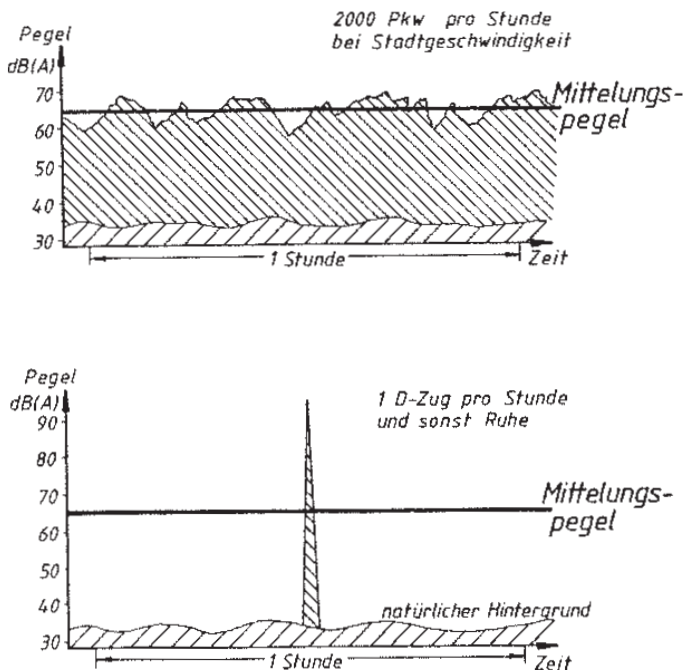


Abb. 8: Vergleich der Mittelungspegel durch Pkw und IC-Züge

Impulsbewerteter Mittelungspegel

Der impulsbewertete Mittelungspegel L_{Aim} weicht von dem streng physikalisch definierten Energiebegriff des äquivalenten Dauerschallpegels ab, da er impulsförmigen Schall (z. B. Schießlärm, Schlagwerke usw.) infolge einer sehr kurzen Anstiegskonstanten bei einer längeren Abfallzeit stärker bewertet.

Mittelungspegel nach dem Taktmaximalverfahren

Der mit diesem Verfahren gewonnene Mittelungspegel L_{AFTm} bewertet die Impulshaltigkeit von Geräuschen gleichfalls stärker, als es bei der

energieäquivalenten Mittelung der Fall ist. Der Effekt dieses Verfahrens besteht ähnlich wie beim Impulsschallpegelmesser darin, dass kurzzeitig auftretenden Pegelspitzen eine längere scheinbare Dauer zugeordnet wird. Dies erfolgt dadurch, dass die Pegelspitzen in einem gleichförmigen Zeittakt von 5 Sekunden abgefragt werden und somit den tatsächlichen Pegelverlauf als treppenförmiges Signal ersetzen.

Der Taktmaximalpegel fällt i. d. R. höher aus als der Mittelungspegel L_{Am} und nimmt mit der Impulshaltigkeit des Geräusches weiter zu. Ein zusätzlicher Impulszuschlag ist deshalb nicht anzubringen.

Überschreitungspegel

Die Angabe von Überschreitungspegeln beruht auf der Häufigkeitsverteilung gemessener Schallpegel, mit deren Hilfe die wesentliche Struktur einer vorgefundenen Lärmsituation detaillierter zu beschreiben ist als durch die bloße Angabe des Mittelungspegels.

Der L_{95} ist der Schallpegel, der in 95 % der Messzeit erreicht oder überschritten wird. Man bezeichnet ihn als Hintergrundgeräuschpegel. Er wird zur Prüfung auf ständig vorherrschende Fremdgeräusche benutzt (s. A.3.3.1 TA Lärm [8]).

Der L_1 ist der Schallpegel, der nur in 1 % der Messzeit erreicht oder überschritten wird und deshalb als mittlerer Maximalpegel aufzufassen ist.

Beurteilungspegel

Der Beurteilungspegel L_r einer gemessenen oder berechneten Situation dient dem Vergleich mit den Immissionswerten (Grenz-, Richt-, Orientierungs- und Anhaltswerte). Wie auch der Mittelungspegel bezieht er sich auf abgegrenzte Zeiträume, z. B. eine achtstündige Arbeitsschicht, die Tageszeit von 06 Uhr bis 22 Uhr (16 Stunden) oder die Nachtzeit von 22 Uhr bis 06 Uhr (8 Stunden bzw. lauteste Stunde).

Im Gegensatz zum Mittelungspegel kann man den Beurteilungspegel nicht direkt durch Messungen ermitteln. Er kommt nämlich durch be-

wertende Pegelzuschläge (auch Abschläge) zustande, welche messtechnisch nicht abzuleiten sind, sondern gemäß den in den verschiedenen Regelwerken getroffenen Vereinbarungen angebracht werden. Pegelzuschläge ergeben sich so beispielsweise für die größere Lärmlästigkeit während festgelegter Ruhezeiten, für die Ton- und Impulshaltigkeit von Geräuschen und durch die meteorologische Korrektur.

Beim Straßenverkehrslärm kennt man einen die erhöhte Störwirkung nahe gelegener ampelgeregelter Kreuzungen berücksichtigenden Pegelzuschlag, der sich auf der Grundlage vergleichender Messungen allerdings nicht zwingend ergeben würde. Umgekehrt führt die geringere subjektive Störwirkung des Schienenverkehrs zu einem Pegelabschlag (sog. Schienenbonus).

2.4.4 Lärmmessungen

2.4.4.1 Bedeutung von Lärmmessungen

Obwohl Verkehrsgeräusche heute nur noch berechnet werden (vgl. 3), sind Geräuschmessungen auch in Zukunft noch sehr wichtig und in einzelnen Vorschriften auch vorgeschrieben. Die Tabelle 1 gibt einen Überblick, wie beim derzeitigen Stand der Vorschriften und Richtlinien die Geräuschbelastung zu erfassen ist.

Messungen zur Bestimmung der Geräuschbelastungen dienen u.a. der Beurteilung von Geräuschen im Einzelfall (z. B. bei Beschwerden), der Erfassung der Geräuschemission bei Schallquellen (z. B. Rasenmäher, Baumaschinen (nach DIN 45635 [53])) sowie der Beurteilung von Geräuschminderungsmaßnahmen (z. B. Einbau von Schallschutzfenstern).

Ferner ist es erforderlich, bei komplexen Geräuschstrukturen, die rechnerisch nicht fassbar sind, Messungen vorzunehmen. Messungen sind ebenfalls immer dann erforderlich, wenn es sich um tonhaltige Geräusche handelt.

Lärmquelle	Verfahren	Regelwerk
Straßenverkehr	Rechnung	16. BImSchV [12], RLS-90[25], DIN 18005-1[51]
Schienenverkehr	Rechnung	16. BImSchV, Schall 03 [31], Akustik 04 [32]
Flugverkehr	Rechnung	AzB nach dem Fluglärmsgesetz [19], [20] Flughafen-Fluglärmeitlinie [22] Landeplatz-Fluglärmeitlinie [23]
Flugverkehr	Messung	DIN 45643-2 [56] (Messung und Beurteilung von Flugzeuggeräuschen)
Flugverkehr	Messung	DIN 45643-3 [57] (Messung und Beurteilung von Flugzeuggeräuschen)
Gewerbe	Messung	TA Lärm [8]
Gewerbe	Rechnung	DIN ISO 9613-2 [50], VDI 2571 [62]
Baustellen	Messung	AVV Baulärm, Geräuschimmissionen [24]
Freizeitaktivitäten	Messung	Freizeitlärm-Richtlinie in [41]
Sportstätten	Messung	18. BImSchV [13]
Wasserverkehr	Rechnung Messung	DIN 18005-1 DIN 45642 [55]

Tab. 1: Übersicht über die nach Regelwerken erforderliche Art der Geräuscherhebung bei verschiedenen Geräuschquellen

Personen bzw. Institutionen durchgeführt werden. Anerkannte Messstellen gemäß § 26 BImSchG [7] werden entsprechend den Richtlinien für die Bekanntgabe und Zulassung von sachverständigen Stellen im Bereich des Immissionsschutzes [40] vom Landesumweltamt Brandenburg bekanntgegeben. Sie müssen über entsprechend geschultes Personal sowie über die erforderliche technische Ausstattung verfügen.

2.4.4.2 Durchführung von Messungen

Da auch Witterungseinflüsse Geräuschmessungen beeinflussen können, müssen diese Einflüsse bei der Messplanung berücksichtigt werden. Um vor Störgeräuschen durch Windeinfluss sicher zu sein, muss auf das Mikrofon ein Windschirm aus porösem Schaum aufgesetzt werden. Ferner ist zu beachten, dass bei verschiedenen Windrichtungen und Windstärken sehr unterschiedliche Messergebnisse auftreten können. Dies gilt ebenfalls bei gewissen Temperaturschichtungen (Inversionen), bei denen Schall durch Reflexion über weite Strecken wahrnehmbar wird. Bei Schnee oder gefrorenem Boden ist der Absorptionseffekt des Untergrundes z. T. sehr stark verändert, auch verändern sich durch Regen die Rollgeräusche von Autos.

Bei der Messung von Geräuschen sind vorrangig die in den entsprechenden Vorschriften festgelegten Anforderungen einzuhalten. Insbesondere den nachstehenden Gesichtspunkten kommt dabei große Bedeutung zu:

- | | |
|------------------|--|
| Messgrößen: | Werden bestimmt durch die Frequenz- und Zeitbewertung am Messgerät (z. B. A und F) |
| Messgerät: | Bestimmt die Genauigkeit der Messung (Anforderung der Norm) |
| Messort: | Festlegung der Mikrofonaufstellung nach Fragestellung und Umgebungssituation (Ort, Messhöhe, Ausrichtung) |
| Messdauer: | Wird bestimmt durch die Aufgabenstellung und die Geräuschsituation. Die Messdauer muss ausreichen, um zu repräsentativen Ergebnissen zu führen. Ferner ist bei den Messungen sicherzustellen, dass keine Fremdgeräusche das Messergebnis beeinflussen. |
| Geräuschzustand: | Die Geräuschquelle muss den entsprechenden Betriebszustand aufweisen. |

Auswerteverfahren: Ergibt die aus den Einzelmessungen gewonnene Gesamtbewertung z. B. unter Berücksichtigung von Zuschlägen (Messzeit, Tonhaltigkeit etc.).

2.4.4.3 Messgeräte und ihre Betriebsarten

Schallpegelmesser sind Geräte, die den Schall aufnehmen und weiterverarbeiten. Dabei werden häufig Geräte verwendet, die auf den Schall ähnlich wie das menschliche Ohr reagieren. Im Prinzip ist der Aufbau aller Schallpegelmesser gleich (Abbildung 9). Jedes System hat als Empfänger ein Mikrofon, dem verarbeitende Einheiten folgen, sowie eine Ausgabeeinheit.

Im Mikrofon werden die ankommenden Schallwellen in elektrische Signale umgewandelt. Üblicherweise werden hierzu genau arbeitende Kondensatormikrofone eingesetzt. Da das Messsignal des Mikrofons sehr klein ist, wird es vor einer weiteren Verarbeitung verstärkt (Vorverstärker).

Auch schon einfache Geräte sind mit Filtern ausgestattet, die es erlauben, gehörrichtig zu messen. Da das Ohr in verschiedenen Schalldruckbereichen unterschiedlich reagiert (vgl. Abb. 4) wurden entsprechende Filter (A), (B), (C) und (D) entwickelt, die diesem Umstand Rechnung tragen. In der Praxis wird am häufigsten die A-Filterung (A-Bewertung) verwendet, die international normiert ist.

Nach einer weiteren Verstärkung des Signals erfolgt eine Quadrierung des Schalldrucks, was dazu führt, dass das Ergebnis der Schallenergie bzw. -leistung entspricht. Danach erfolgt eine zeitbewertete Mittelung, die dem Schallsignal angepasst ist (Zeitbewertung). Übliche in Geräten eingebaute Zeitbewertungen sind "Fast", "Slow", "Impuls" und "Peak".

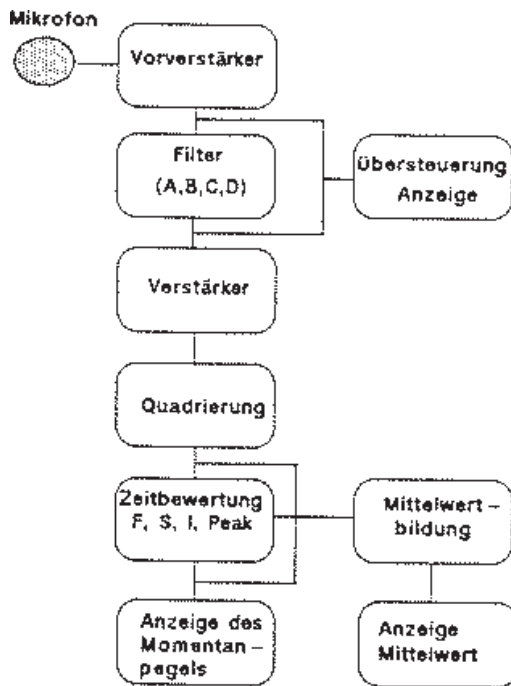


Abb. 9: Blockschaltbild eines Schallpegelmessers

Damit ist es möglich, die Messungen der Eigenart des Schalls anzupassen. Bei Verkehrsgeräuschen wird meist die Einstellung "Fast" verwendet. Das aktuelle Messergebnis wird in digitaler oder analoger Weise am Messgerät angezeigt (Anzeige des Momentanpegels). Wie schon gezeigt wurde (2.4.2), ist zur Bewertung von Schallsignalen üblicherweise ein energetischer Mittelungspegel zu bilden (Mittelwertbildung). Auch dieser Pegel (L_{eq}) kann am Messgerät angezeigt werden.

Für amtliche Messungen müssen Geräte der DIN EN 60651 [59] bzw. DIN EN 60804 [60] entsprechen und eine Zulassung der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt haben. Ferner sind diese Geräte regelmäßig nachzueichen (mit Erteilung eines Eichzertifikats). Es handelt sich dann um sog. Präzisionsschallpegelmesser. Aber auch diese müssen zur Erlangung genauer Messergebnisse mit einem tragbaren akustischen

Kalibrator (z. B. Pistonphon) bei jeder Messung überprüft und gegebenenfalls justiert werden.

Die im Handel erhältlichen Schallpegelmesser lassen sich in drei verschiedene Klassen einteilen:

Klasse I: Messungen mit hohen Anforderungen an die Messgenauigkeit (z. B. Prüfung auf Richtwertüberschreitungen)

Klasse II: Messungen mit geringerer Anforderung an die Genauigkeit (z. B. Messungen deutlich unter Richtwerten)

Klasse III: geringe Messgenauigkeit, geeignet für Übersichts- und Vormessungen

Die Auswahl der Messgeräte sollte dem jeweiligen Anwendungszweck angepasst sein. Wichtige Punkte, die es bei der Beschaffung zu beachten gilt, sind u.a.: Pegeluntergrenze, Pegelbereichsumfang, Mittelwertbildung, Pausentaste zur Ausblendung von Fremdgeräuschen bei der Messung, Stabilität und Feuchtebeständigkeit sowie evtl. Eichfähigkeit.

2.5 Übersicht zur Beurteilung des Lärms nach Immissionswerten

Die nachstehende Tabelle 2 gibt eine Übersicht, die die Systematik der Lärmbeurteilung nach Immissionswerten am Beispiel wichtiger Gebiete des Lärmschutzes erläutert:

Das Arbeitsgebiet des Immissionsschutzes (bzw. anlagenbezogenen Nachbarschaftsschutzes) wird in Tabelle 2 durch die TA Lärm [8] repräsentiert, in der Immissionsrichtwerte festgelegt sind. Beim Bau und der wesentlichen Änderung von Verkehrswegen gelten die in der 16. BImSchV [12] aufgestellten Immissionsgrenzwerte, während im Bereich der städtebaulichen Planung von den schalltechnischen Orientierungswerten in DIN 18005-1 Beiblatt 1 [52] ausgegangen wird.

Auf die genannten Vorschriften wird in 3, 4 und 5 noch ausführlich eingegangen, wobei in 5 auch die in der Tabelle 2 nicht berücksichtigten Immissionswerte der 18. BImSchV [13] sowie des Entwurfs von VDI 3770 [67] wiedergegeben werden.

Die 18. BImSchV geht bezüglich der Beurteilung nach Immissionswerten von der gesonderten Berücksichtigung definierter Ruhezeiten bzw. von Zeitblöcken aus. Um die Übersichtlichkeit zu erhalten, wurde sie nicht in die Tabelle 2 aufgenommen. Den dort berücksichtigten häufig verwendeten Vorschriften indessen ist gemeinsam, dass eine Beurteilung für den Tag und für die Nacht vorgenommen wird, wobei tagsüber der Zeitraum von 06.00 bis 22.00 Uhr und nachts der Zeitraum von 22.00 bis 06.00 Uhr bzw. die lauteste Stunde zugrunde liegt.

Die angegebenen Immissionswerte beziehen sich sämtlich auf einen Vergleich mit ermittelten Beurteilungspegeln.

Die schalltechnischen Orientierungswerte in DIN 18005-1 Beiblatt 1 [52] können bezüglich verschiedener Arten städtebaulich relevanter Schallquellen angewandt werden. Die entsprechenden Beurteilungspegel von Verkehrs-, Industrie-, Gewerbe- und Freizeitlärm sollen wegen der unterschiedlichen Einstellung der Betroffenen zu diesen Geräuschquellen jeweils für sich allein mit den Orientierungswerten verglichen und nicht addiert werden.

Die in Klammern angegebenen niedrigeren Nachtwerte gelten für Industrie-, Gewerbe- und Freizeitlärm sowie für Geräusche von vergleichbaren öffentlichen Betrieben. Die Orientierungswerte sollten bereits auf den Rand der betroffenen Bauflächen der jeweiligen Gebietstypen bezogen werden.

Gebietsbezeichnungen	TA Lärm		DIN 18005 Teil 1 Beiblatt 1 Orientierungswerte In Klammern: Gilt für Industrie-, Gewerbe- und Freizeitlärm		16. BImSchV	
	Immissionsricht werte				Immissionsgren zwerte	
					Tag dB(A)	Nacht dB(A)
Industriegebiete (GI)	70	70	keine Angaben	keine Angaben	keine Angaben	keine Angaben
Gewerbegebiete (GE)	65	50	65	55(50)	69	59
Kerngebiete (MK)	60	45			60	50(45)
Dorfgebiete (MD)						
Mischgebiete (MI)						
Besondere Wohngebiete (WB)	keine Angaben	keine Angaben	60	45(40)	keine Angaben	keine Angaben
Kleinsiedlungsgebiete (WS)	55	40	55	45(40)	59	49
Allgemeine Wohngebiete (WA)						
Campingplatzgebiete	keine Angaben	keine Angaben	50	40(35)	keine Angaben	keine Angaben
Reine Wohngebiete (WR)	50	35			59	49
Wochenendhausgebiete	keine Angaben	keine Angaben	45	35	keine Angaben	keine Angaben
Ferienhausgebiete					keine Angaben	keine Angaben
Kurgebiete	45	35	keine Angaben	keine Angaben	57	47
Pflegeanstalten						
Krankenhäuser						
Altenheime	keine Angaben	keine Angaben	55	55	keine Angaben	keine Angaben
Kurheime						
Schulen						
Friedhöfe	keine Angaben	keine Angaben	45...65	35...65	keine Angaben	keine Angaben
Kleingartenanlagen						
Parkanlagen						
Schutzbedürftige Sondergebiete (S) je nach Nutzungsart						

Tab. 2: Übersicht über wichtige Richt-, Grenz- und Orientierungswerte

Die Zuordnung von Gebietstypen zu entsprechenden Schutzkategorien gemäß DIN 18005-1 Beiblatt 1 [52] unterscheidet sich in folgenden Punkten von den anderen Vorschriften:

Die DIN 18005 gibt keine schalltechnischen Orientierungswerte für Industriegebiete an;

Kerngebiete (MK) werden nicht den gemischt genutzten Gebieten, sondern Gewerbegebieten gleichgestellt;

Die DIN 18005 berücksichtigt zusätzlich besondere Wohngebiete (WB) sowie Friedhöfe, Kleingarten- und Parkanlagen.

Auf einem deutlich höheren Niveau bewegen sich gemäß ihrer Zweckbestimmung die Immissionsgrenzwerte der 16. BImSchV [12], die beispielsweise nachts für ein reines Wohngebiet einen um 14 dB höheren Immissionswert festlegt als die anlagenbezogene TA Lärm [8].

3 Verkehrslärm

3.1 Straßen- und Schienenverkehrslärm

Rückblickend auf die 10 Jahre nach der Wiedervereinigung Deutschlands kann auch für das Land Brandenburg der seit Jahrzehnten andauernde bundesdeutsche Trend zum ständig wachsenden Verkehrsaufkommen festgestellt werden.

Der Motorisierungsgrad hat sich innerhalb weniger Jahre angeglichen. So hatte das Land Brandenburg Anfang 2001 mit seinen nur 2,6 Mio. Einwohnern einen Fahrzeugbestand von ca. 1,6 Mio. Kraftfahrzeugen. Davon entfielen ca. 1,368 Mio. auf Personenkraftwagen. Dies entspricht einem Motorisierungsgrad von 527 Pkw pro 1000 Einwohner. Demgegenüber waren es 1990 nur 321 Pkw pro 1000 Einwohner.

Im motorisierten Individualverkehr ist die Fahrleistung zwischen 1992 und 1998 um ca. 30 % angewachsen, was neben der Erhöhung der mittleren Fahrweite auch auf die Zunahme der Teilnehmerzahl am motorisierten Verkehr zurückzuführen ist. Besonders wirkten sich hierbei der Berufs- und Freizeitverkehr sowie die veränderte Struktur der Verkaufseinrichtungen bezüglich Lage und Sortiment aus. Dramatisch ist das überproportionale Anwachsen des Verkehrsaufkommens im engeren Verflechtungsraum um Berlin, wo stellenweise mehr als eine Verdoppelung bei den Verkehrsbelastungen zu beobachten ist.

Trotz der technischen Entwicklungen an den Fahrzeugen und der Fahrbahn verbleibt der Verkehr durch das rasant anwachsende Verkehrsaufkommen als Hauptlärmquelle. So fühlen sich nach neuesten Untersuchungen ca. 64 % der Einwohner der Bundesrepublik durch Straßenverkehrslärm belästigt. Bei rund 15 % besteht nach Angaben des Umweltbundesamtes sogar das Risiko einer Gesundheitsgefährdung. Deshalb ist es ein dringendes Gebot, dieser Entwicklung entgegenzuwirken. Neben innovativen technischen Entwicklungen und planerischen Ansätzen zur Verkehrsvermeidung und -verlagerung wird die Verringerung der Lärmbelastung nur dann zählbare Erfolge aufweisen, wenn es gelingt, die Lärmverursacher erkennen zu lassen, dass sie ihre eigenen verhaltensbezogenen Lärminderungspotentiale bei

weitem noch nicht ausgeschöpft haben, es sich aber unbedingt lohnt, dies zu tun.

Auch im Bereich der Eisenbahn nimmt der Lärm eine nicht zu unterschätzende Rolle ein. Trotz erheblichen Rückgangs des Transportaufkommens auf der Schiene auch in Brandenburg ist hiervon mancherorts auf den Lärm bezogen keine positive Veränderung festzustellen.

Die Eisenbahnindustrie entwickelt und prüft Maßnahmen, die in ihrer Anwendung zur Reduzierung des Lärms sowohl an der Infrastruktur als auch an den Fahrzeugen beitragen. Hierfür gewährt der Bund der Deutschen Bahn AG seit 1999 jährlich einen dreistelligen Millionenbetrag. Damit konnte die Ungleichbehandlung in Sachen Lärmsanierung zwischen bestehenden Straßen und Schienenwegen beseitigt werden. Für erstere waren auf Grund haushaltsrechtlicher Regelungen des Bundes seit langem Lärmschutzmaßnahmen an bestehenden Bundesfernstraßen möglich. Obgleich auch hier kein rechtlicher Anspruch auf Einhaltung von Immissionsgrenzwerten bestand. Die derzeitige Rechtslage bietet an bestehenden Schienenwegen keine Möglichkeit, bei hohen Lärmimmissionen Lärmschutzmaßnahmen einzufordern.

3.1.1 Gesetzliche Grundlagen

Aktiver Schallschutz gründet sich u. a. auf Regelungen für die Beschaffenheit und den Betrieb von Kraftfahrzeugen, die sich fast ausschließlich nach dem Straßenverkehrsgesetz (StVG) [15] unter Beachtung von § 38 BImSchG [7] richten. Das StVG ermächtigt auch zum Erlass von Rechtsverordnungen und allgemeinen Verwaltungsvorschriften. So regeln § 30 Abs. 1 der Straßenverkehrsordnung (StVO) [33] und § 49 der Straßenverkehrszulassungsordnung (StVZO) [34] in Übereinstimmung mit § 38 BImSchG, dass Kraftfahrzeuge so beschaffen sein müssen, dass ihre Geräuscentwicklung das nach dem Stand der Technik unvermeidbare Maß nicht überschreitet.

Auf der Grundlage von § 6 StVG verlangt bzw. ermöglicht die Straßenverkehrsordnung u. a. das Verbot unnötigen Lärms bei der Kraftfahrzeugbenutzung, die Beschränkung der Abgabe von Schallzeichen sowie Verkehrsbeschränkungen, die die Straßenverkehrsbehörden zum Schutz

der Wohnbevölkerung vor Lärm und Abgasen besonders anordnen können (z. B. in Kurorten oder in der Nähe von Krankenhäusern). Darüber hinaus können die Straßenverkehrsbehörden im Einvernehmen mit der Gemeinde auch die notwendigen Anordnungen zum Schutz der Bevölkerung vor Lärm und Abgasen oder zur Unterstützung einer geordneten städtebaulichen Entwicklung treffen (§ 45 StVO). In diesem Bereich bestehen noch erhebliche Möglichkeiten.

Außer dem wichtigen Planungsgrundsatz in § 50 BImSchG sind die den Lärmschutz betreffenden Anforderungen im vierten Teil des BImSchG zu beachten:

§ 38 (Beschaffenheit und Betrieb von Fahrzeugen) regelt, dass Kraftfahrzeuge so beschaffen sein müssen, dass vermeidbare Emissionen verhindert und unvermeidbare Emissionen auf ein Mindestmaß beschränkt bleiben.

Gemäß § 41 (Straßen und Schienenwege) ist beim Bau oder der wesentlichen Änderung öffentlicher Straßen sowie von Eisen- und Straßenbahnen sicherzustellen, dass keine schädlichen Umwelteinwirkungen durch Verkehrsräusche hervorgerufen werden können, die nach dem Stand der Technik vermeidbar wären. Dies gilt nicht, wenn der Schutz nur mit unverhältnismäßig hohen Kosten erreichbar wäre. Der Schutz ist beispielsweise mit Lärmschutzwällen und -wänden und durch Schleifen der Schienenlaufflächen möglich.

§ 42 regelt die Entschädigung für Schallschutzmaßnahmen an baulichen Anlagen (passiver Schallschutz).

§ 43 ermächtigt die Bundesregierung, durch Rechtsverordnungen zur Durchführung der §§ 41 und 42 Immissionsgrenzwerte, die zum Schutz der Nachbarschaft vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Geräusche beim Neubau und der wesentlichen Änderung von öffentlichen Straßen und Schienenwegen nicht überschritten werden dürfen, zu bestimmen sowie das Verfahren zur Ermittlung der Immissionen zu regeln. Eine entsprechende Verkehrslärmschutzverordnung (16. BImSchV) [12] wurde im Juni 1990 erlassen. Diese Verordnung tritt an die Stelle einer zwischenzeitlich nicht mehr weiter verfolgten Absicht, diesen Problembereich in einem eigenen Verkehrslärmschutzgesetz zu regeln.

Mit der 16. BImSchV trifft das BImSchG Regelungen bzgl. der Lärmimmissionen im Zusammenhang mit dem Straßen- und Schienenwegebau.

Geschützt ist im Übrigen nicht nur der Innenwohnbereich, sondern auch der Außenwohnbereich (wie Balkone, Terrassen), der wegen seiner Bestimmung zu Wohnzwecken gleichermaßen schutzwürdig ist.

§ 43 BImSchG ermächtigt die Bundesregierung auch zum Erlass einer Rechtsverordnung über bestimmte technische Anforderungen an den Bau von Straßen und Schienenwegen zur Vermeidung schädlicher Umwelteinwirkungen durch Geräusche und über Art und Umfang der zum Schutz vor diesen Umwelteinwirkungen notwendigen Schallschutzmaßnahmen an baulichen Anlagen.

Die Notwendigkeit von Lärmschutzmaßnahmen beim Bau oder der wesentlichen Änderung von Bundesfernstraßen in der Baulast des Bundes ergibt sich auch aus den Anforderungen des § 17 des Bundesfernstraßengesetzes [16] im Rahmen des dort vorgeschriebenen Planfeststellungsverfahrens.

Für bestehende Bundesstraßen sind Grenzwerte für Maßnahmen der Lärmsanierung in den Richtlinien für den Verkehrslärmschutz an Bundesfernstraßen in der Baulast des Bundes (VLärmSchR 97) [26] festgelegt.

Straßenplanungen im Rahmen der Bauleitplanung unterliegen den Anforderungen des § 1 Abs. 5 BauGB [4], wonach u. a. die Belange des Umweltschutzes, d. h. auch des Schallschutzes, zu berücksichtigen sind. Flächen, bei deren Bebauung besondere bauliche Vorkehrungen gegen äußere Einwirkungen, in diesem Zusammenhang Lärm, erforderlich sind, sollen im Bebauungsplan gemäß § 9 Abs. 5 Ziffer 1 des Baugesetzbuches gekennzeichnet werden. Eine solche Kennzeichnung steht am Ende von schalltechnischen Untersuchungen, die mit dem Ziel vorzunehmen sind, vorrangig aktiven Schallschutz zu bewerkstelligen.

Ebenfalls von Bedeutung ist in diesem Zusammenhang das Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG) [6]. Zweck des Gesetzes ist

u. a., bei nachstehend genannten Vorhaben zur wirksamen Umweltvorsorge nach einheitlichen Grundsätzen eine Umweltverträglichkeitsprüfung durchzuführen. Sie umfasst die Ermittlung, Beschreibung und Bewertung der Auswirkung eines Vorhabens auf die Umwelt. Im Zusammenhang mit dem Straßen- und Schienenverkehrslärm nennt das UVPG bei bestimmten Voraussetzungen:

- Bau und Änderung einer Bundesautobahn, einer sonstigen Bundesstraße
- Bau und Änderung von Anlagen einer Eisenbahn
- Bau und Änderung einer Strecke für Straßenbahnen, Stadtschnellbahnen, U-Bahnen und Hängeseilbahnen sowie dazugehöriger Betriebsanlagen.

3.1.2 Berechnungs- und Beurteilungsgrundlagen

Die Berechnungs- und Beurteilungsgrundlagen für die Erfüllung der gesetzlichen Anforderungen an den Lärmschutz sind in den Gesetzeswerken bzw. in darin genannten DIN-Normen bzw. Richtlinien geregelt. Im Bereich Straßen- und Schienenverkehrslärm sind dies:

- DIN 18005-1 Schallschutz im Städtebau, Berechnungsverfahren [51]
- Verkehrslärmschutzverordnung (16. BImSchV) [12]
- Richtlinien für den Verkehrslärmschutz an Bundesfernstraßen in der Baulast des Bundes (VLärmSchR 97) [26]
- Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen (RLS-90) [25]
- Richtlinie zur Berechnung der Schallimmissionen von Schienenwegen (Schall 03) [31]

Die 16. BImSchV und die VLärmSchR 97 beziehen sich auf das Berechnungsverfahren der RLS-90 bzw. der Schall 03, während die DIN 18005-1 noch auf einem älteren Berechnungsverfahren beruht. Da deswegen davon auszugehen ist, dass die DIN 18005 in Zukunft an die

RLS-90 angepasst wird, werden die grundlegenden Zusammenhänge der Lärmberechnung in 3.1.2.4 (RLS-90) behandelt und nicht in 3.1.2.1 (DIN 18005-1).

3.1.2.1 DIN 18005-1 Schallschutz im Städtebau; Berechnungsverfahren

Die DIN 18005-1 [51] enthält vereinfachte Verfahren zur Schallimmissionsberechnung bzw. -ermittlung aus Diagrammen für die städtebauliche Planung. Sie kann damit zur Erfüllung von § 5 BauGB [4] und § 50 BImSchG [7] angewendet werden. Diese Verfahren sind nicht für die Anwendung bei Genehmigungsverfahren für einzelne Objekte gedacht.

Die in der Norm angegebenen Berechnungsverfahren wurden für den Anwendungsbereich der Bauleitplanung vereinfacht. Dabei wird unterschieden zwischen der allgemeingültigen Berechnungsart, die auf einer Zerlegung auch komplexer Lärmquellen in punktförmige Schallquellen beruht, und dem vereinfachten Fall der langen geraden Straße mit einschränkenden Anwendungskriterien. Dazu gibt es in der DIN 18005-1 zahlreiche erläuternde Beispiele.

Für genauere Verfahren wird u. a. auf die Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen verwiesen. Die berechneten Pegel gelten für leichten Wind von der Quelle zum Immissionsort und ggf. für Temperaturinversion. In anderen Fällen ist zum Teil mit deutlich niedrigeren Werten, dagegen nur selten mit geringfügigen Überschreitungen der so berechneten Werte zu rechnen. Solange keine Bebauung oder Nutzung festgelegt ist, wird der Immissionsort für die Berechnung in 4 m über der Geländehöhe angenommen. Bei Häusern muss die Berechnung auch auf die höchsten Geschosse ausgedehnt werden.

In die Ermittlung des Beurteilungspegels, der mit den schalltechnischen Orientierungswerten (s. Tab. 3) verglichen wird, gehen die Durchschnittliche Tägliche Verkehrsstärke (DTV), der Lkw-Anteil, die Geschwindigkeit, Einflüsse der Straßenoberfläche und darüber hinaus der Abstand zwischen Schallquelle und Immissionsort sowie Zuschläge für die erhöhte Störwirkung von lichtzeichengeregelten Kreuzungen und Einmün-

dungen (bis zu 3 dB) und von Steigungen ein. Abschirmungen (Wall, Wand, Häuserzeile) und Reflexionen werden ebenso berücksichtigt wie die abschirmende Wirkung von Gehölz und offener Bebauung.

Die DIN 18005-1 enthält auch Verfahren zur Berechnung von Parkplatzlärm, abhängig von der Parkplatzfläche und der mittleren Anzahl von Fahrzeugbewegungen je Stunde.

Bei dem vom Schienenverkehr ausgehenden Lärm werden Art, Anzahl und Länge, Geschwindigkeit und Bremsbauart der Züge berücksichtigt. Zu beachten ist, dass bei Schienenverkehr auf besonderem, unabhängigem Bahnkörper außerhalb von Bahnhöfen bei der Berechnung des Beurteilungspegels ein Abschlag von 5 dB zu berücksichtigen ist. Dadurch wird der im Vergleich zum Straßenverkehrslärm geringeren Lästigkeit des Schienenverkehrslärms Rechnung getragen (vgl. § 43 BImSchG).

DIN 18005-1 Beiblatt 1 [52] enthält schalltechnische Orientierungswerte für die städtebauliche Planung. Die nach der Norm berechneten, auf ganze dB gerundeten Beurteilungspegel sind mit diesen Orientierungswerten zu vergleichen. Für die Beurteilung ist tags der Zeitraum von 06.00 Uhr bis 22.00 Uhr und nachts der von 22.00 Uhr bis 06.00 Uhr zugrunde zu legen. Die Orientierungswerte sind in Tabelle 3 aufgeführt.

Es handelt sich nicht um Grenzwerte. Sie sind als sachverständige Konkretisierung der Anforderung an den Schallschutz im Städtebau aufzufassen. Ihre Einhaltung oder Unterschreitung ist anzustreben. Die Orientierungswerte gelten für die städtebauliche Planung, nicht dagegen für die Zulassung von Einzelvorhaben. Bei zwei angegebenen Nachtwerten soll der niedrigere für Industrie-, Gewerbe- und Freizeitlärm sowie für Geräusche von vergleichbaren öffentlichen Betrieben gelten. Die Orientierungswerte sollen bereits auf den Rand der Bauflächen bezogen werden.

Nutzungen	Tag	Nacht
Reine Wohngebiete (WR) Wochenendhausgebiete, Ferienhausgebiete	50	40/35
allg. Wohngebiete (WA) Kleinsiedlungsgebiete (WS) Campingplatzgebiete	55	45/40
Friedhöfe, Kleingarten- u. Parkanlagen	55	55
Besondere Wohngebiete (WB)	60	45/40
Dorfgebiete (MD), Mischgebiete (MI)	60	50/45
Kerngebiete (MK), Gewerbegebiete (GE)	65	55/50
sonst. Sondergebiete, soweit sie schutzbedürftig sind, je nach Nutzungsart	45 - 65	35 - 65

Tab. 3: Schalltechnische Orientierungswerte nach DIN 18005 (Werte in dB(A))

Der Schallschutz ist als ein wichtiger Planungsgrundsatz neben anderen Belangen zu verstehen. Die in der städtebaulichen Planung erforderliche Abwägung der Belange kann in bestimmten Fällen bei Überwiegen anderer Belange - insbesondere in bebauten Gebieten - zu einer entsprechenden Zurückstellung des Schallschutzes führen. In diesen Fällen sollte möglichst ein Ausgleich durch andere geeignete Maßnahmen (z. B. Grundrissgestaltung, baulicher Schallschutz) vorgesehen und planungsrechtlich abgesichert werden.

3.1.2.2 Verkehrslärmschutzverordnung (16. BImSchV)

Die 16. BImSchV [12] gilt für den Bau oder die wesentliche Änderung von öffentlichen Straßen sowie von Schienenwegen. Eine Änderung ist wesentlich, wenn eine Straße um einen oder mehrere durchgehende Fahrstreifen für den Kraftfahrzeugverkehr erweitert wird (analog bei Schienenwegen) oder wenn durch einen erheblichen baulichen Eingriff der Beurteilungspegel des von dem zu ändernden Verkehrsweg ausgehenden Verkehrslärms um mindestens 3 dB(A) oder auf mindestens 70 dB(A) am Tage oder mindestens 60 dB(A) in der Nacht erhöht wird. Eine Änderung ist auch wesentlich, wenn der bereits von dem zu ändernden Verkehrsweg ausgehende Verkehrslärm von mindestens 70 dB(A) tags oder 60 dB(A) nachts durch einen erheblichen baulichen Eingriff erhöht wird (dies gilt nicht für Gewerbegebiete).

Veränderte Ampelschaltungen oder kleinere Baumaßnahmen, z. B. das Anlegen einer Verkehrsinsel, stellen in diesem Sinn keine erheblichen baulichen Eingriffe dar.

Den Berechnungen des Beurteilungspegels liegen die RLS-90 [25] für Straßen bzw. die Schall 03 [31] für Schienenwege zugrunde. Für großflächige Schienenverkehrsanlagen, auf denen in erheblichem Umfang Güterzüge gebildet oder zerlegt werden, wird auf spezielle Rechenverfahren der Deutschen Bundesbahn (Akustik 04 [32]) verwiesen.

Die 16. BImSchV setzt zum Schutz der Nachbarschaft vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Verkehrsräusche die in Tabelle 4 aufgeführten Immissionsgrenzwerte fest. Bei deren Überschreitung besteht ein Anspruch auf Lärmschutzmaßnahmen. Dabei kommen vorrangig aktive Schutzmaßnahmen in Betracht, z. B. Lärmschutzwände und -wälle. Ist dies nicht möglich oder stehen "...die Kosten der Schutzmaßnahmen außer Verhältnis zu dem angestrebten Schutzzweck ..." (§ 41 Abs. 2 BImSchG [7]), müssen passive Lärmschutzmaßnahmen (z. B. Schallschutzfenster) an den betroffenen Gebäuden durchgeführt werden. Art und Umfang der notwendigen Schallschutzmaßnahmen für schutzbedürftige Räume in baulichen Anlagen legt die Verkehrswege-Schallschutzmaßnahmenverordnung - 24. BImSchV - fest.

Nutzungen	Tag	Nacht
Krankenhäuser, Schulen, Kur- u. Altenheime	57	47
reine u. allg. Wohngebiete Kleinsiedlungsgebiete	59	49
Kerngebiete, Dorfgebiete, Mischgebiete	64	54
Gewerbegebiete	69	59

Tab. 4: Immissionsgrenzwerte der 16. BImSchV, Werte in dB(A)

Wird die zu schützende Nutzung nur tags bzw. nur nachts ausgeübt, ist nur der für die jeweilige Zeit geltende Grenzwert anzuwenden.

Beim Schienenverkehr ist zu beachten, dass der für Besonderheiten des Schienenverkehrs in der Berechnung vorgesehene Abschlag von 5 dB nicht für Schienenwege gilt, auf denen in erheblichem Umfang Güterzüge zusammengestellt oder aufgelöst werden.

3.1.2.3 Richtlinien für den Verkehrslärmschutz an Bundesfernstraßen in der Baulast des Bundes (VLärmSchR 97)

Mit Runderlass [45] hat das Ministerium für Stadtentwicklung, Wohnen und Verkehr von Brandenburg die Richtlinien für den Verkehrslärmschutz an Bundesfernstraßen in der Baulast des Bundes, mit Ausnahme der Regelungen für die Lärmsanierung, für Landesstraßen verbindlich gemacht und für Kreis- und Kommunalstraßen zur Anwendung empfohlen. Danach kommen an Straßen in der Baulast des Bundes Maßnahmen der Lärmsanierung in Betracht, wenn die nach RLS-90 [25] berechneten Mittelungspegel einen der folgenden Immissionsgrenzwerte übersteigen (vgl. Tabelle 5).

Nutzungen	Tag	Nacht
Krankenhäuser, Schulen, Kur- u. Altenheime, Wohn- u. Kleinsiedlungsgebiete	70	60
Kern-, Dorf- und Mischgebiete	72	62
Gewerbegebiete	75	65

Tab. 5: Grenzwerte für Lärmsanierung an Straßen in der Baulast des Bundes Werte in dB(A)

Lärmschutz an bestehenden Straßen (Lärmsanierung) wird als freiwillige Leistung auf der Grundlage haushaltsrechtlicher Regelungen gewährt. Er kann im Rahmen der vorhandenen Mittel durchgeführt werden.

3.1.2.4 Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen (RLS-90)

Die RLS-90 sind durch das Allgemeine Rundschreiben Straßenbau Nr. 8/1990 des Bundesministers für Verkehr [27] im Einvernehmen mit den obersten Straßenbaubehörden der Länder eingeführt worden, in Brandenburg durch Runderlass des Ministeriums für Stadtentwicklung, Wohnen und Verkehr [44]. Sie wurden ergänzt durch das Allgemeine Rundschreiben Straßenbau Nr. 14/1991 des Bundesministers für Verkehr [28].

Die Richtlinien befassen sich mit Lärmschutzmaßnahmen und mit Berechnungsverfahren zur quantitativen Darstellung der Lärmbelastung. Die Ergebnisse können auch aus Diagrammen abgelesen werden.

Mit den Richtlinien soll eine einheitliche Verfahrensweise erreicht werden. Sie sollen es dem Anwender ermöglichen, Aussagen zur Berücksichtigung und Abwägung der Lärmschutzbelange bei Straßenplanungen zu machen, den Nachweis der Erforderlichkeit von Lärmschutzmaßnahmen zu führen, wirtschaftliche und wirkungsvolle Lösungen für den Lärmschutz zu entwickeln und Lärmschutzmaßnahmen zu bemessen und zu optimieren. Auf Kapitel 4 der RLS-90 (Berechnung des Beurteilungspegels) wird in der 16. BImSchV [12] Bezug ge-

nommen. Es gilt im Zusammenhang mit der Lärmvorsorge als Rechtsvorschrift.

Der Beurteilungspegel von Straßen wird in den RLS-90 aus der Verkehrsstärke, dem Lkw-Anteil, der zulässigen Höchstgeschwindigkeit, der Art der Straßenoberfläche und der Steigung bestimmt. Ein Lärmzuschlag für Straßensteigung erfolgt bei Gradienten oberhalb von 5 %.

Die Schallquelle wird in 0,5 m Höhe über der Fahrbahn angenommen. Der Lärmpegel ist grundsätzlich zu berechnen und nicht zu messen, da Messungen Momentaufnahmen darstellen und abhängig vom momentanen Kraftfahrzeugverkehr zu Zufallsergebnissen führen können.

Die Abbildung 10 zeigt die Abhängigkeit des Mittelungspegels von der Verkehrsstärke und dem Lkw-Anteil in 25 m Abstand von der Straße bei freier Schallausbreitung für 100 km/h Höchstgeschwindigkeit. Der mittlere Abstand zwischen Grundlinie und Verbindungslinie Schallquelle - Immissionsort beträgt hier 2,5 m.

Abbildung 11 gibt die für unterschiedliche zulässige Höchstgeschwindigkeiten in Abhängigkeit vom Lkw-Anteil anzubringenden Pegelkorrekturen an.

Außerdem werden der Abstand zwischen Immissionsort und Schallquelle, die Dämpfung durch Boden und meteorologische Gegebenheiten sowie Reflexionen und Abschirmungen berücksichtigt.

Um unerwünschte Schallreflexionen von Lärmschutzwänden und anderen reflektierenden Flächen ermitteln zu können, wird von einem Schallpegelverlust des reflektierten Schalles von nur 1 dB (bei glatten Gebäudefassaden und reflektierenden Lärmschutzwänden) und von 8 dB (bei hochabsorbierenden Lärmschutzwänden) ausgegangen.

Abbildung 12 vermittelt die Abhängigkeit des Lärmpegels (Pegeländerung) vom Abstand zwischen Immissionsort und Schallquelle.

An lichtzeichengeregelten Kreuzungen und Einmündungen wird ein Zuschlag bis zu 3 dB für die zusätzliche Störwirkung durch Anfahren und Bremsen einbezogen.

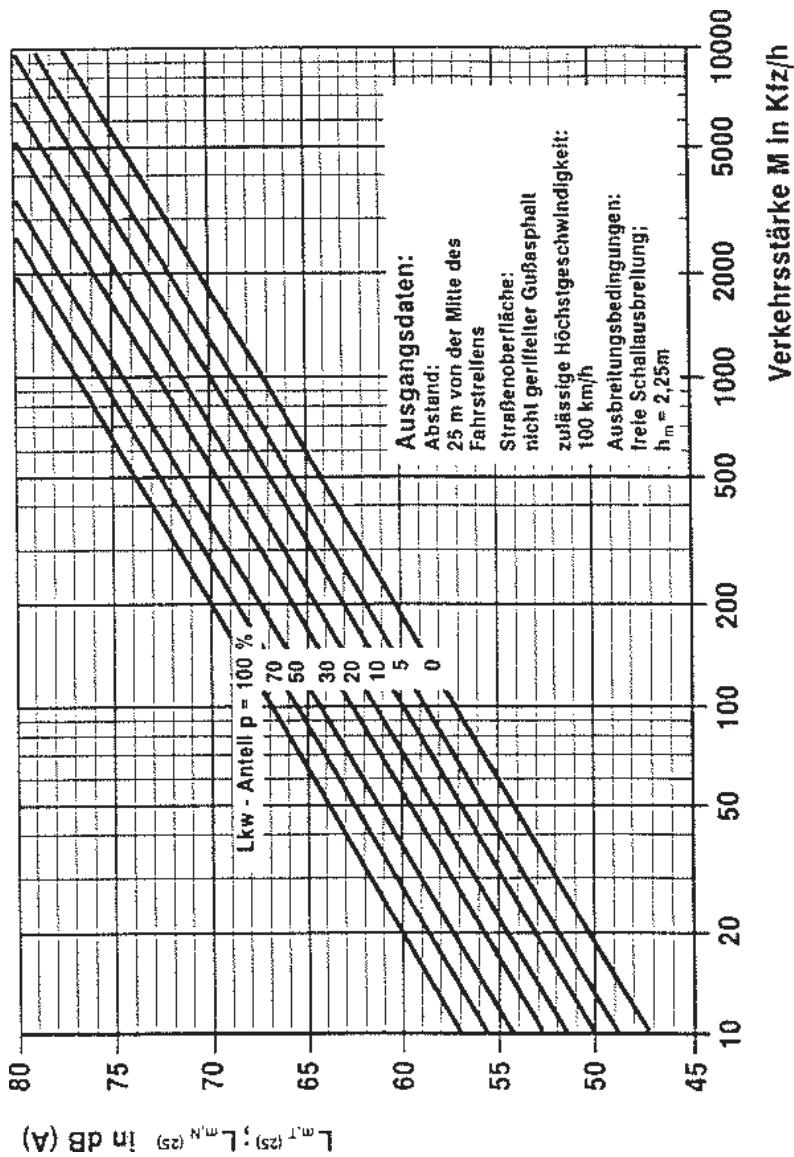


Abb. 10: Mittelungspegel für Tag ($L_{m,T}$) und Nacht ($L_{m,N}$) in Abhängigkeit von der Verkehrsstärke und dem Lkw-Anteil (aus RLS-90)

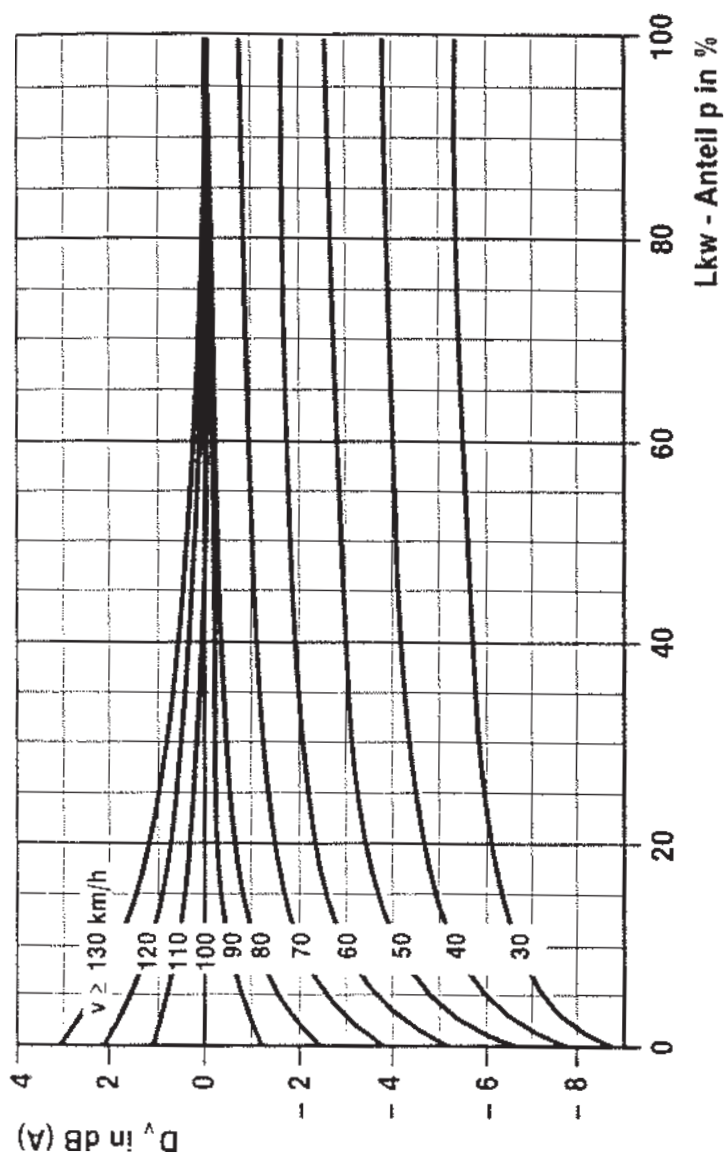


Abb. 11: Korrektur D_v für unterschiedliche zulässige Höchstgeschwindigkeiten in Abhängigkeit vom Lkw-Anteil (aus RLS-90)

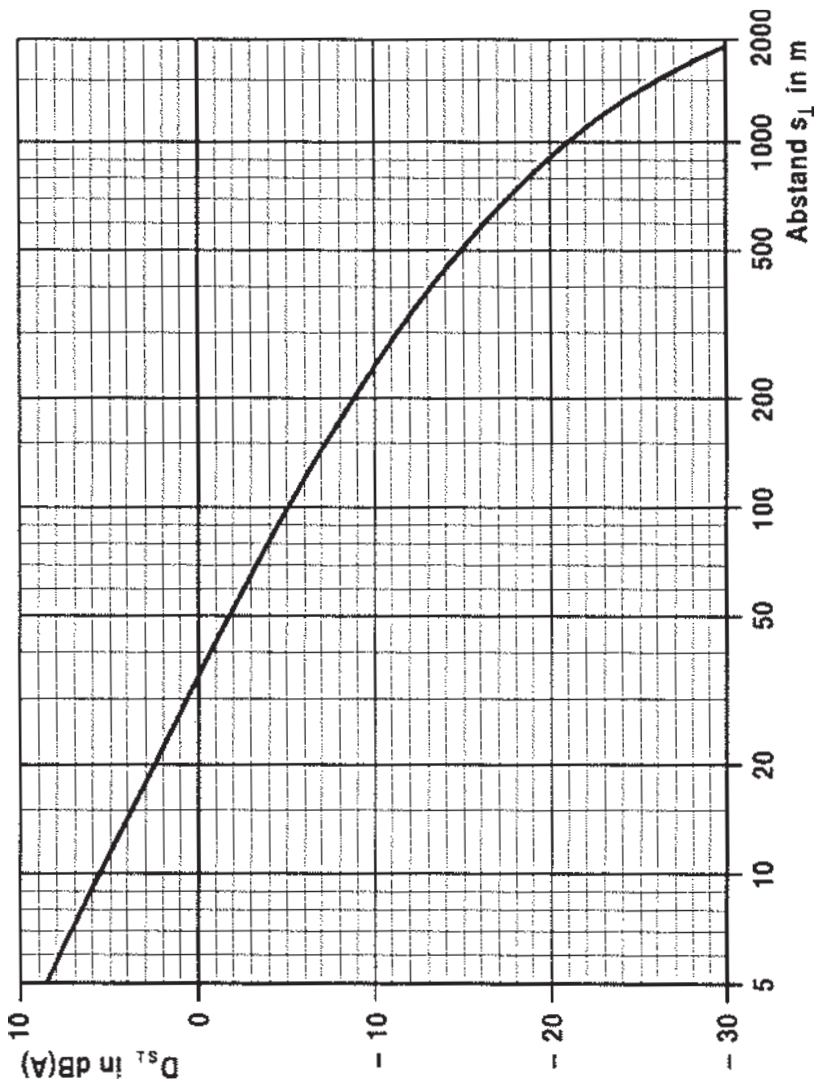


Abb. 12: Pegeländerung D_s durch unterschiedliche Abstände s zwischen Emissionsort (Mitte des betrachteten Fahrstreifens) und dem entsprechenden Immissionsort (nur für lange gerade Fahrstreifen anwendbar) (aus RLS-90)

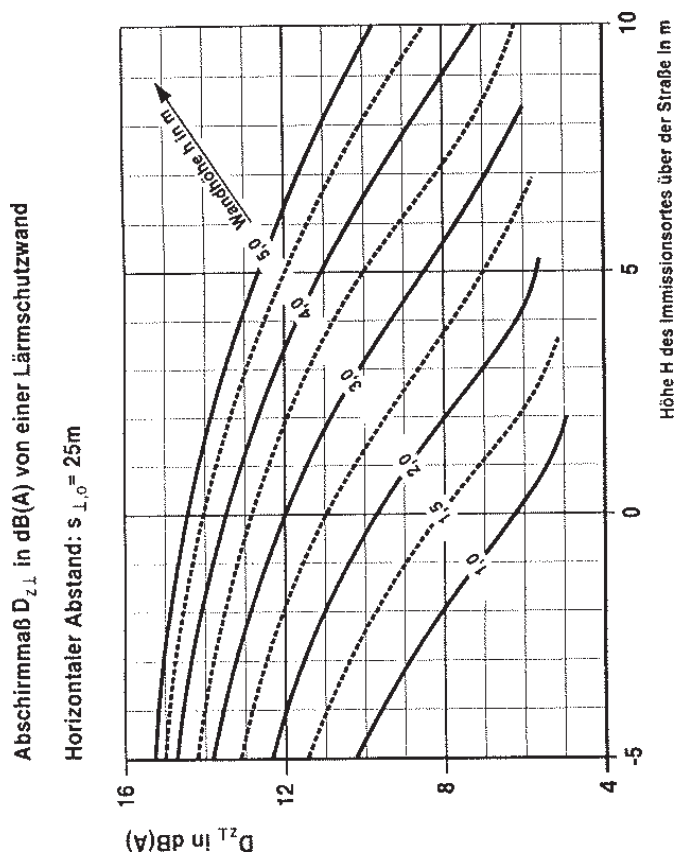


Abb. 13: Beispiel für die Abschirmung D_z durch eine Lärmschutzwand in dB, horizontaler Abstand 25 m (aus RLS-90)

Die RLS-90 enthalten für die Abschirmung von Wänden und Wällen neben dem Berechnungsverfahren umfangreiche Diagramme. Abbildung 13 zeigt hierzu ein Beispiel für die Abschirmung in dB von einer Lärmschutzwand an einer Straße abhängig von der Höhe des Immissionsortes über der Straße und von der Wandhöhe.

Die Berechnungen nach den Richtlinien erfolgen getrennt für Tag (6.00 Uhr bis 22.00 Uhr) und Nacht (22.00 Uhr bis 6.00 Uhr). Die Pegel gelten

für leichten Wind von der Straße zum Immissionsort und berücksichtigen Temperaturinversionen. In fast allen Fällen liegen die Ergebnisse von Messungen unter denen von Berechnungen.

Bei anderen Verhältnissen können zum Teil deutlich niedrigere Schallpegel auftreten. Dies erschwert einen Vergleich zwischen berechneten und gemessenen Pegeln.

Falls keine projektbezogenen Verkehrszahlen vorliegen, können den Richtlinien Angaben über die Verkehrsstärke bei verschiedenen Straßengattungen entnommen werden.

Ebenso wie die DIN 18005-1 enthalten die RLS-90 auch Berechnungsverfahren für Parkplatzlärm in Abhängigkeit von der Parkplatzfläche, der Anzahl der Stellplätze und der Anzahl der Fahrzeugbewegungen je Stellplatz und Stunde.

3.1.2.5 Richtlinie zur Berechnung der Schallimmissionen von Schienenwegen (Schall 03)

Die Richtlinie zur Berechnung der Schallimmissionen von Schienenwegen [31] stellt eine Anweisung für die Durchführung schalltechnischer Untersuchungen bei Schienenverkehr dar und ist auch die Grundlage für Schienenverkehrslärmberechnungen gemäß der 16. BImSchV [12]. Sie wurde von der Deutschen Bundesbahn eingeführt und gilt zur Berechnung von Schallemissionen und -immissionen in der Umgebung von Eisenbahn- und Straßenbahnanlagen.

Die Schall 03 enthält keine Aussagen über Lärmmessungen, weil die Beurteilungspegel grundsätzlich zu berechnen sind.

Ähnlich der DIN 18005-1 [51] und den RLS-90 [25] gelten die Beurteilungspegel für leichten Wind, der von der Quelle zum Immissionsort weht und für ggf. vorhandene Temperaturinversionen. Vielfach werden daher erheblich niedrigere Pegel auftreten. Nur selten ist mit geringfügigen Überschreitungen der berechneten Werte zu rechnen.

Es wird eine Berechnungsmethode für den Mittelungspegel bei Berücksichtigung örtlicher Gegebenheiten wie Zugarten, mittlere Anzahl der

Züge je Stunde, Fahrgeschwindigkeit, Zuglänge, Fahrbahnart (Art des Gleisbettes) sowie Abstand von der Trasse angegeben. Auch die Wirkung von Brücken, Bahnübergängen und Gleisbögen wird berücksichtigt. Die in Kurven auftretenden Quietschgeräusche können Pegelerhöhungen von bis zu 8 dB hervorrufen.

Bei der Berechnung des Beurteilungspegels in unbebautem Gelände wird der Immissionsort in 3,5 m Höhe über Gelände, bei Gebäuden 0,2 m über der Oberkante der Fenster des betrachteten Geschosses angenommen.

Zur Berücksichtigung der nachgewiesenermaßen geringeren Störwirkung des Schienenverkehrs wird bei der Berechnung des Beurteilungspegels ein Wert von 5 dB in Abzug gebracht. Mit diesem Schienenbonus soll den in § 43 BImSchG [7] genannten Besonderheiten des Schienenverkehrs Rechnung getragen werden.

Abbildung 14 zeigt zur Veranschaulichung den Mittelungspegel in 25 m Abstand von der Gleisachse abhängig von der Anzahl der Züge einer Zugklasse (Züge gleicher Fahrzeugart mit gleichem Anteil scheibengebremster Fahrzeuge und mit gleicher Geschwindigkeit) pro Stunde und vom Anteil der Fahrzeuge mit Scheibenbremsen des gesamten Zuges. Die Zuglänge beträgt 100 m, die Geschwindigkeit 100 km/h. Die mittlere Höhe der Verbindungslinie Emissionsort - Immissionsort beträgt hier 2,0 m.

In Abbildung 15 werden die aufgrund unterschiedlicher Abstände zwischen Gleisachse und Immissionsort zu berücksichtigenden Pegeländerungen angegeben.

Die Beurteilungspegel sind ebenso wie bei der DIN 18005-1 und den RLS-90 getrennt für Tag und Nacht zu berechnen. Da nach der 16. BImSchV (vgl. 3.1.2.2) nachts niedrigere Immissionsgrenzwerte als tags gelten, die Emissionen des Schienenverkehrs jedoch tags und nachts oftmals ungefähr gleich sind, reicht es vielfach aus, die Berechnung nur für die Nacht durchzuführen.

Die Schall 03 enthält auch Berechnungsbeispiele, jedoch keine Richt- bzw. Grenzwerte.

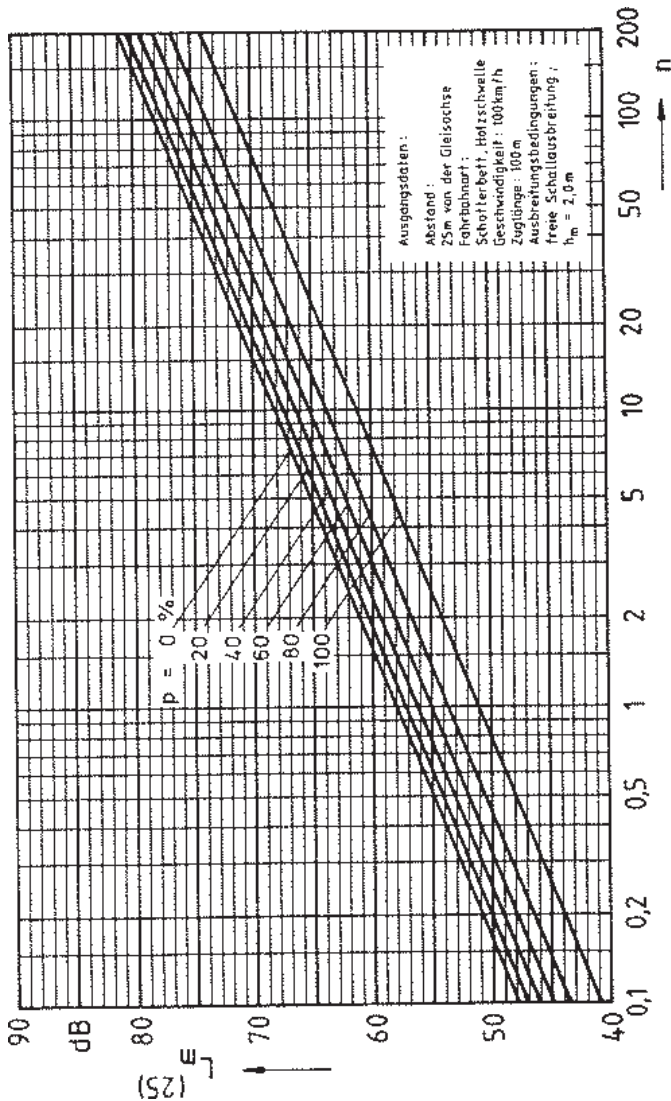


Abb. 14: Mittelungspegel L_m in 25 m Abstand an einer langen geraden Strecke abhängig von der mittleren Anzahl n der Züge einer Zugklasse pro Stunde und vom Anteil der Fahrzeuge mit Scheibenbremsen in % des gesamten Zuges einer Zugklasse p (aus Schall 03)

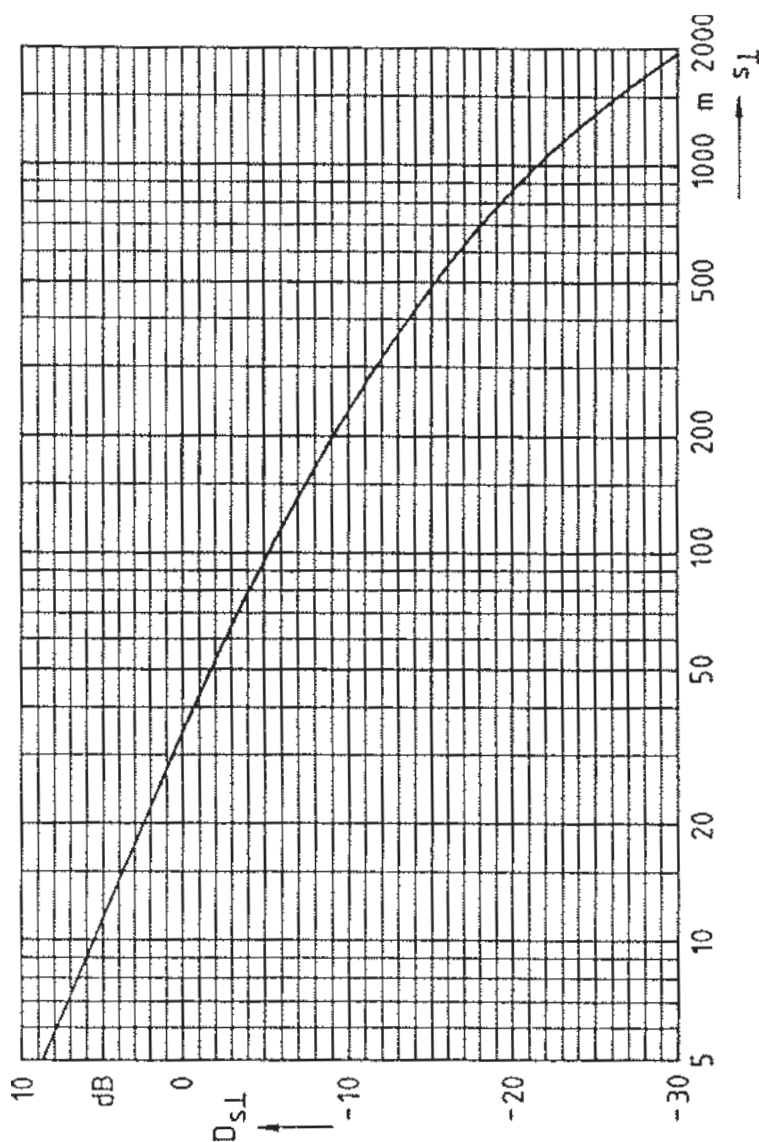


Abb. 15: Pegeländerung D_s durch unterschiedliche Abstände s zwischen Gleisachse und Immissionsort für eine lange gerade Strecke (aus Schall 03)

3.2 Fluglärm

3.2.1 Gesetzliche Grundlagen

Das Gesetz zum Schutz gegen Fluglärm [18] wurde im Jahr 1971 und damit bereits drei Jahre vor dem BImSchG [7] erlassen. Es ist eine wichtige Rechtsgrundlage für bundeseinheitliche Maßnahmen zum Schutz gegen Fluglärm. Eine Regelung war notwendig geworden, da der Lärm durch Strahlflugzeuge und durch einen Anstieg des Flugverkehrs stark zugenommen hatte. Alle Prognosen lassen auch in der Zukunft eine weitere Zunahme der Flugbewegungen erwarten.

Obwohl durch den Einsatz lärmreduzierter Flugzeugtriebwerke, durch eine drastische Verminderung des Militärflugverkehrs, durch verbesserte Flugleitmaßnahmen und durch andere technische Entwicklungen die Belastung der Bevölkerung durch Fluglärm scheinbar gesenkt wurde, führten die starke Zunahme der Flugbewegungen und die häufigen Flüge in der Nachtzeit und zu den Tagesrandzeiten bei den betroffenen Anwohnern zu einer verstärkten Sensibilisierung.

Die Bundesregierung beabsichtigt, das Gesetz zum Schutz gegen Fluglärm zu novellieren. Folgende Verbesserungen gegenüber dem geltenden Gesetz werden unter anderem angestrebt:

- Festsetzung niedrigerer Schutzzonen-Grenzwerte und
- getrennte Bewertung der Fluglärmbelastung für Tag und Nacht.

Nach dem Gesetz zum Schutz gegen Fluglärm sind Lärmschutzbereiche für alle Verkehrsflughäfen, die dem Fluglinienverkehr angeschlossen sind, sowie für alle militärischen Flugplätze, auf denen ein Betrieb von Flugzeugen mit Strahltriebwerken erfolgt, festzusetzen.

Gemäß § 2 des geltenden Gesetzes zum Schutz gegen Fluglärm umfasst der Lärmschutzbereich eines Flugplatzes das Gebiet außerhalb des Flugplatzgeländes, in dem der durch Fluglärm hervorgerufene äquivalente Dauerschallpegel 67 dB(A) übersteigt. Entsprechend dem Ausmaß der Lärmbelästigung gliedert sich der Lärmschutzbereich in zwei Schutzzonen. Schutzzone 1 umfasst den Bereich mit einem äquivalen-

ten Dauerschallpegel über 75 dB(A), die Schutzzone 2 den Bereich zwischen 67 dB(A) und 75 dB(A).

Die Lärmbelastung ist unter Berücksichtigung von Art und Umfang des voraussehbaren Flugbetriebes auf der Grundlage des zu erwartenden Ausbaus des Flugplatzes nach der Bekanntmachung der Datenerfassungssysteme für die Ermittlung von Lärmschutzbereichen an zivilen (DES) und militärischen Flugplätzen (DES-MIL) sowie einer Anleitung zur Berechnung (AzB) [19], [20] zu ermitteln.

Seit 1990 ist bei Anlage und Änderung eines Flugplatzes, die der Planfeststellung gemäß § 8 des Luftverkehrsgesetzes [17] bedarf, eine Umweltverträglichkeitsprüfung nach dem UVPG [6] durchzuführen.

Mit dem Landesentwicklungsplan Standortsicherung Flughafen (LEP SF) [46] sind zur Gewährleistung der Standortsicherung für den zukünftigen Verkehrsflughafen Berlin Schönefeld als raumordnerisches Ziel Planungszonen Siedlungsbeschränkung festgelegt worden, um vorsorgend gesunde Wohn- und Arbeitsverhältnisse zu sichern und die zu erwartenden Beeinträchtigungen der Bevölkerung durch Fluglärm zu mindern.

Die Ausweisung einer Planungszone Siedlungsbeschränkung an weiteren ausgewählten Flugplätzen im Land Brandenburg wird derzeit von den regionalen Planungsstellen zur Aufnahme in den Regionalplänen vorbereitet.

3.2.2 Beurteilungsgrundlagen

Nach § 5 des Fluglärmggesetzes dürfen in der stärker verlärmten Schutzzone 1 Wohnungen grundsätzlich nicht errichtet werden, in der Schutzzone 2 nur dann, wenn die Anforderungen der raumumhüllenden Bauteile (z. B. Schallschutzfenster) nach der Schallschutzverordnung [21] eingehalten werden.

Im Lärmschutzbereich dürfen Krankenhäuser, Altenheime, Erholungsheime, Schulen und ähnliche schutzbedürftige Einrichtungen nicht errichtet werden. Wenn ein Grundstück in der Schutzzone 1 oder 2 eines

Flughafens liegt, hat dies weitreichende rechtliche und finanzielle Wirkungen.

Gemäß dem raumordnerischen Ziel des LEP SF [46] dürfen in der Planungszone Siedlungsbeschränkung I neue Flächen und Gebiete für Wohnnutzungen und/oder besonders lärmschutzbedürftige Einrichtungen nicht geplant werden.

In der Planungszone Siedlungsbeschränkung II des LEP SF dürfen neue Flächen und Gebiete für Wohnnutzungen nicht geplant werden. Ausnahmsweise ist dort die Ausweisung für Flächen sowie Gebiete für Wohnnutzungen nur in geringfügigem Umfang und nur zur Abrundung vorhandener Wohngebiete zulässig. Dies gilt aber nur unter der Voraussetzung, dass die weitere bauliche Entwicklung der Gemeinde nur innerhalb dieser Planungszone Siedlungsbeschränkung möglich ist und ausreichende Lärmschutzmaßnahmen getroffen werden.

4 Gewerbelärm

Unter diesem Begriff fasst man die durch gewerbliche und industrielle Lärmquellen verursachten Geräusche störenden Charakters zusammen. Diese sind gewöhnlich an den Betrieb von Anlagen gebunden.

Die Vorschriften und das technische Regelwerk zur Lärmbekämpfung haben im industriell-gewerblichen Bereich einen Jahrzehnte zurückreichenden Ursprung, wobei es zunächst um Fragen des Arbeitsschutzes und der Arbeitsmedizin ging. Infolge von Missständen am Arbeitsplatz war die Lärmschwerhörigkeit früher eine weitverbreitete Berufskrankheit. Die technischen Regeln über Lärmmessung und -bewertung, über Lärmvermeidung und -minderung haben zusammen mit den entsprechenden Unfallverhütungsvorschriften der Berufsgenossenschaften das Risiko deutlich verringert, durch Lärm am Arbeitsplatz zu erkranken.

Das mit der Industrialisierung gewonnene Wissen um die praktische Verwirklichung von Lärmschutz im Betrieb förderte ganz wesentlich den sich entwickelnden Nachbarschaftsschutz bzw. Immissionsschutz. Dabei verlagert sich heute der Schwerpunkt von den Maßnahmen im Zusammenhang mit Einzelvorhaben (Immissionsschutz, Nachbarschaftsschutz) auch beim Lärmschutz in den Bereich der räumlichen Planung.

Aufgrund des hier einfach anzuwendenden Verursacherprinzips und eindeutiger Mess- und Bewertungsvorschriften für anlagenbezogenen Gewerbelärm erweisen sich bestehende Lärmquellen dieser Art im Hinblick auf Abhilfemaßnahmen als durchaus überschaubares Problem.

Somit kommt der Bauleitplanung die große Verantwortung zu, Beschwerdesituationen mit nachträglichem Sanierungsbedarf nicht entstehen zu lassen. Dies ist nur möglich, wenn die örtlichen Verhältnisse so gestaltet werden, dass bei typisierender Betrachtungsweise der Betreiber einer Anlage bei Erfüllung der Anforderungen des Standes der Technik auch eine Chance hat, festgesetzte Immissionswerte bzgl. einer schutzbedürftigen Nachbarschaft einhalten zu können.

Während bei vielen Schallquellen (speziell beim Straßenverkehr) aufgrund bekannter spezifischer Emissionen eine sehr sichere Immissionsprognose erstellt werden kann, besteht bei der individuellen Vielzahl gewerblich/industrieller Anlagen im Stadium der Bauleitplanung eine solche Vorausberechnung der Lärmimmission nur auf der Grundlage von Vorgaben oder stark vereinfachenden Annahmen.

4.1 Gesetzliche Grundlagen

Im Zusammenhang mit der Planung gewerblicher Einrichtungen müssen immissionsschutzrechtliche und baurechtliche Gesichtspunkte beachtet werden:

Immissionsschutzrecht

Bei der Berücksichtigung des Immissionsschutzes in der Planung ist der Planungsgrundsatz des § 50 BImSchG [7] von herausragender Bedeutung. Inhaltlich betrifft dies die Zuordnung von Flächen, insbesondere die Frage des Abstandes von Flächen unterschiedlicher Nutzung.

Aus Gründen der Vorsorge sind Flächen so einander zuzuordnen, dass bei der vorgesehenen Nutzung schädliche Umwelteinwirkungen auf dem Wohnen dienende Gebiete sowie auf sonstige schutzbedürftige Gebiete (Kurgebiete, Krankenhäuser und Pflegeanstalten) so weit wie möglich vermieden werden.

Bauleitpläne sollten inhaltlich so gestaltet werden, dass die durch sie planungsrechtlich zulässigen Einzelvorhaben auch nach dem Immissionsschutzrecht genehmigt werden können.

Die Abstandsleitlinie des Landes Brandenburg [43] gibt bauleitplanungsseitig Empfehlungen für die Einhaltung der Belange des Immissionsschutzes, gilt jedoch nicht für die Zulassung von Einzelvorhaben (baurechtliche, immissionsschutzrechtliche und abfallrechtliche Genehmigungs- oder Planfeststellungsverfahren).

Die im BImSchG vorgenommene Unterscheidung zwischen genehmigungsbedürftigen Anlagen und nicht genehmigungsbedürftigen Anlagen ermöglicht es dem Planer, die Umweltrelevanz einer Anlagenart auch hinsichtlich des Lärmschutzes typisierend zu berücksichtigen. Allerdings sollte auch berücksichtigt werden, dass der Katalog genehmigungsbedürftiger Anlagen starken Änderungen unterworfen ist (Umsetzung des europäischen Rechts).

Auch ist es von praktischer Bedeutung, dass sich die Ermittlung von Schallimmissionen und ihre immissionsschutzrechtliche Beurteilung im Fall genehmigungsbedürftiger und nicht genehmigungsbedürftiger Anlagen nach der TA Lärm [8] richtet.

Die genehmigungsbedürftigen Anlagen sind im Anhang der 4. BImSchV [9] nach Branchen bzw. Anlagenkategorien aufgeführt. Der § 10 BImSchG i. V. m. § 2 der 4. BImSchV unterscheidet dabei nach Anlagen, die einem förmlichen Genehmigungsverfahren unterliegen, und solchen Anlagen, für die ein vereinfachtes Genehmigungsverfahren genügt. Die Zuordnung zu diesen Verfahrensarten erfolgt durch Aufnahme in Spalte 1 bzw. Spalte 2 des Verzeichnisses, womit sich für Zwecke der Planung ein Anhaltspunkt für die Beurteilung der Immissionsrelevanz einer Anlagenart ergibt.

Das Genehmigungserfordernis erstreckt sich auf alle Anlagenteile und Verfahrensschritte, die zum Betrieb notwendig sind, sowie auf Nebeneinrichtungen, die mit diesen Anlagenteilen und Verfahrensschritten in einem räumlichen und betriebstechnischen Zusammenhang stehen und die sowohl für das Entstehen als auch für die Vorsorge gegen schädliche Umwelteinwirkungen von Bedeutung sein können.

Mehrere (kleinere) Anlagen derselben Art bilden eine gemeinsame (genehmigungsbedürftige) Anlage, wenn sie auf demselben Betriebsgelände liegen, mit gemeinsamen Betriebseinrichtungen verbunden sind und einem gemeinsamen technischen Zweck dienen sowie zusammen die für die Genehmigungspflicht maßgebenden Leistungsgrenzen oder Anlagengrößen erreichen bzw. überschreiten.

Der Betreiber einer genehmigungsbedürftigen Anlage hat nach § 5 Abs. 1 BImSchG [7] u. a. die Pflicht, seine Anlage so zu errichten und zu

betreiben, dass keine schädlichen Umwelteinwirkungen und sonstigen Gefahren, erheblichen Nachteile und erheblichen Belästigungen hervorgerufen werden können, sowie Vorsorge gegen schädliche Umwelteinwirkungen zu treffen, insbesondere durch die dem Stand der Technik entsprechenden Maßnahmen zur Emissionsbegrenzung.

Mit § 22 BImSchG werden auch dem Betreiber einer nicht genehmigungsbedürftigen Anlage Pflichten auferlegt: Nach Abs. 1 sind solche Anlagen nämlich so zu errichten und zu betreiben, dass schädliche Umwelteinwirkungen verhindert werden, die nach dem Stand der Technik vermeidbar sind, und nach dem Stand der Technik unvermeidbare schädliche Umwelteinwirkungen auf ein Mindestmaß beschränkt werden. Diese Pflicht wird, wie bereits oben angesprochen durch den Vorsorgegrundsatz des Landesrechts (§3 Abs. 3 LImSchG) konkretisiert.

Gemäß § 26 BImSchG kann die zuständige Behörde anordnen, dass der Betreiber sowohl einer genehmigungsbedürftigen als auch einer nicht genehmigungsbedürftigen Anlage Art und Ausmaß der von der Anlage ausgehenden Emissionen sowie die Immissionen im Einwirkungsbereich der Anlage durch eine der vom Landesumweltamt Brandenburg bekanntgegebenen Stellen ermitteln lässt, wenn zu befürchten ist, dass durch die Anlage schädliche Umwelteinwirkungen hervorgerufen werden.

Trotz des in § 3 Abs. 5 BImSchG definierten Anlagenbegriffs ist in der Praxis oft die Frage zu beantworten, ob Geräusche bzw. Lärm verhaltensbedingt sind und somit unter dem Gesichtspunkt einer Ordnungswidrigkeit zu prüfen wären, oder ob es sich um Anlagengeräusche handelt, was immissionsschutzrechtliche sowie auch baurechtliche Bedeutung hätte. Eine Antwort auf diese Frage ergibt sich in den meisten Fällen durch die Überlegung, ob technische Maßnahmen geeignet wären, ruhestörenden Lärm abzustellen. Verhaltensbedingte Lärmeinwirkungen lassen sich nämlich durch technische Abhilfemaßnahmen in der Regel nicht beseitigen, da die entsprechenden Geräusche nicht durch den Stand der Technik beeinflussbar sind.

Der immissionsschutzrechtlich verankerte Begriff "Stand der Technik" stößt in der Praxis des Schallschutzes immer dann auf Interpretationsschwierigkeiten, wenn es um die Beurteilung von Anlagen geht, deren

technische Zweckbestimmung es ist, Schall zu erzeugen und möglichst laut zu sein. Beispiele dafür sind Stundenschlag von Turmuhren (beim liturgischen Läuten muss der Immissionsschutz zurücktreten gegenüber anderen Belangen), Ruf- und Warnsignale, Lautsprecherdurchsagen.

Im Zusammenhang mit dem Anlagenbegriff ist auch die Berücksichtigung von Verkehrsgeräuschen von Bedeutung. Hierbei sind Fahrzeuggeräusche auf dem Betriebsgelände und Geräusche des An- und Abfahrverkehrs auf öffentlichen Verkehrsflächen zu berücksichtigen (s. 4.2.2).

Baulärm als spezieller Fall des Gewerbelärms unterliegt gleichfalls dem Immissionsschutzrecht. Anforderungen an den Betrieb von Baumaschinen auf Baustellen werden durch die 15. BImSchV [11] sowie nach der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm - Geräuschimmissionen - [24] gestellt.

Baurecht

Aus der Sicht der Bauleitplanung sind im Zusammenhang mit gewerblichen Nutzungen insbesondere das BauGB [4] und die BauNVO [5] zu beachten, auf die in 2.3.2 bereits eingegangen worden ist.

Eine allgemeine bauplanungsrechtliche Zulässigkeit von Gewerbebetrieben besteht in den Gebieten nach § 9 (Industriegebiete) und, sofern sie nicht erheblich belästigend sind, § 8 (Gewerbegebiete) der BauNVO. Gewerbebetriebe sind gleichfalls noch zulässig in besonderen Wohngebieten (§ 4a BauNVO), in Dorfgebieten (§ 5 BauNVO) sowie in Misch- und Kerngebieten (§ 6 u. 7 BauNVO), sofern es sich um (das Wohnen) nicht wesentlich störende Gewerbebetriebe handelt. Ausnahmsweise können nicht störende Gewerbebetriebe auch in Kleinsiedlungsgebieten (§ 2 BauNVO) und in allgemeinen Wohngebieten (§ 4 BauNVO) zugelassen werden.

Hingewiesen sei auch auf § 15 Abs. 3 BauNVO, wonach die Zulässigkeit von Anlagen in den Baugebieten nicht allein nach der verfahrensrechtlichen Einordnung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes und der auf seiner Grundlage erlassenen Verordnungen zu beurteilen ist. Da-

mit wird klargestellt, dass eine immissionsschutzrechtlich genehmigungsbedürftige Anlage (z. B. eine Autowaschstraße) nicht ausschließlich nur in einem Industriegebiet unterzubringen ist.

Bei der Planung von Gewerbe- und Industriegebieten, die den Anforderungen des Lärmschutzes Rechnung tragen sollen, spielt die mit § 1 Abs. 4 BauNVO eröffnete Gliederungsmöglichkeit von Baugebieten eine wichtige Rolle. So können im Bebauungsplan Festsetzungen getroffen werden, die das Baugebiet u. a. nach der Art der Betriebe und Anlagen und nach deren besonderen Bedürfnissen und Eigenschaften gliedern.

Damit wird eine Verteilung der im Baugebiet allgemein oder ausnahmsweise zulässigen Betriebe und Anlagen auf einzelne Bereiche des Gebiets ermöglicht, wobei für das Gebiet als Ganzes die nach der Baugebietsnorm zulässige Nutzung in der Summe gewahrt bleiben muss. Nur für Gewerbe- und Industriegebiete darf die Verteilung der jeweils zulässigen Nutzungen und Anlagen auf voneinander getrennte Gebiete erfolgen. Die obige Anforderung bezieht sich in diesen Fällen lediglich auf die Summe aller Gewerbe- und Industriegebiete einer Gemeinde (Rist [72]).

Diese weitreichende Gliederungsmöglichkeit von Industrie- und Gewerbegebieten kann unter Berücksichtigung der örtlichen Lärmsituation sowie der Abstandsverhältnisse zu anderen Nutzungen zur wirkungsvollen Steuerung der Ansiedlung lärmverursachender Anlagen herangezogen werden. Dazu eignet sich auch die Vorgabe von Höchstwerten der Schallemission in Form des flächenbezogenen Schalleistungspegels (Vorgabe der im Mittel je Quadratmeter Fläche abgestrahlten Schallleistung). Mit der Begrenzung des Lärmpotentials anzusiedelnder Betriebe bereits im Bebauungsplan kann dem Grundsatz entsprochen werden, dass bei der Planung von Neubaugebieten keine neuen Problemsituationen geschaffen werden sollen (Verschlechterungsverbot).

Problematische Immissionsverhältnisse sind ein typisches Merkmal von Gemengelagen. Mit dem § 1 Abs. 10 BauNVO soll die Überplanung derartiger Bestandsgebiete erleichtert werden, indem Erweiterungen, Änderungen, Nutzungsänderungen und Erneuerungen von Anlagen allgemein zulässig sind oder ausnahmsweise zugelassen werden können,

auch wenn in einem überwiegend bebauten Gebiet gemäß den §§ 2 bis 9 BauNVO bestimmte bauliche und sonstige Anlagen unzulässig wären.

4.2 Berechnungs- und Beurteilungsgrundlagen

Planungsbezogene Hinweise zum Gewerbelärm und seiner Berechnung sind der DIN 18005-1 [51] zu entnehmen. Demgegenüber ist die Verwaltungsvorschrift TA Lärm [8] immissionsschutzrechtlicher Natur und für den Planer hauptsächlich wegen der dort verwendeten Begriffe, Messverfahren und Beurteilungskriterien von Interesse.

Planung und Errichtung der einzelnen Betriebsstätte berühren technische Fragen des Immissionsschutzes an der Emissionsquelle. Zu diesem Problem bieten die VDI-Richtlinien umfangreiche Informationen. Die VDI-Richtlinie 2571 [62] behandelt trotz ihrer mehr technischen Bedeutung den für die Planung wichtigen Gesichtspunkt der Immissionsprognose, weshalb sie in die nachfolgende Betrachtung aufgenommen wurde.

4.2.1 DIN 18005-1 Schallschutz im Städtebau; Berechnungsverfahren

Die Behandlung von Industrie und Gewerbe fällt in der DIN 18005-1 [51] vergleichsweise knapp aus. Die Erklärung dafür ergibt sich aus dem dort mitgeteilten Sachverhalt, "... dass sich über die Geräuschentwicklung von Industrie- und Gewerbebetrieben ... keine allgemeingültigen Angaben machen lassen. Selbst gleichartige Betriebe können - z. B. je nach Bauart der Gebäude, in denen ihre Anlagen untergebracht sind - sehr unterschiedlich Schall abstrahlen."

Es wird auf diejenigen Betriebe hingewiesen, die aufgrund fehlender Einhausung durch ein Gebäude bzw. durch lautstarke Arbeiten im Freien für Lärmprobleme besonders prädestiniert sind. Beispielhaft genannt werden Hochofenanlagen, petrochemische Anlagen, Erdölraffinerien, Verladeeinrichtungen, blechbearbeitende Betriebe, Betonwerke, Steinbrüche, Kies- und Schotterwerke, Fahrzeugprüfstrecken und Werften.

Die Behandlung des für die Planung wichtigen Falles zukünftiger Nutzungen stößt auf die Schwierigkeit, dass eine Immissionsprognose auf der Grundlage von allgemeingültigen Emissionsfaktoren nicht möglich ist. Es wird deshalb in der DIN 18005-1 vorgeschlagen, die zu erwartenden Schallemissionen durch Messungen an vergleichbaren Anlagen zu ermitteln, die schalltechnisch dem Stand der Technik entsprechen. Im Übrigen verweist die DIN 18005-1 auf das schon erwähnte VDI-Richtlinienwerk, wobei auf die Notwendigkeit hingewiesen wird, im jeweiligen Einzelfall ggf. zusätzlich Ton- und Impulsschläge zu berücksichtigen.

Für den wohl häufigsten Fall, dass die Art der in einem Gebiet unterzubringenden Anlagen nicht bekannt ist, soll für die Berechnung von Mindestabständen oder von anderen Immissionsschutzmaßnahmen von einem flächenbezogenen A-Schallleistungspegel tags und nachts von 65 dB(A) für Industriegebiete und 60 dB(A) für Gewerbegebiete ausgegangen werden.

Der flächenbezogene Schallleistungspegel L_w in dB ist das (logarithmische) Maß für die im Mittel je Quadratmeter Fläche abgestrahlte bzw. emittierte Schalleistung. Auf dieser Grundlage kann dann eine Berechnung der sich unter Berücksichtigung des Abstandes und abschirmender Hindernisse ergebenden Schallimmission (Lärmeinwirkung) erfolgen.

Eine Differenzierung der Schallemissionen aus den Flächen eines geplanten Industrie- bzw. Gewerbegebietes, z. B. indem Flächen im Zentrum des Gebietes mit höheren flächenbezogenen Schallleistungspegeln belegt werden als die Randflächen (womit für die Randflächen eine lärmärmere Nutzung vorgegeben wird), eröffnet die Möglichkeit, durch eine Geräuschkontingentierung eine optimale akustische Nutzung des Plangebietes zu erzielen (s. dazu 6.3.2).

Berechnungen führen zur Ermittlung von Beurteilungspegeln, die mit den in 2.5 angegebenen schalltechnischen Orientierungswerten in DIN 18005-1 Beiblatt 1 (vgl. 3.1.2.1) zu vergleichen sind. Die Orientierungswerte gelten im Rahmen der städtebaulichen Planung, speziell für die Planung von Neubaugebieten mit schutzbedürftigen Nutzungen und für die Neuplanung von Flächen, von denen Schallemissionen ausgehen

und auf vorhandene oder geplante schutzbedürftige Nutzungen einwirken können. Im Beiblatt wird ferner darauf hingewiesen, dass örtliche Gegebenheiten in bestimmten Fällen ein Abweichen von den Orientierungswerten nach oben oder unten erfordern können. Die Orientierungswerte unterliegen insofern der Abwägung nach § 1 Abs. 6 BauGB [4].

Die schalltechnischen Orientierungswerte unterscheiden sich nach Zweck und Inhalt von immissionsschutzrechtlich festgelegten Werten, die für die Zulässigkeit von Einzelvorhaben bzw. für den Schutz von Einzelobjekten (z. B. die Wohnung eines Beschwerdeführers) maßgeblich sind.

4.2.2 TA Lärm

Die Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm [8] dient dem Schutz und der Vorsorge gegen schädliche Umwelteinwirkungen durch Geräusche. Sie gilt für genehmigungsbedürftige und nicht genehmigungsbedürftige Anlagen, die den Anforderungen des 2. Teils des BImSchG [7] unterliegen.

Ausnahmen sind gemäß Nr. 1 TA Lärm:

- a) Sportanlagen, die der Sportanlagenlärmschutzverordnung (18. BImSchV) unterliegen,
- b) sonstige nicht genehmigungsbedürftige Freizeitanlagen sowie Freiluftgaststätten,
- c) nicht genehmigungsbedürftige landwirtschaftliche Anlagen,
- d) Schießplätze, auf denen mit Waffen ab Kaliber 20 mm geschossen wird,
- e) Tagebaue und die zum Betrieb eines Tagebaus erforderlichen Anlagen,
- f) Baustellen,
- g) Seehafenumschlagsanlagen,
- h) Anlagen für soziale Zwecke.

Sie sind ausgenommen, weil sie nach anderen Vorschriften bzw. wegen ihrer Spezifik (wie z. B. Tagebaue oder das Schießen mit schweren Waffen) nur in Anlehnung an die TA Lärm beurteilt werden.

Der Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen ist sichergestellt, wenn die Gesamtbelastung, d. h. die Summe der Geräusche von allen Anlagen, für die die TA Lärm gilt, am maßgeblichen Immissionsort die Immissionsrichtwerte nicht überschreitet. Der maßgebliche Immissionsort ist der Ort in der schutzwürdigen Nachbarschaft von Anlagen, an dem die höchste Gesamtbelastung zu erwarten ist. Er kann bei bebauten Flächen vor dem Fenster schutzwürdiger Räume und bei unbebauten Flächen an dem Rand der Flächen, auf denen Gebäude mit schutzbedürftigen Räumen errichtet werden dürfen, liegen. Die Immissionsrichtwerte sowohl für den Beurteilungspegel als auch für den Maximalpegel einzelner Schallereignisse sind gestaffelt nach der Schutzwürdigkeit der Gebietskategorie, die derjenigen aus der BauNVO [5] entspricht. Dabei richtet sich die Zuordnung nach den Festsetzungen in Bebauungsplänen bzw., wenn diese nicht vorliegen, nach der Schutzbedürftigkeit der tatsächlichen Gebietsnutzung.

Die Immissionsrichtwerte sind in 6.1 TA Lärm für Immissionsorte außerhalb von Gebäuden wie folgt festgelegt:

„a)	in Industriegebieten		70 dB(A)
b)	in Gewerbegebieten		
		tags	65 dB(A)
		nachts	50 dB(A)
c)	in Kerngebieten, Dorfgebieten und Mischgebieten		
		tags	60 dB(A)
		nachts	45 dB(A)
d)	in allgemeinen Wohngebieten und Kleinsiedlungsgebieten		
		tags	55 dB(A)
		nachts	40 dB(A)
e)	in reinen Wohngebieten		
		tags	50 dB(A)
		nachts	35 dB(A)
f)	in Kurgebieten, für Krankenhäuser und Pflegeanstalten		
		tags	45 dB(A)
		nachts	35 dB(A).

Einzelne kurzzeitige Geräuschspitzen dürfen die Immissionsrichtwerte am Tage um nicht mehr als 30 dB(A) und in der Nacht um nicht mehr als 20 dB(A) überschreiten."

Mit dem Begriff "Immissionsrichtwert" soll zum Ausdruck gebracht werden, dass die Werte der TA Lärm nicht in jedem Fall die Grenze der Erheblichkeit (Zumutbarkeit) markieren. Es wird eine Anzahl von Faktoren, die die Belästigung beeinflussen, deren Gewichtung im Einzelfall jedoch sehr unterschiedlich sein kann, in das Beurteilungsverfahren einbezogen. Für solche Situationen stellt die TA Lärm in der Sonderfallprüfung Entscheidungshilfen bereit. Eine Situation besonderer Art stellt die Gemengelage dar, in der gewerblich bzw. industriell genutzte Gebiete an Wohngebiete grenzen. Hier können die Immissionsrichtwerte auf einen geeigneten Zwischenwert erhöht werden, soweit dies nach der Pflicht zur gegenseitigen Rücksichtnahme erforderlich ist, allerdings nicht über die Werte der Kategorie c) (Mischgebiete) hinaus.

Die Beurteilung der Anlagengeräusche erfolgt anhand des Beurteilungspegels und der Maximalwerte einzelner Schallereignisse. Dazu sind zu ermitteln:

- die Vorbelastung (Immissionen durch alle Anlagen, die in den Geltungsbereich der TA Lärm fallen, ohne den Beitrag der zu genehmigenden Anlage),
- die Zusatzbelastung (Immissionsbeitrag der zu genehmigenden Anlage) und
- die Gesamtbelastung (Summe aus Vor- und Zusatzbelastung).

Der Beurteilungspegel setzt sich zusammen aus dem Mittelungspegel in der Beurteilungszeit (in der Tageszeit von 06.00 bis 22.00 Uhr der Mittelwert über 16 Stunden, in der Nachtzeit von 22.00 bis 06.00 Uhr der Mittelwert über die lauteste Stunde), aus Zuschlägen für Ton- und Informationshaltigkeit, für Impulshaltigkeit und für Tageszeiten mit erhöhter Sensibilität und aus der meteorologischen Korrektur nach DIN ISO 9613-2 [50]. Für die Ermittlung der meteorologischen Korrektur wurden von der Obersten Immissionsschutzbehörde des Landes Brandenburg Vorschriften erlassen [42].

Bei der Prüfung der Einhaltung der Schutzpflicht durch die Immissionsschutzbehörde bei genehmigungsbedürftigen Anlagen und durch die Bauaufsichtsbehörde bei nicht genehmigungsbedürftigen Anlagen wird der in einer Schallimmissionsprognose errechnete Beurteilungspegel mit dem Immissionsrichtwert verglichen. Es wird unterschieden zwischen

detaillierten Prognosen mit hohem Genauigkeitsgrad, die üblicherweise für genehmigungsbedürftige Anlagen vorgelegt werden müssen, und überschlägigen Prognosen mit geringerem Genauigkeitsgrad für nicht genehmigungsbedürftige Anlagen. Eine Prognose wird im Allgemeinen nach den in 4.2.3 beschriebenen Regeln der VDI 2571 [62] in Verbindung mit einer Schallausbreitungsrechnung nach DIN ISO 9613-2 [50] erstellt.

Die TA Lärm gestattet Ausnahmen sowohl hinsichtlich des Anfertigens einer Schallimmissionsprognose als auch hinsichtlich des Einhaltens der Immissionsrichtwerte, die unter bestimmten Voraussetzungen, unter anderem denen einer Sonderfallprüfung, überschritten werden dürfen.

Besondere Regelungen gelten auch für seltene Ereignisse, für die wegen voraussehbarer Besonderheiten bei dem Betrieb einer Anlage Überschreitungen der Immissionsrichtwerte an bis zu 10 (beim Zusammenwirken mehrerer Anlagen bis zu 14) Tagen oder Nächten eines Kalenderjahres zugelassen werden. Die Zulässigkeit von Überschreitungen ist an strenge Prüfkriterien (Stand der Technik, Ausschöpfung betrieblicher und organisatorischer Minderungsmaßnahmen, Zumutbarkeit im Einzelfall) gebunden. Für seltene Ereignisse sind in Gebieten, die einen höheren Schutzanspruch als Industriegebiete haben, Beurteilungspegel von 70 dB(A) tags und 55 dB(A) nachts zulässig. Außerdem sind für diese Gebiete Pegelspannen festgelegt, um die einzelne kurzzeitige Geräuschspitzen bei seltenen Ereignissen diese Beurteilungspegel überschreiten dürfen.

Eine weitere besondere Regelung gilt für Verkehrsgeräusche, die im Zusammenhang mit dem Betrieb von Anlagen stehen. Fahrzeuggeräusche, die vom Betriebsgrundstück ausgehen, werden den Anlagengeräuschen zugerechnet. Geräusche des An- und Abfahrverkehrs auf öffentlichen Verkehrsflächen werden gesondert nach dem Berechnungsverfahren der 16. BImSchV [12] ermittelt. Sie sollen in der Nähe des Betriebsgrundstücks (bis zu 500 m Abstand) durch organisatorische Maßnahmen gemindert werden, wenn

- sie den Beurteilungspegel tags oder nachts um mindestens 3 dB erhöhen,

- keine Vermischung mit dem übrigen Verkehr erfolgt ist und
- die Immissionsgrenzwerte der 16. BImSchV überschritten werden.

Der im BImSchG [7] verankerte und in die TA Lärm für Anlagen ihres Anwendungsbereichs übernommene Grundsatz, dass die Gesamtbelastung die Immissionsrichtwerte nicht überschreitet (der sogenannte Akzeptorbezug), erfordert im Vorfeld einer Genehmigung die Untersuchung, ob eine Anlage sich in eine vorhandene Situation akustisch noch einfügt. Dazu muss über die Vorbelastung ein Immissionsrichtwertanteil für die Zusatzbelastung bestimmt werden. Für größere Gewerbegebiete, in denen eine Vielzahl von Anlagen verschiedener Betreiber auf einen Immissionsort einwirkt, hat sich als ein Instrument zur Ermittlung von Immissionsrichtwertanteilen die Geräuschkontingentierung bewährt (s. hierzu 6.3.2).

4.2.3 VDI 2571 Schallabstrahlung von Industriebauten

Die VDI 2571 [62] gibt Regeln an, mit deren Hilfe der Schallpegel in der Nachbarschaft von Gewerbe- und Industriegebieten näherungsweise vorherbestimmt werden kann. Damit wird eine Abschätzung ermöglicht, ob bzgl. der am betreffenden Ort gültigen Immissionsrichtwerte die vorgesehenen Schallschutzmaßnahmen ausreichen oder ob bzgl. der Schalldämmung von Bauelementen eine aufwendigere Bauweise erforderlich ist. Aus der Größe der berechneten Immissionspegel geht hervor, welche Einzelschallquellen einer Anlage oder welche ihrer Bauelemente besonders stark zur Gesamtimmission beitragen.

Bei der Berechnung der in der Umgebung von geplanten Industrie- und Gewerbegebieten zu erwartenden Schallpegel geht man vom folgenden Zusammenhang aus:

Die von den aufzustellenden Maschinen abgestrahlten Schalleistungen bestimmen zusammen mit den akustischen Eigenschaften des Aufstellungsraumes den Schallpegel im Innern des betreffenden Gebäudes (Werkhalle) nahe seiner Außenhaut. Aus diesen Pegelwerten (innen) und der Schalldämmung der Außenhaut (Wände, Dächer, Fenster, Tore, Öffnungen) ergeben sich die ins Freie abgestrahlten Schalleistungen der einzelnen Bauelemente des Gebäudes.

Unter Berücksichtigung der Schallausbreitungsgesetze gemäß DIN ISO 9613-2 [50] bzw. VDI 2720-1 [64] (vgl. 2.4.2) kann man dann den sich ergebenden Summenpegel für ausgewählte Einwirkungsorte in der Nachbarschaft durch energetische Addition der untersuchten Einzelbeiträge berechnen.

Die Berechnung erweist sich jedoch als sehr kompliziert, so dass auch bei bekannten Anlagenverhältnissen häufig ein entsprechendes Fachgutachten erforderlich ist. Für die städtebauliche Planung sind folgende Aussagen der VDI 2571 von Bedeutung:

- An Immissionsorten, die keine direkte Sichtverbindung zu dem betrachteten Element oder der betrachteten Schallquelle haben, ist der Schallpegel niedriger als an Immissionsorten mit direkter Sichtverbindung.
- Für Schallquellen, die sich auf der vom betrachteten Immissionsort nicht einsehbaren Seite eines Gebäudes befinden, kann mit den in Bild 3 der Richtlinie angegebenen Mindestwerten des Abschirmmaßes gerechnet werden, sofern es auf der Seite des schallabstrahlenden Bauteils keine größeren schallreflektierenden Flächen, z. B. in Form anderer Bauten, gibt.
- Befinden sich zwischen den einzelnen Schallquellen zusätzliche Hindernisse wie Mauern, Wälle und Gebäude, kann eine Abschirmwirkung von etwa 5 dB erzielt werden, wenn mindestens die Sichtverbindung zu den Schallquellen durch diese Hindernisse unterbrochen ist.

5 Freizeit- und Sportlärm

Freizeit- und Sportanlagen sind vielfach mit starken Geräuschentwicklungen verbunden. Typische Beispiele solcher Anlagen sind im Freizeitgewerbe Rummelplätze, Freilichtbühnen, Vergnügungsparks. Des Weiteren sind Sportstätten wie z. B. Fußballplätze, Bolzplätze, Tennisplätze, auch Freibäder und Schießstände sowie Stadien zu nennen.

Auch Anlagen für Motorsport und Modellsportanlagen gehören zu den Sport- und Freizeitanlagen. Im Gegensatz zur Straße als Linienquelle handelt es sich hier vielfach um Flächenquellen, die daher zu stärkeren Lärmauswirkungen führen.

Die Geräuschentwicklungen entstehen durch technische Einrichtungen und Geräte, z. B. Lautsprecher und Motorräder, durch die Benutzer, durch Zuschauer (z. B. Beifall) und auch durch zur Anlage gehörende Parkplätze.

Häufig sind die von Sport- und Freizeitanlagen herrührenden Geräusche Grund für Wohnnachbarschaftskonflikte. Dem erhöhten Ruhebedürfnis eines Teils der Bevölkerung in der Freizeit stehen erhöhte Nutzungswünsche anderer Bevölkerungskreise an benachbarten Freizeitanlagen gegenüber.

Die Besonderheiten der Geräusche von Sportanlagen sind z. B. häufige auffällige Pegeländerungen (Impulsgeräusche) und Lautsprecherbetrieb. Diese Geräusche unterscheiden sich somit z. B. von denjenigen des Gewerbelärms. Sie bedürfen daher einer gesonderten Beurteilung und nicht einer schematischen Bildung von Mittelungspegeln.

5.1 Gesetzliche Grundlagen

Die bei Freizeit- und Sportlärm im Wesentlichen berührten Rechtsgebiete sind das Immissionsschutzrecht, das Baurecht und das Zivilrecht.

Hinsichtlich der Bauleitplanung wird auf § 50 BImSchG [7] über die bei raumbedeutsamen Planungen zu beachtende Zuordnung von Flächen

unterschiedlicher Nutzung (vgl. 2.3.1) hingewiesen. Innerhalb der Baugebiete sind die Regelungen nach der Baunutzungsverordnung [5] zu beachten (§§ 2 bis 11): In reinen Wohngebieten sind Anlagen für sportliche Zwecke nur ausnahmsweise zulässig, wenn sie den Bewohnern des Gebietes dienen. Allgemein zulässig sind Anlagen für sportliche Zwecke in allgemeinen Wohngebieten, in besonderen Wohngebieten, Mischgebieten, Dorfgebieten und Kerngebieten. Ausnahmsweise zulässig sind sportliche Anlagen in Kleinsiedlungsgebieten, Gewerbegebieten und Industriegebieten.

Im Zivilrecht werden insbesondere die nachbarschaftsrechtlichen Vorschriften der §§ 906 und 1004 des Bürgerlichen Gesetzbuches [1] berührt.

Bzgl. immissionsschutzrechtlicher Aspekte ist das Bundes-Immissionsschutzgesetz maßgebend. Bei genehmigungsbedürftigen Freizeitanlagen nach § 4 BImSchG bzw. nach der 4. BImSchV [9] ist zu prüfen, ob bzw. wie in die Genehmigung Bedingungen und Auflagen gegen schädliche Geräuscheinwirkungen aufzunehmen sind (§ 12 BImSchG). Die Genehmigung kann gegebenenfalls auch versagt werden. Nachträgliche Anordnungen im Falle schädlicher Umwelteinwirkungen durch Geräusche können nach § 17 BImSchG erlassen werden.

Zu den genehmigungsbedürftigen Anlagen zählen solche, die an 5 Tagen oder mehr im Jahr der Übung oder Ausübung des Motorsports dienen, ausgenommen Modellsportanlagen. Dazu gehören ferner Schießstände für Handfeuerwaffen.

Andere regelmäßig oder dauerhaft betriebene Einrichtungen wie Sportplätze, Sporthallen, Bobbahnen etc. sind im Sinne des BImSchG nicht genehmigungsbedürftige Anlagen. Entsprechende Pflichten der Betreiber regelt § 22 BImSchG, wonach nicht genehmigungsbedürftige Anlagen so zu errichten und zu betreiben sind, dass schädliche Umwelteinwirkungen verhindert werden, die nach dem Stand der Technik vermeidbar sind bzw. unvermeidbare Einwirkungen auf ein Mindestmaß beschränkt werden. § 23 ermächtigt die Bundesregierung, durch Rechtsverordnung bestimmte Anforderungen an die Errichtung, die Beschaffenheit und den Betrieb nicht genehmigungsbedürftiger Anlagen zu stellen. Auf dieser Rechtsgrundlage basiert die Sportanlagenlärmschutzverordnung (18. BImSchV) [13].

In den §§ 24 und 25 des BImSchG wird für nicht genehmigungsbedürftige Anlagen die Frage der Einzelfallanordnung (technische Schutzmaßnahmen und zeitliche Beschränkungen) und der Betriebsuntersagung geregelt.

5.2 Berechnungs- und Beurteilungsgrundlagen

Für nicht genehmigungsbedürftige Sportanlagen gilt die 18. BImSchV [13].

Im Land Brandenburg gilt für Freizeitanlagen die Freizeitlärmrichtlinie. Diese ist als Anhang B in der Leitlinie des Ministers für Umwelt, Naturschutz und Raumordnung zur Ermittlung, Beurteilung und Verminderung von Geräuschimmissionen [41] enthalten.

Emissionskennwerte von Sport- und Freizeitanlagen sind im Entwurf von VDI 3770 [67] enthalten.

5.2.1 Sportanlagenlärmschutzverordnung (18. BImSchV)

Die 18. BImSchV [13] gilt für die Errichtung, die Beschaffenheit und den Betrieb von Sportanlagen, soweit sie nicht einer Genehmigung nach § 4 BImSchG bedürfen. Sportanlagen sind dabei ortsfeste Einrichtungen, die zur Sportausübung bestimmt sind und zu diesem Zweck betrieben werden (nicht z. B. Kinderspielplätze oder freizeitsportliche Aktivitäten auf Wegen und Freiflächen). Zur Sportanlage zählen auch Einrichtungen, die in engem räumlichem und betrieblichem Zusammenhang stehen (z. B. Parkplatz, Restaurant).

Die 18. BImSchV sieht Immissionsrichtwerte für die Errichtung und den Betrieb von Sportanlagen vor, die nicht überschritten werden sollen (Tabelle 6).

Einzelne kurzzeitige Geräuschspitzen dürfen diese Werte tags um nicht mehr als 30 dB und nachts um nicht mehr als 20 dB überschreiten.

Zusätzlich sind für Aufenthaltsräume von Wohnungen, die baulich mit der Sportanlage (z. B. im Bereich von Wohnkomplexen) verbunden

sind, tags 35 dB(A) und nachts 25 dB(A) als Immissionswerte vorgesehen. Einzelne Spitzen dürfen die letztgenannten Werte um nicht mehr als 10 dB überschreiten.

Die Zeiten sind wie folgt festgelegt: Der Tag umfasst werktags die Zeit von 06.00 bis 22.00 Uhr, an Sonn- und Feiertagen von 07.00 bis 22.00 Uhr. Die übrige Zeit wird als Nacht behandelt. Ruhezeiten sind werktags von 06.00 bis 08.00 Uhr und von 20.00 bis 22.00 Uhr. An Sonn- und Feiertagen sind die Ruhezeiten von 07.00 bis 09.00 Uhr und von 20.00 bis 22.00 Uhr und zusätzlich mittags von 13.00 bis 15.00 Uhr. Diese Mittagsruhe ist nur zu berücksichtigen, wenn die Nutzungsdauer der Sportanlage an Sonn- und Feiertagen zwischen 09.00 und 20.00 Uhr 4 Stunden oder mehr beträgt.

Nutzungen	Immissionsrichtwerte in dB(A)		
	tags außerhalb der Ruhezeiten	innerhalb	nachts
Gewerbegebiete	65	60	50
Kern-, Dorf- u. Mischgebiete	60	55	45
allg. Wohngebiete, Kleinsiedlungsgebiete	55	50	40
reine Wohngebiete	50	45	35
Kurgebiete, Krankenhäuser, Pflegeanstalten	45	45	35

Tab. 6: Immissionsrichtwerte nach der 18. BImSchV

Ausnahmen von den Bestimmungen und Anordnungen sind möglich, wenn die von der Sportanlage ausgehenden Geräusche durch ständig vorherrschende Fremdgeräusche überlagert werden. Die zuständige Behörde kann auch Betriebszeiten (außer bei Freibädern und Schulsport-

anlagen) festsetzen. Davon ist abzusehen, wenn die Immissionswerte nur selten überschritten werden. Als selten gelten Überschreitungen, wenn sie an höchstens 18 Kalendertagen im Jahr auftreten.

Bei seltenen Ereignissen darf die Überschreitung von Immissionsrichtwerten nicht mehr als 10 dB betragen, wobei keinesfalls tags außerhalb der Ruhezeit 70 dB(A), innerhalb der Ruhezeit 65 dB(A) und nachts 55 dB(A) überschritten werden dürfen. Einzelne kurzfristige Geräuschspitzen dürfen diese Werte tags um nicht mehr als 20 dB und nachts um nicht mehr als 10 dB überschreiten.

In einem Anhang enthält die Verordnung das Ermittlungs- und Beurteilungsverfahren. Neben den von der Sportanlage und ihren Einrichtungen ausgehenden Geräuschen sind gegebenenfalls auch die Verkehrsgereusche auf öffentlichen Verkehrsflächen außerhalb der Sportanlage zu berücksichtigen, wenn das Verkehrsaufkommen der Anlage zuzuordnen ist.

Aus Stärke, Dauer und Häufigkeit der Geräusche werden der Beurteilungspegel und der Maximalpegel einzelner Geräuschspitzen ermittelt. Die Beurteilung erfolgt für die unterschiedlichen Zeiträume (außerhalb oder innerhalb von Ruhezeiten). Nachts ist sie für die ungünstigste Stunde durchzuführen. Treten während der Beurteilungszeit unterschiedliche Emissionen auf, sind entsprechende Teilzeiten der auftretenden Geräusche zu betrachten. Die Impulshaltigkeit von Geräuschen (z. B. Aufprall von Bällen) wird durch einen Zuschlag im Beurteilungspegel berücksichtigt. Die Tonhaltigkeit und Informationshaltigkeit (z. B. Lautsprecher) führen wegen der erhöhten Störwirkung zu Zuschlägen beim Beurteilungspegel von 3 dB oder 6 dB.

Die Beurteilungspegel können sowohl durch Rechnung als auch durch Messung ermittelt werden.

Wenn der Beurteilungspegel durch Messungen ermittelt wird, ist zum Vergleich mit den Immissionsrichtwerten der um 3 dB verminderte Beurteilungspegel heranzuziehen. Hierdurch soll den mit Messungen verbundenen Unsicherheiten zugunsten des Anlagenbetreibers Rechnung getragen werden.

Für die Beurteilung sind gegebenenfalls auch Außenwohnbereiche wie Terrassen, Balkone und Hausgärten zu berücksichtigen.

5.2.2 Freizeitlärm-Richtlinie des Landes Brandenburg

Die Richtlinie [41] gilt für Freizeitanlagen, nicht jedoch für Sportanlagen und Gaststätten sowie für Kinderspielplätze, die die Wohnnutzung ergänzen. Sie gilt auch nicht für Freizeitbetätigungen, deren Geräuscheignisse den Freizeitanlagen nicht zuzurechnen sind. Bei den Freizeitanlagen handelt es sich um immissionsschutzrechtlich nicht genehmigungsbedürftige Anlagen.

Die Richtlinie gilt insbesondere für folgende Anlagen:

- Grundstücke, auf denen in Zelten oder im Freien Diskothekenveranstaltungen, Lifemusik-Darbietungen, Rockmusik-Darbietungen, Platzkonzerte, regelmäßige Feuerwerke, Volksfeste o. ä. stattfinden,
- Spielhallen,
- Rummelplätze,
- Freilichtbühnen,
- Autokinos,
- Freizeitparks,
- Vergnügungsparks,
- Abenteuer-Spielplätze (Robinson-Spielplätze, Aktiv-Spielplätze),
- Sonderflächen für Freizeitaktivitäten, z. B. Grillplätze,
- Badeplätze,
- Erlebniszbäder, auch soweit sie in Verbindung mit Hallenbädern als Außenanlage betrieben werden,
- Anlagen für Modellfahrzeuge, Wasserflächen für Schiffsmodelle,
- Sommerrodelbahnen,
- Zirkusse,
- Hundedressurplätze.

Für die Beurteilungspegel der von Freizeitanlagen verursachten Schallimmission gelten die in Tabelle 7 enthaltenen Immissionsrichtwerte für außen.

Nutzungen	Immissionsrichtwerte in dB(A)		nachts
	tags Werktage außerhalb der Ruhezeit	Werktage innerhalb der Ruhezeit u. Sonn- u. Feiertage	
Industriegebiete	70	70	70
Gewerbegebiete	65	60	50
Kern-, Dorf- u. Mischgebiete	60	55	45
Allg. Wohngebiete, Kleinsiedlungsgebiete	55	50	40
Reine Wohngebiete	50	45	35
Kurgebiete, Krankenhäuser, Pflegeanstalten	45	45	35

Tab. 7: Immissionsrichtwerte nach der Freizeitlärmrichtlinie

Bei Geräuschübertragung innerhalb von Gebäuden und bei Körperschallübertragung gelten für Wohnräume folgende Richtwerte für innen:

- tags 35 dB(A)
- nachts 25 dB(A).

Die Ruhezeiten an Werktagen sind die Zeiten von 06.00 bis 08.00 und von 20.00 bis 22.00 Uhr.

Einzelne Geräuschspitzen sollen die Immissionsrichtwerte "Außen" um nicht mehr als 30 dB am Tag und um nicht mehr als 20 dB in der Nacht überschreiten. Die Immissionsrichtwerte "Innen" sollen von einzelnen Geräuschspitzen um nicht mehr als 10 dB überschritten werden.

Der Beurteilungspegel seltener Ereignisse (an nicht mehr als zehn Tagen oder Nächten eines Kalenderjahres und in diesem Rahmen auch

nicht an mehr als zwei aufeinanderfolgenden Wochenenden) soll folgende Werte nicht überschreiten:

- tags außerhalb der Ruhezeit 70 dB(A)
- tags innerhalb der Ruhezeit 65 dB(A)
- nachts 55 dB(A).

Geräuschspitzen sollen diese Werte tags um nicht mehr als 20 dB und nachts um nicht mehr als 10 dB überschreiten.

5.2.3 VDI 3770 Emissionskennwerte von Schallquellen; Sport- und Freizeitanlagen

Der Entwurf von Richtlinie VDI 3770 [67] enthält Emissionskennwerte für folgende Schallquellen aus dem Bereich der Sport- und Freizeitanlagen:

- Menschen - Kommunikationsgeräusche,
- Fußball,
- Hockey,
- American Football,
- Tennis,
- Eishockey,
- Publikumseislauf,
- Eisstockbahnen,
- Sommerstockbahnen,
- Skateboardanlagen,
- Freibäder und Spaßanlagen,
- Leichtathletikveranstaltungen,
- Bolzplätze,
- Gartenlokale und andere Freisitzflächen,
- Motorsportanlagen.

Für diese Positionen werden Schallleistungspegel angegeben. Die Geräusche, die von den Anlagen zuzurechnenden Parkflächen und Fahrwegen ausgehen, sind nach RLS-90 [25] zu berechnen. Der Richtlinie ist ein Berechnungsbeispiel angefügt.

6 Hinweise für die Planung

Vorbemerkung

Während in den vorstehenden Kapiteln überwiegend auf die planerischen Grundlagen bezüglich des Lärmschutzes eingegangen wird, sollen in diesem Abschnitt weitgehend beispielhaft planerische Möglichkeiten zur Minderung von Lärmeinwirkungen vermittelt werden. Dabei wird nicht der Anspruch erhoben, alle denkbaren Planungsdetails zu behandeln, was auch den Rahmen einer Fibel sprengen würde. In diesem Zusammenhang sei auf das ausführliche Literaturverzeichnis verwiesen.

Der Lärmindex [76], herausgegeben vom Umweltbundesamt, kann darüber hinaus dazu dienen, Ansprechpartner aufzuzeigen, bei denen man Auskünfte und weiterhelfende Hinweise u. a. auch über die Zuständigkeiten bei Lärmproblemen erhalten kann.

Grundsätze des Lärmschutzes

Sowohl bei der energetischen Pegeladdition als auch bei der entsprechenden Mittelung sind aufgrund der logarithmischen Schallpegelskala die jeweils höheren Pegelwerte dominierend für das Ergebnis (vgl. 2.4.2).

Für die Zwecke des Lärmschutzes ergeben sich aus diesem Sachverhalt drei wichtige Folgerungen und prinzipielle Handlungsanweisungen:

- Beim Zusammenwirken mehrerer Schallquellen besteht ein vorrangiger Handlungsbedarf gegenüber der am stärksten einwirkenden Schallquelle.
- Der zu erzielende Schallschutz ist nur so wirksam wie an seiner schwächsten Stelle. Durch unbeabsichtigte Schalllücken und dadurch einwirkende hohe Schallpegel kann ein an sich wirksames Schallschutzkonzept zunichte gemacht werden.

- Die Bündelung von Schallquellen führt zu den insgesamt günstigsten Immissionsverhältnissen, da sich die energetische Verdopplung auch einer hohen Schallemission lediglich als Schallpegelanstieg um 3 dB auswirkt. Man empfindet jedoch erst einen Pegelanstieg um 10 dB bzw. das Zehnfache der emittierten Schallenergie als doppelt so laut.

6.1 Lärminderungspläne und Schallschutz in der Bauleitplanung

Im BImSchG [7] wurde 1990 analog zur Aufstellung von Luftreinhalteplänen (§ 47) ein Paragraph 47 a eingeführt, der die Aufstellung von Lärminderungsplänen fordert. Damit ist ein recht detailliertes Instrumentarium geschaffen worden, dem nachfolgend besondere Aufmerksamkeit gewidmet wird. Sinngemäß können die Ausführungen auch auf die Lärminderung im Rahmen der Bauleitplanung übertragen werden. Im § 47a BImSchG heißt es:

"(1) In Gebieten, in denen schädliche Umwelteinwirkungen durch Geräusche hervorgerufen werden oder zu erwarten sind, haben die Gemeinden oder die nach Landesrecht zuständigen Behörden die Belastung durch die einwirkenden Geräuschquellen zu erfassen und ihre Auswirkungen auf die Umwelt festzustellen.

(2) Die Gemeinde oder die nach Landesrecht zuständige Behörde hat für Wohngebiete und andere schutzwürdige Gebiete Lärminderungspläne aufzustellen, wenn in den Gebieten nicht nur vorübergehend schädliche Umwelteinwirkungen durch Geräusche hervorgerufen werden oder zu erwarten sind und die Beseitigung oder Verminderung der schädlichen Umwelteinwirkungen ein abgestimmtes Vorgehen gegen verschiedenartige Lärmquellen erfordert. Bei der Aufstellung sind die Erfordernisse der Raumordnung und Landesplanung zu beachten.

(3) Lärminderungspläne sollen Angaben enthalten über:

1. die festgestellten und die zu erwartenden Lärmbelastungen,
2. die Quellen der Lärmbelastungen und
3. die vorgesehenen Maßnahmen zur Lärminderung oder zur Verhinderung des weiteren Anstieges der Lärmbelastung.

(4) Die Maßnahmen des Lärminderungsplans sind durch Anordnungen oder sonstige Entscheidungen der zuständigen Träger öffentlicher Verwaltung nach diesem Gesetz oder nach anderen Rechtsvorschriften durchzusetzen. Sind in dem Lärminderungsplan planungsrechtliche Festlegungen vorgesehen, haben die zuständigen Planungsträger zu befinden, ob und inwieweit Planungen in Betracht zu ziehen sind."

Demnach sind zunächst die Belastungen zu erfassen und ihre Auswirkungen auf die Umwelt festzustellen. Durch die Lärminderungspläne als Instrument einer gezielten Planung sollen schädliche Umwelteinwirkungen durch Geräusche abgebaut und der Anstieg von vorhandenen und zu erwartenden Lärmbelastungen überhaupt verhindert werden. Wenn bestimmte Geräuschquellen wie

- verkehrsreiche Straßen,
- Schienenwege,
- genehmigungspflichtige Anlagen nach BImSchG,
- nutzungsintensive Sport- und Freizeitanlagen,

die ein schutzwürdiges Gebiet durchschneiden, tangieren oder auf dieses einwirken, vorhanden sind, sind als erster Schritt Schallimmissionspläne aufzustellen. Nach Festlegung der Immissionsempfindlichkeit der Gebiete werden im Vergleich zu bestehenden Regelungen, wie z. B. der 16. BImSchV [12] oder der TA Lärm [8], die Konfliktbereiche ermittelt, für die dann die Lärminderungspläne aufgestellt werden müssen.

Die Lärminderungspläne enthalten getrennt nach Tag und Nacht eine zusammenfassende Darstellung von Schwerpunkten der Lärmbelastung im schutzwürdigen Gebiet. Daraus ergeben sich räumliche und sektorale Ansatzpunkte für Lärminderungsmaßnahmen sowie fundierte Beurteilungsgrundlagen für Neuplanungen und Bestandsüberplanungen.

Der Umgang mit der Lärminderungsplanung im Land Brandenburg ist durch den gemeinsamen Runderlass der Umwelt-, des Innen- und des Verkehrsministeriums "Zur Durchführung des § 47a des Bundes-Immissionsschutzgesetzes - Aufstellung von Lärminderungsplänen" [42] geregelt. Darin wird dem Straßenverkehr als dem vorrangigen Verursacher großflächiger innerstädtischer Lärmbelastungen besondere Aufmerksamkeit gewidmet.

Die Lärminderungsplanung soll im Sinne eines integrativen Ansatzes eine Bewertung aller bedeutsamen städtischen Planungen, insbesondere des Flächennutzungsplanes und des Verkehrsentwicklungsplanes, vornehmen mit dem Ziel, aus dieser Gesamtsicht Konzepte für einen umweltverträglichen Stadtverkehr zu entwickeln; s. hierzu Abb. 16. Es hat sich als sinnvoll erwiesen, Aufträge zur Lärminderungsplanung an Planungsbüros zu vergeben, die sich als Partner ein Akustikbüro nehmen und die die Fähigkeit besitzen, in den verschiedenen Ressorts der Stadtverwaltungen zu den sehr unterschiedlich bis hin zu "unpopulär" gesehenen Inhalten der Lärminderungsplanung als frei agierende Moderatoren zu vermitteln. Das Herstellen eines Konsenses, auch mit der Gemeindevertretung, ist ein wichtiger Bestandteil dieser speziellen Planungsarbeit, wogegen die Lärmanalyse zur Sichtbarmachung von Lärmkonfliktgebieten nach der Brandenburger Praxis als aufwands-reduzierter Schallimmissionsplan weit zurücktritt.

Zum Inhalt eines Lärminderungsplanes heißt es in dem Runderlass: "Erarbeitung abgestimmter (integrativer) Maßnahmekonzepte zur Lärmsanierung und Lärmvorsorge unter Berücksichtigung vorhandener und

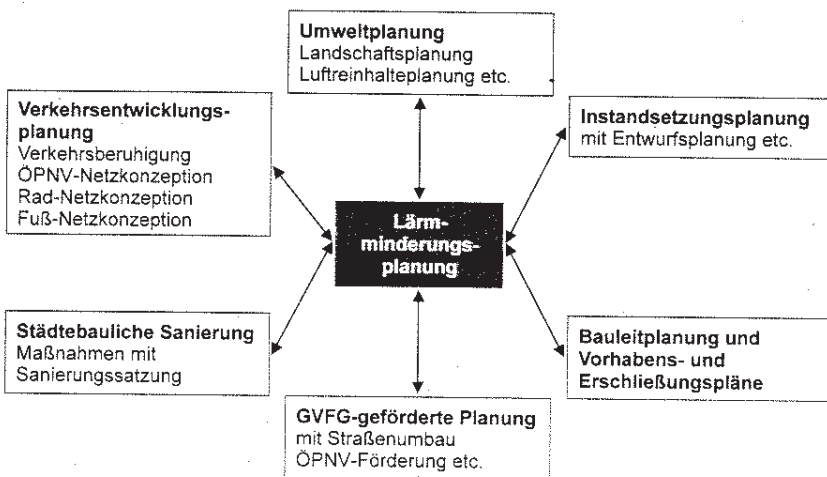


Abb. 16: Integration der Lärminderungsplanung in die gesamststädtische Planung

zukünftiger Planungen (Flächennutzungs-, Verkehrsentwicklungs-, Stadtentwicklungs- und Sanierungspläne sowie Luftreinhaltemaßnahmen im Sinne von § 40 Abs. 2 BImSchG)".

Kern eines Lärminderungsplanes ist danach ein Maßnahmenkonzept. Dazu heißt es im Runderlass:

"Umsetzung der lärmmindernden Maßnahmen (z. B. baulicher und organisatorischer Art) durch Integration in die Ausführungsplanung und Umsetzung der zuständigen Planungs- und Baulastträger. Für die Umsetzung der Lärminderungsmaßnahmen empfiehlt es sich, einen Stufenplan für mehrere Jahre festzulegen, der kurz-, mittel- und langfristige Realisierungsschritte bis hin zur Kostenverifizierung - Landes- und Eigenanteile der Gemeinden - aufzeigt".

Der Lärminderungsplan einschließlich des Maßnahmenkonzepts wird nach Brandenburger Praxis der Gemeindevertretung zum Beschluss vorgelegt. Er erhält dadurch den Status einer Satzung mit bindender Wirkung für die Verwaltung.

Die Maßnahmen zur Verringerung des Straßenverkehrslärms konzentrieren sich auf die Verminderung, Vermeidung oder Verlagerung des motorisierten Verkehrs. Dazu sind im Runderlass beispielhaft genannt:

- Verkehrsminderung, Verkehrsvermeidung (z. B. durch dezentrale Versorgungseinrichtungen in Siedlungsschwerpunkten),
- Förderung von umweltverträglichen Verkehrsarten,
- Ausbau des ÖPNV,
- Einrichtungen für Fußgänger und Radfahrer,
- Parkraumkonzepte,
- Verkehrsverlagerung,
- Verkehrsbündelung auf geeigneten Strecken,
- Lkw-Verkehrsrouten,
- Förderung lärmarmer Lkw (§ 49 StVZO [34]),
- Abbau überhöhter Fahrzeuggeschwindigkeiten,
- Verstetigung des Verkehrsflusses,
- Senkung der Regelgeschwindigkeit,
- Tempo-30-Zonen,
- Verkehrsberuhigung,

- städtebauliche Integration des Straßenraumes,
- lärmarme Fahrbahnbeläge,
- Verkehrsbeschränkungen (§§ 45 und 46 StVO [33]),
- Umstufung, Umwidmung bzw. Entwidmung von Straßen,
- Tunnel, Troglage, Überbauung, Schallschutzwände.

Die durch solche Maßnahmen, vor allem auch in ihrer Kombinationswirkung, erreichbare Lärminderung ist in Tabelle 8 dargestellt.

Art der Straße	Wohn- und Sammelstraße		Verkehrsstraße		Hauptverkehrsstraße Ortsdurchfahrt	
Gesamtanzahl	100 Kfz/h		300 Kfz/h		1000 Kfz/h	
davon Pkw	97 Kfz/h		275 Kfz/h		850 Kfz/h	
Lkw (<7,5 t)	3 Kfz/h		19 Kfz/h		100 Kfz/h	
Lkw (>7,5 t)	-		6 Kfz/h		50 Kfz/h	
Geschwindigkeit	50 km/h	30 km/h	50 km/h	30 km/h	50 km/h	30 km/h
Maßnahme 1 (dB(A))	-	-	0,8	1,2	1,6	2,2
Maßnahme 2 (dB(A))	0,9	1,4	2,6	3,9	4,4	6
Maßnahme 3 (dB(A))	3,5	-	2,7	-	2,3	-
Maßnahme 1 + 3	3,5	-	3,9	1,2	4,5	2,2
Maßnahme 2 + 3	4,9	1,4	6,6	3,9	8,4	6
Maßnahme 1: Fahrverbot für schwere Lkw > 7,5 t						
Maßnahme 2: Fahrverbot für Lkw > 2,8 t						
Maßnahme 3: Herabsetzung der Geschwindigkeit von 50 km/h auf 30 km/h						

Tab. 8: Beispiele der Lärminderung bei gepflasterter Straßenoberfläche durch verkehrsberuhigende Maßnahmen (aus [73])

Die Wirkungsabschätzung der Lärminderungsmaßnahmen im engen Sinne des § 47a BImSchG, gemessen an dem harten Faktor Lärm, wird in den meisten Fällen der weitergehenden Brandenburger Interpretation, die über den integrativen Planungsansatz gesamtstädtisch den umweltfreundlichen Verkehr befördern will, nicht gerecht. Aus diesem Grunde wurde in einer Forschungsstudie am Beispiel der Modellstädte Senftenberg und Luckenwalde ein Bewertungsschema zur Wirkungsabschätzung verkehrsbeeinflussender Maßnahmen entwickelt. Aus einer Vielzahl die Mobilität in einem Gemeinwesen berührender Kenngrößen wurde ein Indikatorensystem zu einer Bewertungsspinne zusammengefügt, mit der viel umfassender als mit den harten Faktoren

Lärm und auch Luft die Wirkung einer Maßnahme auf die betroffenen Bewohner dargestellt werden kann.

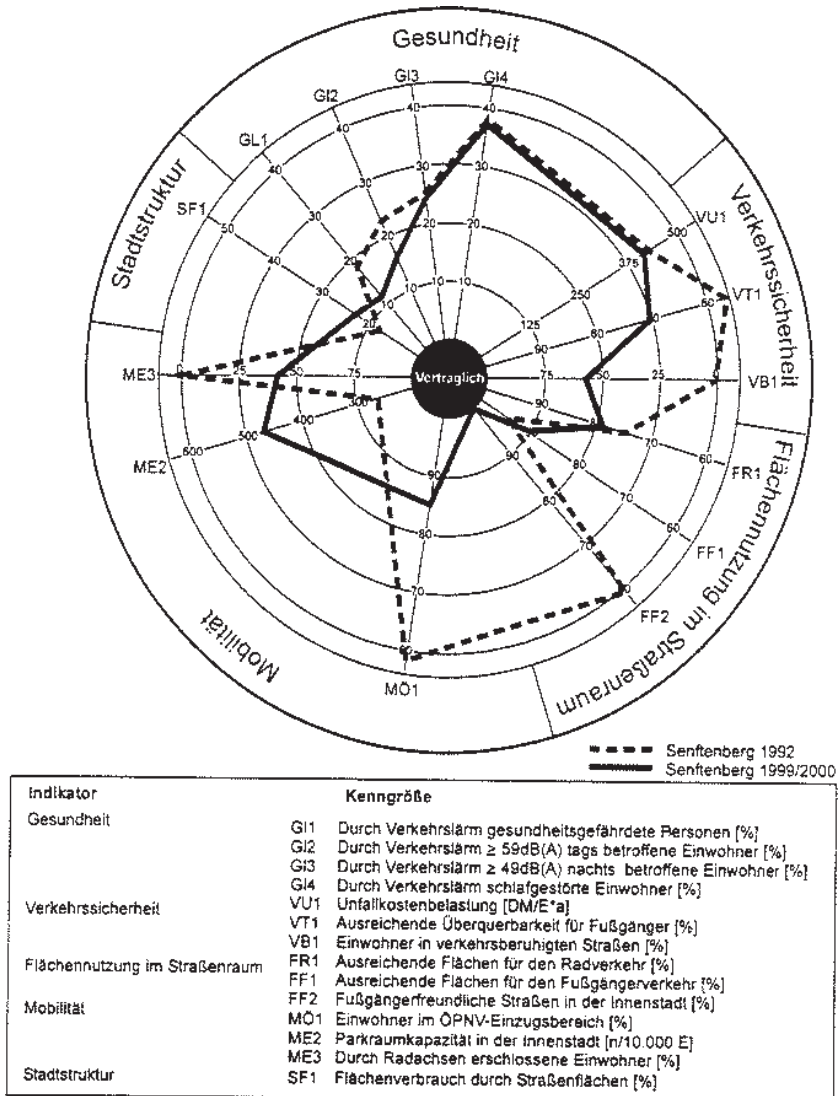


Abb. 17: Bewertungsspinne für das Beispiel Senftenberg

6.2 Verkehrslärm

6.2.1 Straßen- und Schienenverkehr

6.2.1.1 Emissionsminderung

Bei dem vom Straßen- und Schienenverkehr ausgehenden Lärm haben wie bei anderen Lärmquellen Minderungsmaßnahmen an den Fahrzeugen Vorrang.

Dies ist beim Kraftfahrzeugverkehr insbesondere wichtig bei den Lkw, da z. B. ca. 25 Lkw pro Stunde im Straßenverkehr ebensoviel Lärm verursachen wie 400 Pkw (Vergleichsbasis 80 km/h und gleicher Straßenbelag). Hier bieten sich Möglichkeiten durch Motorkapselung, technische Maßnahmen an den Aufbauten und durch Minderung der Rollgeräusche (leisere Reifen) an. Der Begriff "lärmmarme Fahrzeuge" ist in der Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung [34] definiert.

Auch beim Schienenverkehr ist die Industrie durch Einsatz neuer Werkstoffe um eine ständige Reduzierung des vom Fahrzeug ausgehenden Lärmpegels bemüht. Dazu zählen u. a.:

- Umrüsten der Triebfahrzeuge von Klotz- auf Scheibenbremsen
- Umrüsten der Güterwagen auf leisere Klotzbremsen
- Einsatz von schalloptimierten Fahrzeugen, z. B. Einsatz von Radabsorbern.

6.2.1.2 Straßen- und Schienenwegeplanung (Trassierung)

In der Planung ist es schalltechnisch günstig, Straßen, z. B. Umfahungsstraßen, und Eisenbahnschienenwege so weit wie möglich von schutzbedürftiger Nutzung entfernt zu halten. Dies bedeutet andererseits auch, dass an bestehende Umgehungsstraßen schutzbedürftige Nutzungen, z. B. Wohnbebauung, nicht nahe heranrücken dürfen. Hierbei ist zu beachten, dass doppelter Abstand eine Pegelminderung von 3 - 4 dB bewirkt (vgl. 3.1.2.4, Abb. 12). Dies bedeutet, dass mit zunehmender Entfernung zwischen Verkehrsweg und Immissionsort eine Trassenverschiebung sich nur noch gering auswirkt.

Sofern möglich sollten Straßen so gestaltet werden, dass sie gleichmäßig in langsamer Geschwindigkeit befahren werden können. Dabei sind Kreisverkehrsregelungen normalen Kreuzungen vorzuziehen. Schnelle Schallpegelanstiege durch bremsende oder anfahrende Fahrzeuge (vgl. 6.2.1.5) bewirken besondere Störungen. In den RLS-90 [25] werden deshalb auch Störeinflüsse von Kreuzungen durch Pegelzuschläge bis zu 3 dB bei der Ermittlung des Beurteilungspegels berücksichtigt.

Auch Steigungen wirken sich nachteilig auf den Schallpegel aus. Je geringer die durch die Trassenführung bedingte Steigung, desto geringer ist die Lärmbelastung.

Wie bereits an anderer Stelle erläutert, ist die Bündelung von Verkehrswegen (Lärm zu Lärm) schalltechnisch günstig. Dies bedeutet, dass bei Straßen- und Schienenwegeplanungen bestehende Lärmquellen berücksichtigt werden sollten. Trassen künftiger Verkehrswege sollten so ggf. entlang schon bestehender Schallquellen, z. B. Straße entlang eines bestehenden Schienenweges, angeordnet werden. Dies erhöht im Bereich des vorhandenen Verkehrsweges die Lärmbelastung meist nur unwesentlich und vermeidet die Verlärmung bislang unbelasteter Gebiete.

Bei der Wahl der Trasse sollten auch schalltechnisch günstige topographische Elemente, z. B. Einschnittlagen, berücksichtigt werden.

Im Rahmen des Baus von Umgehungsstraßen ist parallel dazu durch Verkehrsberuhigung und Rückbau bestehender Ortsdurchfahrten die dort betroffene Bevölkerung von Lärm zu entlasten.

Beim Schienenverkehr sind im Streckenverlauf ausreichend groß bemessene Kurvenradien vorzusehen. In engen Kurven führen Quietschgeräusche zu Schallpegelerhöhungen von bis zu 8 dB.

Daher sollten bei der Straßenbahn im Rahmen der Planung der Streckenführung Bogenhalbmesser und Längsneigungen fahrdynamisch günstig sein und hohe Geschwindigkeiten zulassen. Jedoch sollen sich die Geschwindigkeiten für die einzelnen Streckenabschnitte der jeweiligen Straßenraumnutzung und städtebaulichen Situation anpassen. Bei unabhängigem Bahnkörper sollten Bogenhalbmesser und Streckengleis

mindestens so groß sein, dass in den Gleisbögen keine Beschränkungen der Streckenhöchstgeschwindigkeit notwendig sind.

6.2.1.3 Straßen- und Schienenwegeoberflächen

Die Straßenbeläge beeinflussen den Geräuschpegel. Nach den RLS-90 [25] führt die Art des Straßenbelages zu Schallpegelkorrekturwerten (Tabelle 9). Je höher die gefahrene Geschwindigkeit, desto höher sind gegebenenfalls die oberflächenbedingten Schallpegelkorrekturwerte. Für Straßenplanungen bedeutet dies, dass z. B. Aufpflasterungen bei niedrigen Fahrgeschwindigkeiten in Tempo-30-Zonen oder Spielstraßen ein geeignetes Mittel zur Geschwindigkeitsbeeinflussung und Straßengestaltung darstellen, während bei Hauptstraßen auf Pflasterstreifen als Tempobremse aus Lärmschutzgründen möglichst verzichtet werden sollte.

Offenporige Asphaltdeckschichten haben in Versuchen erhebliche Pegelminderungen gebracht. Korrekturwerte für Straßenoberflächen $D_{\text{StrO}} = -5 \text{ dB}$ im Neuzustand sind erreichbar. Probleme gibt es bei der bautechnischen Nutzungsdauer durch zu geringe Haltbarkeit und ein allmähliches Zusetzen der Poren durch Reifenabrieb und Verunreinigungen. Die Abbildung 18 zeigt diesen aus Messungen abgeleiteten Sachverhalt getrennt für Pkw und Lkw.

Insbesondere an Straßen mit unebener Fahrbahnoberfläche können während der Vorbeifahrt schwerer Fahrzeuge unter Umständen Erschütterungen in den anliegenden Wohngebäuden entstehen, die zu erheblichen Belästigungen führen. Verstärkt werden die Belästigungen häufig auch noch durch Schallpegelspitzen, die durch schlagende Teile der Fahrzeuge bzw. der Ladung verursacht werden. Neben den nach der Rechenvorschrift der RLS-90 ermittelten Mittelungspegeln gibt es durch derartige Ereignisse verursachte Spitzenpegel, die zu Belästigungen führen können.

Im Schienenverkehr ist der klassische Gleisaufbau, die Betonschwelle im Schotterbett, die schalltechnisch günstigste Variante. Andere Konstruktionen wie z. B. die feste Fahrbahn und in Straßenfahrbahnen eingebettete Gleise führen zu Pegelzuschlägen von 5 dB, wenn sie nicht

absorbierend ausgeführt sind. Absorbierende Auskleidungen bringen Pegelsenkungen von 2 dB.

Weitere Möglichkeiten zur Geräuschminderung am Rad-Schiene-System sind:

- Schleifen der Schienenlaufläche zur Beseitigung von Riffeln,
- Schienenstegbedämpfung, insbesondere bei Straßenbahnschienen, durch Eingießen der Schienen in elastisches Material bzw. Rasenabdeckung des Gleiskörpers.

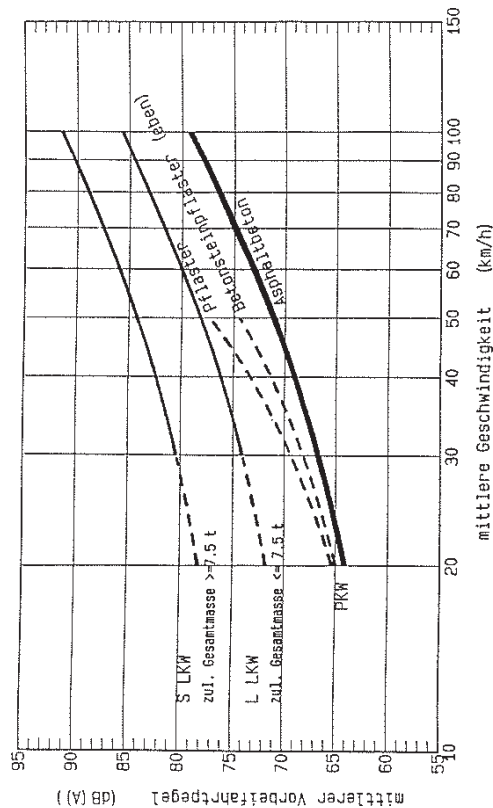


Abb. 18: Geräuschemissionen (mittlerer max. Vorbeifahrtpegel in 7,5 m Abstand) bei frei fließendem Verkehr (aus [77])

	Straßenbelag Fahrgeschwindigkeit in km/h			
	30	40	≥ 50	> 60
Nichtgeriffelte Gussasphalte, Asphaltbetone, Splittmastixasphalte	0	0	0	-
Betone oder geriffelte Gussasphalte	1,0	1,5	2,0	-
Pflaster mit ebener Oberfläche	2,0	2,5	3,0	
Sonstiges Pflaster	3,0	4,5	6,0	-
Betone nach ZTV Beton 78 mit Stahlbesenstrich, mit Längsglätter	-	-	-	1,0
Betone nach ZTV Beton 78 ohne Stahlbesenstrich, mit Längsglätter und Längstexturierung mit einem Jutetuch	-	-	-	-2,0
Asphaltbeton $\leq 0/11$ und Splittmastixasphalte 0/8 und 0/11 ohne Absplittung	-	-	-	-2,0
Offenporige Asphaltdeckschichten, die im Neuzustand einen Hohlraumgehalt $\geq 15\%$ aufweisen mit Kornaufbau 0/11	-	-	-	-4,0
Offenporige Asphaltdeckschichten, die im Neuzustand einen Hohlraumgehalt $\geq 15\%$ aufweisen mit Kornaufbau 0/8	-	-	-	-5,0

Tab. 9: Pegelzuschläge D_{StrO} in dB für unterschiedliche Straßenoberflächen in Abhängigkeit von der Fahrgeschwindigkeit (aus [25] und [28])

6.2.1.4 Verkehrsmenge und Verkehrsberuhigung

Die Kraftfahrzeugmenge hat einen großen Einfluss auf die Lärmbelastung. Dabei erhöht eine Verkehrsverdoppelung den Schallpegel um 3 dB. Zudem trägt der Lkw-Anteil wesentlich zur Lärmerzeugung bei. Lärmreduzierung ist demnach durch eine Verminderung der Verkehrsmenge insbesondere auch bei den Lkw zu erreichen.

Der Verringerung der Verkehrsmenge, insbesondere auf der Straße, kommt deshalb eine besondere Bedeutung zu. In erster Linie sind hier Maßnahmen zur Vermeidung und Verlagerung des Verkehrs zu sehen, was beispielsweise durch eine Förderung in die wirtschaftsnahe Schieneninfrastruktur in Gewerbegebieten möglich wäre. Auch wurden in einigen Städten Brandenburgs sogenannte Lkw-Führungskonzepte realisiert, die in sensiblen Bereichen zu erheblichen Entlastungen führen.

Die Verkehrsmenge kann beispielsweise auch dadurch vermindert werden, dass neben einer fußgängergerechten Stadtplanung (breite Gehwege, Fußgängerzonen) ein leistungsstarkes Fahrradwegenetz angelegt wird. Auch durch geeignet angeordnete Parkeinrichtungen kann in zu schützenden Gebieten der Verkehr reduziert werden. So sollte bereits bei der Planung die Möglichkeit zur Schaffung von P&R-Plätzen einbezogen werden, um Berufspendler zum Umsteigen auf den öffentlichen Personennahverkehr (Schienenverkehr, lärmarme Busse) zu bewegen. In Wohnquartieren kann durch die Errichtung zentraler Parkeinrichtungen an geeigneter Stelle der innere Verkehr weitgehend vermieden werden. Entsprechende Flächen sollten bereits in der städtebaulichen Planung vorgesehen werden.

Eine geringere Verkehrsmenge lässt sich im Rahmen von Verkehrsberuhigungsmaßnahmen durch die Änderung der Erschließung von Wohngebieten erreichen. Die Erschließungsstraßen dürfen dabei keinen Durchgangsverkehr ermöglichen. Dieser kann dann auf Hauptstraßen durch weniger schutzbedürftige Gebiete geführt werden.

Die Lärmmehrbelastung auf außerhalb des Wohngebietes vorbeiführenden Hauptstraßen ist im Vergleich zu einer Planungslösung mit einer durch die Wohnbebauung führenden Durchgangsstraße in der Re-

gel gering. Die Lärmreduzierung im beruhigten Wohngebiet fällt dagegen höher aus.

Ein einfaches Beispiel möge dies erläutern: Im nicht beruhigten Fall fahren auf einer Hauptstraße außerhalb des Wohngebietes 1500 Fahrzeuge je Stunde. Ebenso viele mögen eine Durchgangsstraße durch das Wohngebiet befahren. Im beruhigten Fall sei auf der Hauptstraße mit ca. 2700 Fahrzeugen und in der Wohngebietserschließung mit ca. 300 Fahrzeugen zu rechnen. In diesem beruhigten Fall ist auf der Hauptstraße gegenüber der Alternativlösung mit einem um etwa 3 dB höheren Pegel zu rechnen, während im Wohngebiet die Schallpegelreduzierung etwa 7 dB beträgt.

Im Hinblick auf die Reduzierung der Verkehrsmenge sind Straßen bzgl. ihrer Dimensionierung schon so zu planen, dass sie nicht zusätzlichen neuen Verkehr anziehen.

In jedem Fall sollte die Planung auf möglichst kurze Wege zwischen unterschiedlichen Nutzungen ausgerichtet sein.

Durch ein enges Nebeneinander von Wohnen, Handel und Arbeiten („Stadt der kurzen Wege“) können viele Fahrten vermieden und damit die Verkehrsmengen reduziert werden (z. B. Supermarkt nicht auf der grünen Wiese).

Auch Verkehrsverbote und Verkehrsbeschränkungen tragen zur Lärmreduzierung bei. Dies betrifft z. B. nächtliche Fahrverbote in besonders schutzbedürftigen Bereichen (Krankenhaus, Kurort) oder Durchfahrtsverbote für nicht lärmarme Lkw auf bestimmten Straßenabschnitten.

Der besonders lärmintensive Lkw-Verkehr durch die Wohnquartiere der Städte kann reduziert werden, wenn bereits im Planungsstadium auf Möglichkeiten geachtet wird, Gütertransporte auf die Schiene zu verlagern. Entsprechende Gleisanschlüsse und Standorte für Umschlagplätze sollten vorgesehen und Gewerbe mit schienenaffinen Produkten in Gebieten mit Gleisanschluss angesiedelt werden.

Im Schienenverkehr sind neben der Zuganzahl Zuglänge, Fahrzeugart und Bremsbauart für die Lärmentwicklung entscheidend. Wie im Stra-

ßenverkehr erhöht eine Verdoppelung der Zuganzahl den Schallpegel um 3 dB. In gleicher Weise wirkt eine Verdoppelung der Zuglänge. Planerische Möglichkeiten, den Schienenverkehr bezüglich der Menge und Zugart lärmtechnisch positiv zu beeinflussen, gibt es praktisch nicht. Umsomehr treten Trassenwahl und Abschirmmaßnahmen in den Vordergrund.

6.2.1.5 Fahrgeschwindigkeit und Verkehrsberuhigung

Nach 3.1.2.4, Abb. 11 führt eine niedrigere Fahrgeschwindigkeit im Straßenverkehr zu geringerer Lärmbelastung. Beispielsweise wird durch eine Verminderung der Fahrgeschwindigkeit von 70 auf 40 km/h bzw. von 50 auf 30 km/h der Schallpegel um ca. 3 dB vermindert. Das entspricht etwa einer Halbierung der Verkehrsmenge und der Schallenergie. Mit einer Reduzierung der Fahrgeschwindigkeit von 130 km/h auf 100 km/h ist bei einem Lkw-Anteil von 20 % nur eine Pegelminderung von ca. 1,5 dB erreichbar.

In diesem Zusammenhang spielt auch die Motordrehzahl eine Rolle. Je höher die Drehzahl ist, desto lauter sind die Antriebsgeräusche. Leise fahren heißt also, mit möglichst niedriger Drehzahl fahren. Die Abhängigkeit der Fahrgeräusche von der Gangwahl gibt Abbildung 19 wieder.

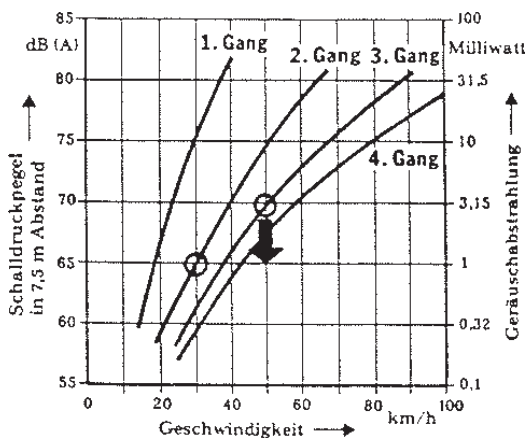


Abb. 19: Max. Vorbeifahrtpegel in 7,5 m Abstand in Abhängigkeit von der Fahrgeschwindigkeit und der Gangwahl (aus [75])

Bei 40 km/h werden beispielsweise im 2. Gang ca. 70 dB(A), im 4. Gang nur ca. 63 dB(A) erzeugt. Diese Aussage der Abbildung 19 bezieht sich auf die Vorbeifahrt eines einzelnen Pkw, während sich die Geräuschbelastung an einer Straße aus der Vorbeifahrt einer Vielzahl von Fahrzeugen zusammensetzt und somit durch den Mittelungspegel dargestellt wird. Der Mittelungspegel nimmt allerdings nur halb so stark mit der Entfernung von der Straße ab wie der in Abbildung 19 angegebene maximale Vorbeifahrtpegel eines einzelnen Pkw.

Im Straßenverkehr bietet sich die Möglichkeit, durch entsprechende Straßengestaltung eine langsame und gleichmäßige Fahrweise ohne störende Brems- und Beschleunigungsvorgänge mit hohen Drehzahlen zu erreichen. Dies gilt sowohl in Wohnstraßen (kein unübersichtlicher Hindernis-Parcours) als auch für Haupt- und Umgehungsstraßen, die nicht überdimensioniert werden sollten. Innerorts kann durch enge Straßen die Fahrgeschwindigkeit reduziert werden. Eine gleichmäßige Geschwindigkeit kann auch durch Einrichtung einer grünen Welle bei der Ampelschaltung erreicht werden.

Auf der Grundlage des § 45 StVO [33] können die Straßenverkehrsbehörden innerhalb geschlossener Ortschaften im Einvernehmen mit der Gemeinde zum Schutz der Bevölkerung vor Lärm und Abgasen oder zur Unterstützung einer geordneten städtebaulichen Entwicklung Verkehrsbeschränkungen anordnen. Dazu gehört insbesondere in Wohngebieten mit starkem Fußgänger- und Fahrradverkehr die Einrichtung von Tempo-30-Zonen. Ausgenommen von derartigen Anordnungen sind Straßen des überörtlichen Verkehrs und Vorfahrtstraßen.

Innerhalb von Tempo-30-Zonen dürfen sich mit Ausnahme von Lichtzeichenanlagen für Fußgänger keine durch Lichtzeichen geregelten Kreuzungen und Einmündungen befinden, und es gilt grundsätzlich die Vorfahrtregelung "rechts vor links".

Darüber hinaus können in zentralen städtischen Bereichen (z. B. verkehrsberuhigte Geschäftsbereiche) auch Zonengeschwindigkeitsbegrenzungen von weniger als 30 km/h angeordnet werden.

Die Situationsveränderung durch Tempo 30 wird in Wohnvierteln zunehmend positiv beurteilt; dies gilt auch für die Wohnzufriedenheit. Kri-

tische Äußerungen zu Tempo 30 beziehen sich meist nur auf bauliche Maßnahmen. Hier sind Anforderungen an die Planung in einem sehr hohen Maße vorhanden [78].

Städtebaulichgestalterische Eingriffe durch Straßenumbauten sind dabei vor allem bei Anwendung isolierter Tempo-30-Zonen erforderlich. Sie lassen sich bei flächenhaften Tempo-30-Regelungen eher vermeiden. Umbauten betreffen punktuell vor allem die Einfahrbereiche zu Tempo-30-Zonen und Stellen besonders hoher Verkehrsgefährdung an Schulen und Kindergärten oder an ÖPNV-Haltestellen. Bei der Gestaltung des Verkehrsflächenumbaus ist jedoch auf die jeweilige örtliche Situation besonders Rücksicht zu nehmen.

Insbesondere in verkehrsberuhigten Zonen wird in Zukunft auch der Fahrradverkehr stärker zunehmen, finden doch 50 % aller Autofahrten in einem Entfernungsbereich von 5 km statt.

In vielen Städten wurde schon die flächendeckende Ausweisung von Tempo-30-Zonen beschlossen. Nur auf einem Vorbehaltsstraßennetz darf dann noch schneller als 30 km/h gefahren werden.

Für die Planung wichtig ist in diesem Zusammenhang auch die schon angesprochene innere Erschließung von Wohngebieten. Eine kleinteilige Erschließung ohne Durchfahrtsstraßen zwingt zum langsamen Fahren.

Im Schienenverkehr bedeutet Geschwindigkeitsreduzierung ebenfalls eine wirkungsvolle Maßnahme zur Lärminderung. Bei Zügen führt die Halbierung der Geschwindigkeit gemäß Schall 03 [31] zu einer Schallpegelreduzierung von ca. 6 dB. Hier bieten sich zur Umsetzung jedoch praktisch keine Möglichkeiten der städtebaulichen Planung. Auch ist zu bedenken, dass die Eisenbahn als umweltfreundliches Verkehrsmittel auf adäquate Fahrgeschwindigkeiten angewiesen ist, um ihren verkehrspolitischen Auftrag erfüllen zu können.

6.2.1.6 Schallabschirmung

Durch Hindernisse (Schallschutzwände, Wälle, Gebäude u.a.) kann durch entsprechende geometrische Anordnung der Einfluss einer Schall-

quelle auf einen Aufpunkt wirksam gemindert werden. Hinter dem Hindernis bildet sich ähnlich wie in der Optik ein Schallschatten aus, der jedoch durch Beugung des Schalls an den Kanten gemindert wird.

In der Abbildung 20 wird schematisch die Abschirmung einer Schallquelle dargestellt.

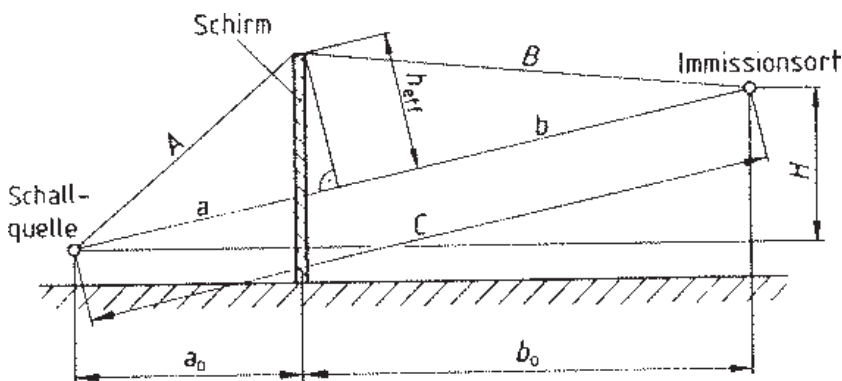


Abb. 20: Schematische Darstellung der Abschirmung

Entscheidend für die Pegelminderung ist der Schirmwert z . Dieser Schirmwert ist der Umweg des Schallstrahles über das Hindernis. Der Wert z wird maßgeblich von der effektiven Höhe h_{eff} des Hindernisses bestimmt, aber auch von der Nähe der Abschirmung zur Schallquelle.

Der Schirmwert berechnet sich nach folgender Gleichung:

$$z = \frac{h_{\text{eff}}^2}{2} \left(\frac{1}{a} + \frac{1}{b} \right)$$

Die Pegelminderung durch den Schirm kann überschlägig nach der Beziehung

$$\Delta L_z = 10 \lg (3 + 0,12 \cdot f \cdot z)$$

abgeschätzt werden, wobei die Frequenz f in Hz z. B. bei Gewerbe- und Industrieeräuschen mit 500 Hz angenommen werden kann.

Beispiel: $a = 15 \text{ m}$
 $b = 35 \text{ m}$
 $h_{\text{eff}} = 2 \text{ m}$

$$z = \frac{2^2}{2} \left(\frac{1}{15} + \frac{1}{35} \right)$$

$$z = 0,19$$

$$\Delta L_z = 10 \lg (3 + 0,12 \cdot 500 \cdot 0,19)$$

$$\Delta L_z \approx 11 \text{ dB}$$

Eine Abschätzung ist auch mit Hilfe des Diagramms Abbildung 21 möglich, wenn h_{eff} und der Basisabstand e zwischen Schallquelle und Aufpunkt (Wohnung) bekannt ist.

Genauere Berechnungsvorschriften sind in VDI 2720-1 [64], RSL-90 [25] und Schall 03 [31] enthalten.

Hinweise und Anmerkungen zur Errichtung und Gestaltung von Abschirmungen:

- Entscheidend für die Pegelminderung ist die effektive Schirmhöhe, d.h. die Überhöhung, da diese Größe mit dem Quadrat in den z -Wert eingeht.
- Abschirmungen sollten so nahe wie möglich an der Schallquelle stehen; die Schirmabmessungen Höhe und Breite können bei gleicher Wirksamkeit dann klein gehalten werden.
- Mit zunehmendem Abstand des Aufpunktes vom Schirm nimmt die Pegelminderung ab. Bei Abständen über 400 m ist die Wirksamkeit sehr gering.
- Bei Abschirmungen sollten mindestens Pegelminderungen von 5 dB im Mittel erreichbar sein.
- Schirme unmittelbar vor dem Aufpunkt sind auch wirksam, werden aber häufig als störend empfunden (Sichtbehinderungen, Sonnenlichtabschattungen).
- Schirme müssen neben der erforderlichen Höhe auch in der Breite ausreichend dimensioniert werden, da der Schall auch an den senkrechten Kanten gebeugt wird.
- Investitionsaufwand, Platzbedarf, Unterhaltungskosten sowie ästhetische Anforderungen sind zu optimieren.

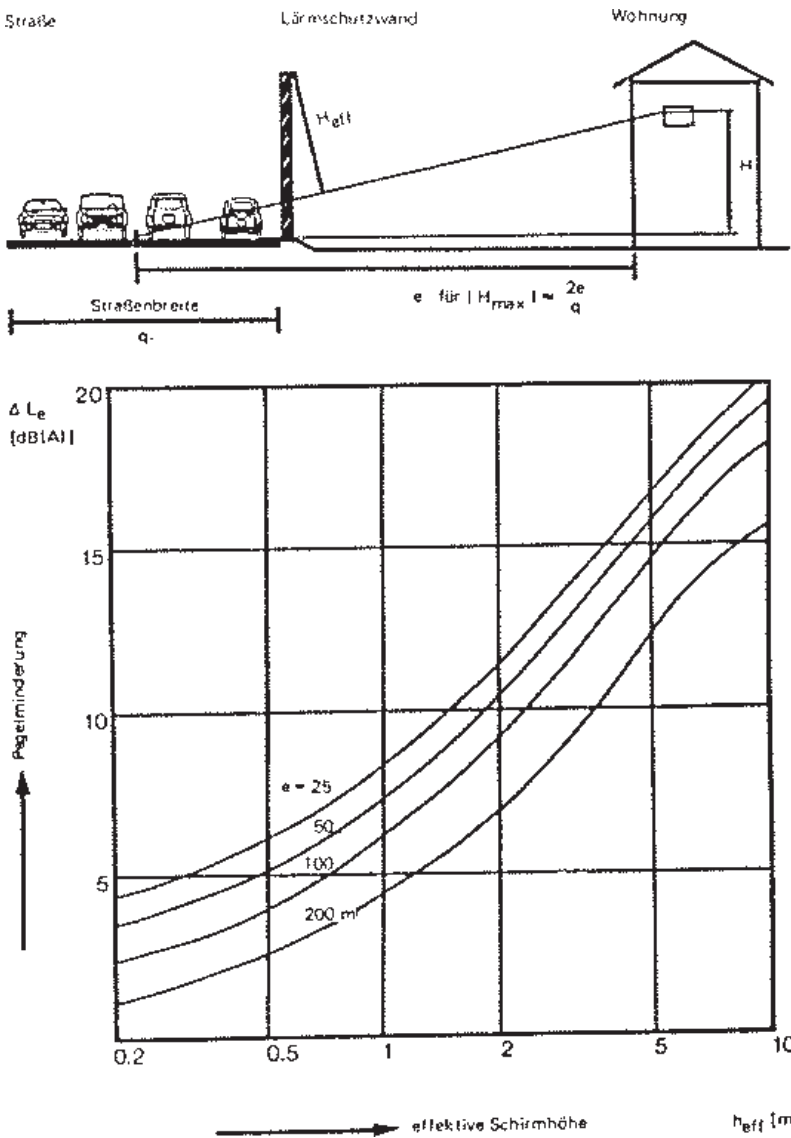


Abb. 21: Pegelminderung durch ein Hindernis in Abhängigkeit von der effektiven Schirmhöhe und vom Abstand zur Bebauung

- Schallschutzwälle müssen in der Regel höher sein als Schutzwände. Der Abstand der Wallkrone ist aufgrund der Fußbreite des Walles größer als bei einer Schutzwand.
- Schallschutzwälle erfordern einen höheren Platzbedarf. Die Fußbreite beträgt in der Regel das drei- bis vierfache der Wallhöhe (Grunderwerbskosten, Eingriff in Natur und Landschaft).
- Zu Vermeidung von Schallreflexionen in zu schützende Wohnbebauung ist es erforderlich, die reflektierenden Flächen schallabsorbierend auszuführen.
- Bei Schallschutzwänden reichen zur Schalldämmung Flächenmassen von 5 bis 10 kg/m² aus.

Schallschutzwälle

Schallschutzwälle werden als Lärmschutzeinrichtungen heute häufig im Städtebau, insbesondere beim Schallschutz an Straßen, verwendet. Wälle lassen sich bei entsprechender Modellierung gut in die Landschaft einbinden, sie sind bepflanztbar, und man kann die für sie notwendige Erdmasse meist aus dem ohnehin anfallenden Erdaushub des Baugebietes der Straße oder eines Baugebietes verwenden. Die der Lärmquelle abgewandte Seite kann genutzt werden z. B. für Kinderspielflächen, Rodelbahnen für Kleinkinder, Geh- und Radwege aber auch für Garagenanlagen. Die Skizzen der Abbildung 22 zeigen einige Beispiele der Anwendung von Schallschutzwällen.

Ein Nachteil von Wällen kann sein, dass sie relativ viel Grundfläche benötigen und diese speziell im Bestand oft nicht vorhanden ist. Bei Neuplanungen ist es möglich und notwendig, den Platz für Lärmschutzeinrichtungen im Bebauungsplan zu sichern (§ 9 (1) 24 BauGB [4]), auch wenn z. B. eine Straße erst später gebaut werden soll.

Ein weiterer Nachteil von Wällen besteht darin, dass der Schallschutz bei gleicher Höhe nicht so effektiv wie bei einer Wand ist, da die Schirmkante (durch den Schüttwinkel) nicht so dicht an der Lärmquelle stehen kann und deshalb in der Regel größere Höhen erforderlich werden. Eine Kombination zwischen Wall und Wand bzw. bepflanzbaren steileren Stützmauern kann hier Abhilfe schaffen.

Vom Landschaftsbild her gesehen sind Schallschutzwälle entsprechenden Wänden meistens vorzuziehen. Wälle und Wände können im Einzelfall bezüglich des Abflusses von bodennaher Kaltluft störend wirken. In diesem Fall wäre zu überprüfen, ob nicht andere Lösungen gewählt werden müssen (z. B. Einschnitt oder Tunnel).

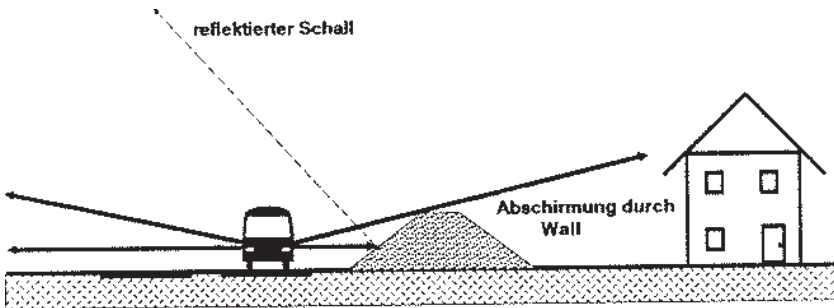


Abb. 22: Schallabschirmung durch Wall

(Der Nachteil großen Flächenbedarfs wird beim Schallschutzwall durch die Vermeidung unerwünschter Schallreflexionen und eine Vielzahl von Gestaltungsmöglichkeiten mit Einbindung in die Landschaft ausgeglichen.)

Innerhalb von Stadtgebieten stößt der Einsatz sowohl von Schallschutzwänden als auch von Schallschutzwällen an gestalterische Grenzen. Die städtebauliche Planung ist über die gerechte Abwägung zum Ausgleich der widerstreitenden Belange aufgerufen.

Schallschutzwände

Schallschutzwände sind ein geeignetes Mittel, um vor Lärmeinwirkungen zu schützen. Die inzwischen jahrelange Erfahrung mit solchen Wänden hat dazu geführt, dass es eine große Anzahl von optisch ansprechenden Systemen gibt, die zudem auch den Witterungseinflüssen standhalten.

Wände haben den Vorteil, dass sie gegenüber den Wällen wesentlich weniger Platz verbrauchen und deshalb in Bestandsgebieten oft die einzig mögliche Abschirmmaßnahme darstellen. Bei Verwendung ent-

sprechenden Materials sowie evtl. Bepflanzung mit Rankpflanzen lässt sich die Einfügung solcher Wände in das Ortsbild verbessern. Die stadtgestalterische Problematik ist ähnlich wie die von Schallschutzwällen zu beurteilen (s. o.).

Die Abbildungen 23a und 23b zeigen einige Beispiele der Anwendung von Schallschutzwänden.

Durch die Möglichkeit, mit einer Wand relativ dicht an eine Lärmquelle zu gelangen, kann die Wandhöhe meist niedriger als eine entsprechende Wallhöhe gewählt werden.

Die Richtzeichnungen für Lärmschirme außerhalb von Kunstbauten (RiZaK-88) [29] enthalten Prinzipskizzen und Hinweise für die Planung und Ausführung von Schallschirmen. Die technische Ausgestaltung von Schallschutzwänden wird in den Zusätzlichen Technischen Vorschriften und Richtlinien für die Ausführung von Schallschutzwänden an Straßen (ZTV-Lsw 88 [30]) geregelt. In dieser Richtlinie des Bundesministers für Verkehr werden die Anforderungen an das Material, die Standsicherheit, die Beständigkeit und die Schallabsorption der Schallschutzwände festgelegt. Ferner werden behandelt: Prüfverfahren, Vergabe, Abnahme und Gewährleistung.

Bei der Errichtung von Schallschutzwänden ist besonders auf die Reflexion des Schalls zu achten. Ansonsten führt evtl. der Schallschutz für die Bewohner an gegenüber gelegenen Immissionsorten zu einer Erhöhung des Schallpegels, die bis zu 3 dB betragen kann, was der Verdopplung des Verkehrsaufkommens entspricht. Die Abbildung 24 verdeutlicht beispielhaft diese Problematik.

Deshalb ist bei der Errichtung von Schallschutzwänden in jedem Einzelfall zu prüfen, ob nicht absorbierende Wände notwendig sind.

Wände sind absorbierend auszubilden, um

- Pegelerhöhungen an der der Schallschutzwand gegenüberliegenden Seite,
- Pegelerhöhungen im Straßenraum durch Mehrfachreflexionen und
- Pegelerhöhungen auf der hinter der Wand gelegenen Seite durch Reflexionen an Fahrzeugen (speziell Lkw) zu minimieren.

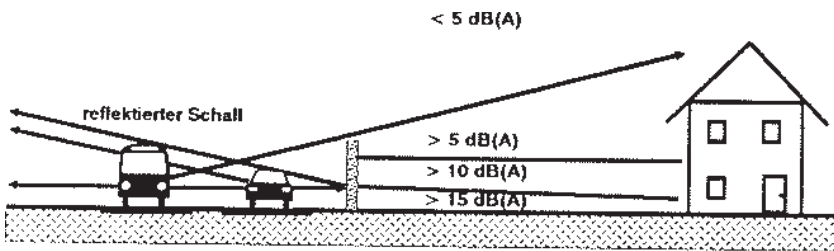


Abb. 23a: Abschirmung durch Schallschutzwand
(Gegenüber der fernen Fahrbahn besteht eine geringere Schirmwirkung, was für höhere zu schützende Objekte bedeutsam ist.)

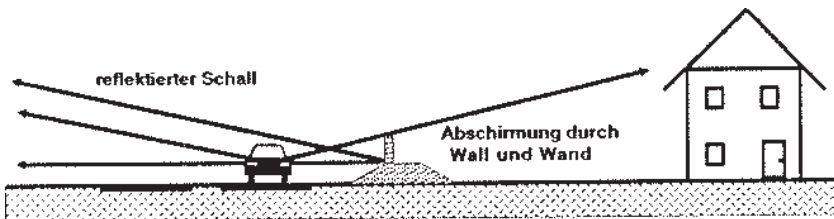


Abb. 23b: Kombination von Schallschuttwall und -wand
(Durch die Kombination von Wall und Wand können Gestaltungsmöglichkeiten und erforderliche Schirmwirkung optimiert werden.)

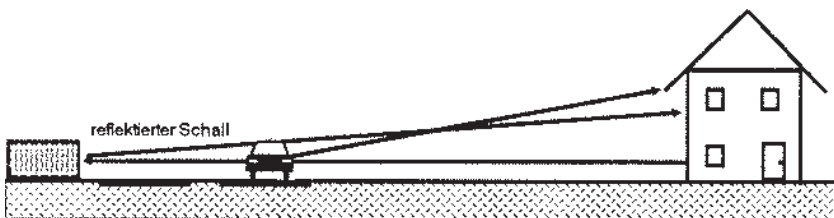


Abb. 24: Reflexion an Gebäuden
(Die Errichtung von Gebäuden an bislang anbaufreien oder nur einseitig bebauten Straßen führt aufgrund von Schallreflexionen zu einer Erhöhung des Schallpegels auf der jeweils gegenüberliegenden Straßenseite.)

Die Absorptionseigenschaften von Schallschutzwänden und absorbierenden Wandverkleidungen werden nach DIN EN ISO 354 [47] bestimmt. Von hochabsorbierenden Schallschutzwänden spricht man, wenn der reflektierte Schallstrahl um 8 dB unter dem auf die Wand auftreffenden Schall liegt.

Steilwälle

Eine Sonderform zwischen Schallschutzwand und -wall stellen die sog. Steilwälle dar (Abbildung 25). Man versteht darunter ein längeres mit niedrig wachsenden Pflanzen bepflanztes Erdprisma, das den von einer Straße ausgehenden Schall an seiner Ausbreitung hindert. Wegen des Einsatzes künstlicher Stützkonstruktionen ist die Neigung der Seiten des Erdprismas wesentlich steiler als die durch die Scherfestigkeit des eingebauten Bodens bestimmte Böschungsneigung.

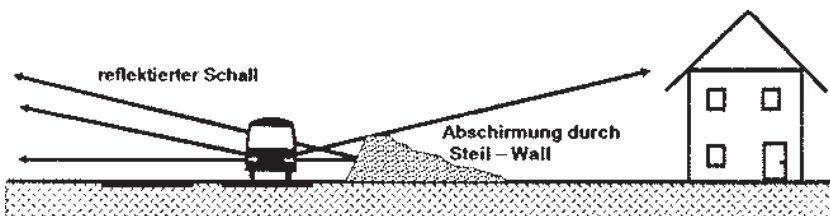


Abb. 25: Abschirmung durch Steilwall

Steilwälle kommen immer dann in Frage, wenn

- der Mittelungspegel durch straßenseitige Maßnahmen um ca. 6 bis 12 dB verringert werden soll,
- der vorhandene Platz für einen normalen Erdwall nicht ausreicht oder
- der Schallschirm als gartengestalterisches Element eingesetzt werden soll.

Einschnitts- und Troglagen

Gute Schallabschirmungen sind durch Straßenführungen in Einschnitts- oder Troglage zu erreichen (Abbildung 26). Die erforderliche Abschirmung ergibt sich hier durch die Böschung, die möglichst steil ausgeführt werden sollte, um einen optimalen Schutz zu erreichen. Bei der Verwendung von Stützmauern muss evtl. eine absorbierende Verkleidung angebracht werden, um nicht den Schallschutz durch Reflexionen (s. oben) zu verschlechtern. Die Wirkung von Einschnittslagen kann noch durch zusätzliche (meist niedrige) Schallschutzwände verstärkt werden.

Hochlagen

Die Führung von Verkehrswegen (Straßen, Schienen) in Hochlage z. B. auf Dämmen oder Brücken hat den Vorteil, dass die Schirmwirkung der Dammschulter bzw. der Brückenbrüstung neben der Fahrbahn für den Schallschutz genutzt wird (Abbildung 27). Durch zusätzliche Schallschutzwände kann die Abschirmung im Einzelfall noch deutlich verstärkt werden. So ist es z. B. möglich, eine 3 - 4-geschossige Bebauung durch eine Hochlage der Straße in 6 m Höhe mit niedrigen Schallschutzwänden zu schützen.

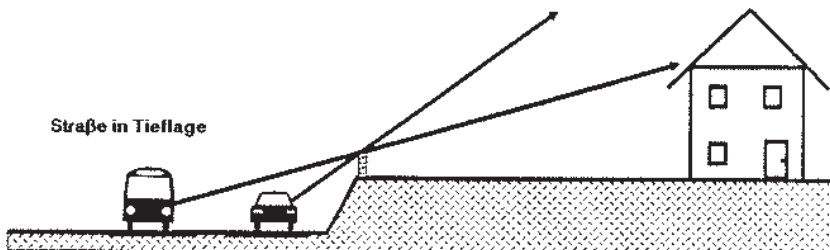


Abb. 26: Schallabschirmung an Straßen (Schienenwegen) durch Tief- und Einschnittslage und zusätzliche Wand

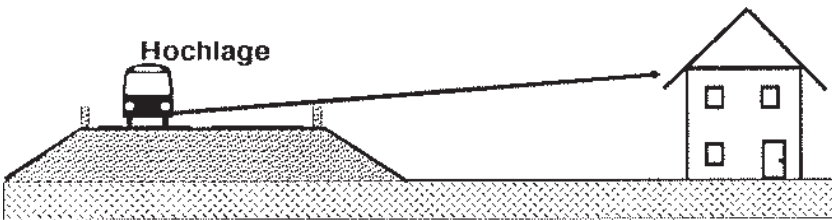


Abb. 27: Beispiele der Schallabschirmung an Straßen (Schienenwegen) durch Hochlage

Bebauung als Schallschutz

Für die Planung interessant ist die Abschirmung des Lärms durch lange lärmunempfindliche Gebäude. Man versteht darunter geschlossene schalldämmende Gebäude, deren straßenseitige Räume

- nicht zum dauernden Aufenthalt von Menschen bestimmt sind (Lagerräume, Parkhäuser, Treppenhäuser, Laubengänge, Bäder, WC)
- oder vor Lärm z. B. durch Schallschutzfenster geschützt sind (z. B. klimatisierte Arbeitsräume).

Hierzu gehört folglich auch die z. B. an einer Straße geplante Nutzung bzw. die Zuordnung einer Straße zu einer Bebauung. So ist eine Straße, die im Norden eines Wohngebietes vorbeiführt, weit weniger problematisch als eine im Süden, da auf der Nordseite von Wohngebäuden in der Regel weniger empfindliche Raumnutzungen (Küche, Toilette, Bad, Treppenhaus) vorhanden sind.

Geschlossene Gebäudezeilen entsprechender Länge und Höhe bzw. Blockbebauungen können Pegelminderungen in der Größenordnung von ca. 15 dB bewirken. Wichtig ist jedoch hier, dass keine Schalllücken verbleiben. Diese Möglichkeiten sollten insbesondere bei Stadterneuerungs- und Umbaumaßnahmen in stark belasteten Innenstädten geprüft werden.

Offene Bauweisen wie Einzel- oder Doppelhäuser bzw. Hausgruppen verhindern die Schallausbreitung durch die Lücken nicht, so dass hinter den Gebäuden keine ruhigen Zonen entstehen. Teilweise können solche Lücken durch Garagenanlagen geschlossen werden. Die Abbildung 28 zeigt Beispiele für Schallschutz durch Gebäude.

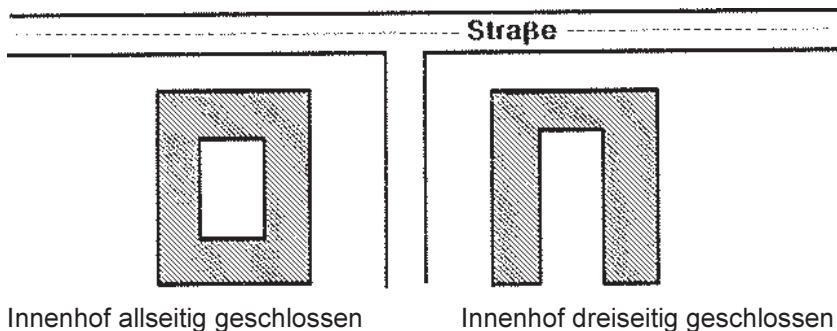


Abb. 28: Schallschutz durch Gebäude (Blockbebauung)

(Ergeben sich in der straßenparallelen Gebäudefront Unterbrechungen, müssen die Innenbereiche der zu schützenden Bebauung durch Flügelbauten gegenüber seitlich einfallendem Schall umfasst werden.)

Teil- und Vollabdeckungen, Tunnel

Nach Krell [69] versteht man unter einer Abdeckung einen deckelartigen Baukörper über einem tiefliegenden (im Einschnitt liegenden) Verkehrsweg, der in Verbindung mit der Böschung oder Stützwand mindestens auf einer Seite des Einschnitts den vom Verkehrsweg emittierten Schall mindert. Unter einer Einhausung versteht man ein langes hallenartiges Bauwerk über einem geländenah geführten Verkehrsweg, das eine direkte Schallausbreitung verhindert.

In der Abbildung 29 sind einige Beispiele ausgeführter und vorgeschlagener Abdeckungen, Einhausungen und Tunnel zusammengestellt.

Tunnel sind optimale Schallschutzeinrichtungen, da im geschützten Bereich der von der Straße oder Schiene ausgehende Schallpegel total

gedämmt wird. Außerdem bietet ein Tunnel außerhalb einen sehr guten Schutz vor Autoabgasen.

Probleme mit Abgasen und Lärm können jedoch an den Tunnelportalen auftreten, wenn dort sensible Nutzungen vorhanden sind. Tunnel müssen deshalb ausreichend lang sein, um ein Gebiet wirksam schützen zu können.

Tunnelstrecken sind sehr teuer in der Erstellung und erfordern in der Regel hohe Aufwendungen für den Betrieb (Beleuchtung, Belüftung, Reinigung). Andererseits können die Flächen neben und über einem Tunnel zusätzlich städtebaulich höherwertig genutzt werden, ein Gesichtspunkt, der bei sehr hohen Baulandpreisen in Großstädten oder schon vorhandener Bebauung nicht zu vernachlässigen ist.

Den Sonderfall eines Schallschutztunnels zeigt das folgende Beispiel.

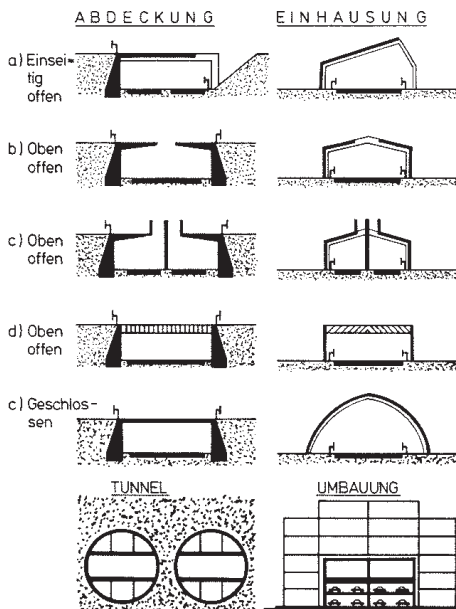


Abb. 29: Querschnitte verschiedener Abdeckungen, Einhausungen und Tunnellösungen

Leichtbauschallschutztunnel (Züblin-Lärmschutzdecke)

Als Lärmschutzmaßnahme kommen auch Leichtbautunnel in Frage. Ein solcher wurde am Stuttgarter Ostring (zweispurig), im Bereich von Neugereut und Steinhaldenfeld auf einer Strecke von ca. 415 m errichtet. Er ist mit durchlaufenden Öffnungen über den Fahrbahnrandern versehen, womit eine natürliche Belüftung und Beleuchtung ermöglicht wird (Abbildung 30).

Schalltechnische Messungen des Fraunhofer Instituts für Bauphysik in Stuttgart ergaben am Boden Lärminderungen von ca. 20 dB (Abstand vom Tunnel: 10 m bis 20 m). Die Abbildung 31 zeigt die Isophonen der Lärminderung bezogen auf eine Straße mit freier Schallausbreitung.

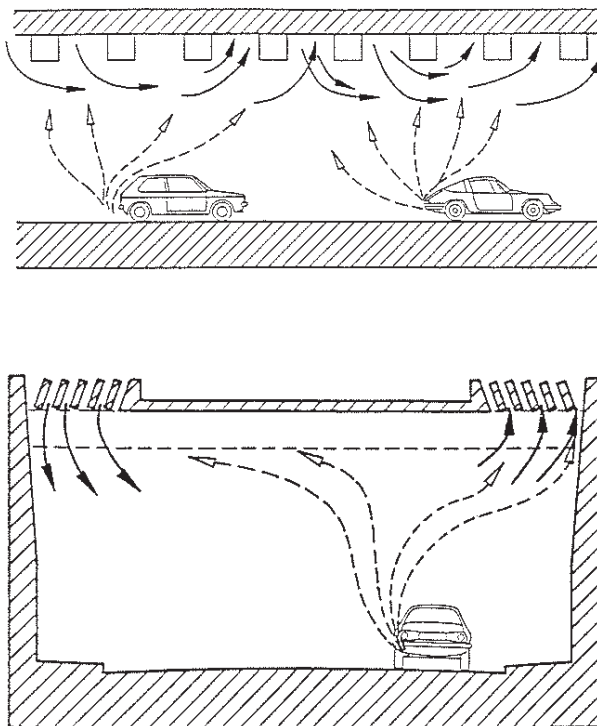


Abb. 30: Leichtbauschallschutztunnel Stuttgart-Neugereut (Typ Züblin)

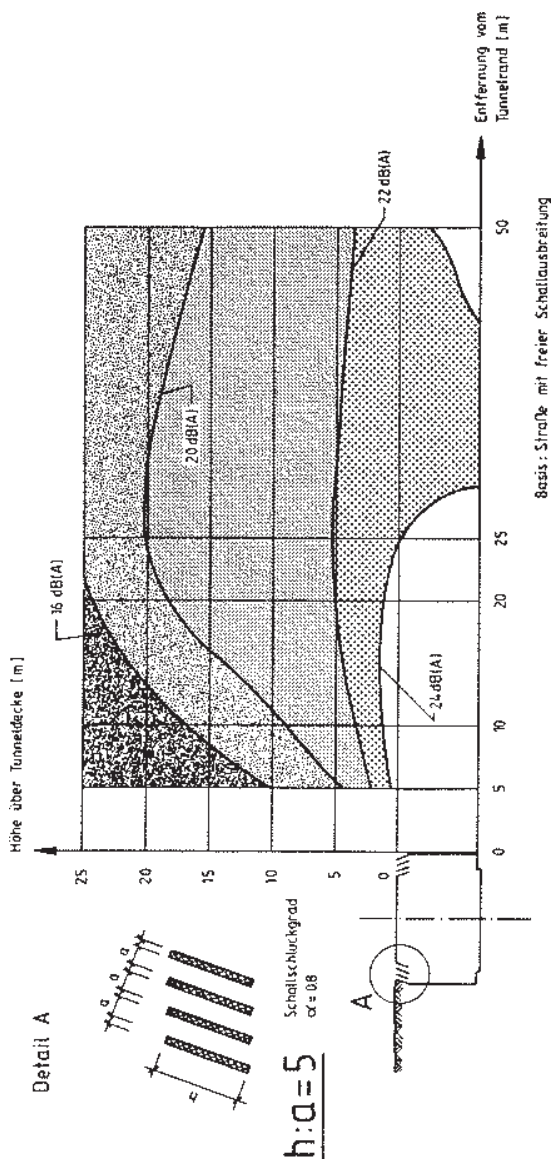


Abb. 31: Isophonen der Lärminderung am Zühlintunnel in Stuttgart-Neugereut

Bepflanzung

Die Schallschutzwirkung von Bepflanzungen wird von Laien meist erheblich überschätzt. Als städtebauliche Maßnahme für den Lärmschutz kommt eine Bepflanzung kaum in Betracht, da erst ein 100 m breiter Waldstreifen mit dichtem Unterholz eine Pegelminderung von 5 bis 10 dB bewirkt. Einzelne nicht dicht gepflanzte Bäume oder Sträucher bringen so gut wie keinen Schallschutz.

Nicht zu unterschätzen ist jedoch die durch Bepflanzung bewirkte optische Abschirmung und die dadurch hervorgerufene positive psychologische Wirkung auf die Betroffenen. In dieser Hinsicht gilt: Was man nicht sieht, hört man auch nicht bewusst!

Gebäudeorientierung, Baulicher Schallschutz

Die Orientierung der Gebäude bzw. der Wohnungsgrundriss bieten weitere Möglichkeiten, die Lärmbelastung zu reduzieren (Abbildung 32). So können z. B. Räume, deren Nutzung weniger lärmempfindlich ist, wie Küchen, Bäder und Treppenhäuser zur Straße hin orientiert werden, während ruhebedürftige Räume wie Wohn- und Schlafzimmer auf der verkehrsabgewandten Gebäudeseite angeordnet werden. Die Lärmbelastung ist an der abgewandten Seite bei einer geschlossenen Bebauung ca. 15 dB, bei lockerer Bebauung ca. 5 dB geringer als an der Straßenseite. Im Bebauungsplan können entsprechende Festsetzungen getroffen werden, um eine solche Raumnutzungszuordnung verbindlich festzulegen.

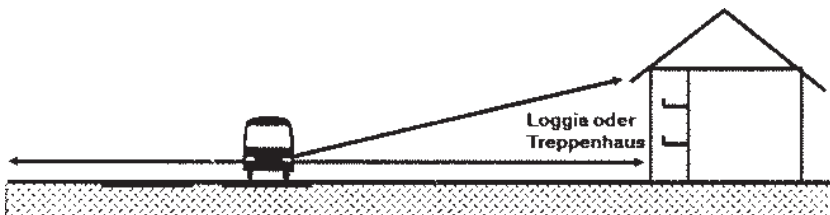


Abb. 32: Orientierung der Gebäudenutzung

Sofern alle aktiven Schallschutzmaßnahmen ausgeschöpft sind bzw. solche nicht möglich sind (in Ortsinnenbereichen, Bestandsgebieten) bleiben zum Schallschutz nur noch über das Normalmaß hinausgehende bauliche Maßnahmen am Gebäude selbst übrig.

Die Anforderungen des baulichen Schallschutzes ergeben sich bezüglich des Schutzes gegen Außenlärm aus DIN 4109 [49]. Für die Festlegung der erforderlichen Luftschalldämmung von Außenbauteilen gegenüber Außenlärm werden verschiedene Schallpegelbereiche zugrunde gelegt, denen die jeweils vorhandenen oder zu erwartenden maßgeblichen Außenlärmpegel zuzuordnen sind. Tabelle 10 zeigt die Anforderungen an die Luftschalldämmung von Außenbauteilen, unterschieden nach Schallpegelbereichen und Raumnutzungen.

Schallpegelbereich	Maßgeblicher Außenlärmpegel dB(A)	Raumarten		
		Bettenräume in Krankenanstalten und Sanatorien	Aufenthaltsräume in Wohnungen, Übernachtungsräume in Beherbergungsstätten, Unterrichtsräume und ähnliches	Büroräume ¹⁾ und ähnliches
		erf. $R'_{w,res}$ des Außenbauteils in dB		
I	bis 55	35	30	-
II	56 bis 60	35	30	30
III	61 bis 65	40	35	30
IV	66 bis 70	45	40	35
V	71 bis 75	50	45	40
VI	76 bis 80	²⁾	50	45
VII	>80	²⁾	²⁾	50
¹⁾ An Außenbauteile von Räumen, bei denen der eindringende Außenlärm aufgrund der in den Räumen ausgeübten Tätigkeiten nur einen untergeordneten Beitrag zum Innenraumpegel leistet, werden keine Anforderungen gestellt.				
²⁾ Die Anforderungen sind hier aufgrund der örtlichen Gegebenheiten festzulegen.				

Tab. 10: Anforderungen an die Luftschalldämmung von Außenbauteilen

Zur Abschätzung des maßgeblichen Außenlärmpegels vor Hausfassaden kann das für typische Straßenverkehrssituationen aus der DIN 18005-1 [51] abgeleitete Nomogramm (vereinfachtes Verfahren (s. a. 3.1.2.1)) herangezogen werden (Abbildung 33).

Zu den aus der Abbildung 33 erhaltenen Mittelungspegeln sind gegebenenfalls folgende Zuschläge zu addieren:

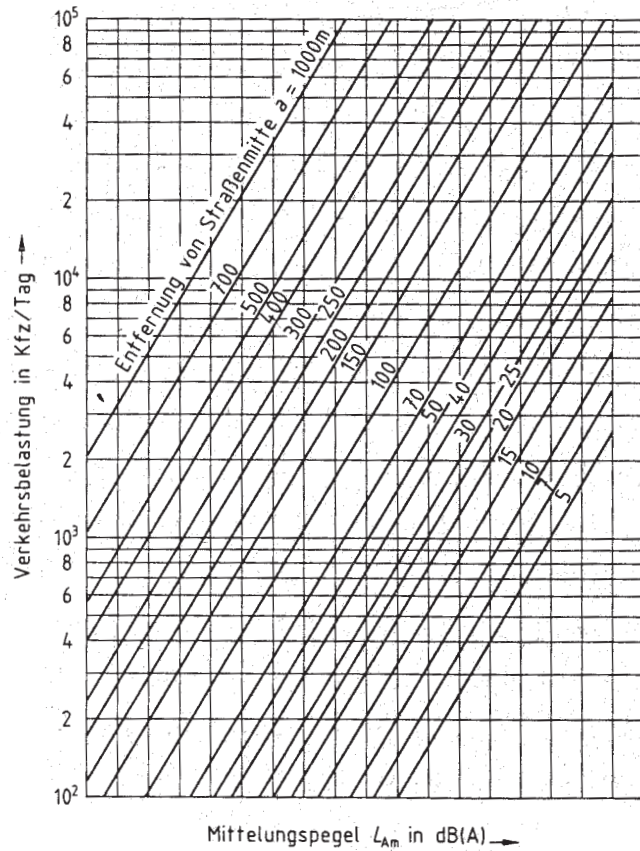
- + 3 dB, wenn der Immissionsort an einer Straße mit beidseitig geschlossener Bebauung liegt,
- + 2 dB, wenn die Straße eine Längsneigung von mehr als 5 % hat,
- + 2 dB, wenn der Immissionsort weniger als 100 m von der nächsten lichtsignalgeregelten Kreuzung oder Einmündung entfernt ist.

Die in dem Nomogramm angegebenen Pegel berücksichtigen dabei einen Zuschlag von 3 dB gegenüber der Freilandausbreitung.

Da die Häuserwände (von einigen Altbauten abgesehen) in der Regel einen hohen Schalldämmwert aufweisen, ist ein zusätzlicher Schallschutz meist nur an den Fenstern und Rolladenkästen notwendig.

Die Qualität der Schallschutzfenster ist dabei auf den jeweiligen Außenpegel und den im Inneren gewünschten Pegel abzustimmen.

Die genauen Zusammenhänge über die Schalldämmung von Fenstern sind der VDI-Richtlinie 2719 [63] zu entnehmen. Dort sind auch Anhaltswerte für Innengeräuschpegel (für von außen eindringenden Schall) angegeben, die in der nachfolgenden Tabelle 11 vereinfacht zusammengestellt wurden.



A	Autobahnen und Autobahnbühnen (25% Lkw-Anteil)	50	55	60	65	70	75
B	Bundes-, Landes-, Kreis-, Gemeindeverbindungsstraßen außerhalb des Ortsbereiches; Straßen in Industrie- und Gewerbegebieten (20% Lkw-Anteil)	50	55	60	65	70	75
C	Gemeinde-(Stadt-)straßen: Hauptverkehrsstraßen (2 bis 6-streifig, 10% Lkw-Anteil)	45	50	55	60	65	70
D	Gemeinde-(Stadt-)straßen: Wohn- und Wohnsammelstraßen (5% Lkw-Anteil)	40	45	50	55	60	65

Abb. 33: Nomogramm zur Ermittlung des maßgeblichen Außenschallpegels vor Hausfassaden für typische Straßenverkehrssituationen

Raumart		Mittelungspegel dB(A)	mittlerer Maximalpegel dB(A)
1.	Schlafräume nachts		
1.1	in WR- und WA-Gebieten, Krankenhaus- und Kurgebieten	25 bis 30	35 bis 40
1.2	in allen übrigen Gebieten	30 bis 35	40 bis 45
2.	Wohnräume tagsüber		
2.1	in WR- und WA- Gebieten, Krankenhaus- und Kurgebieten	30 bis 35	40 bis 45
2.2	in allen übrigen Gebieten	35 bis 40	45 bis 50
3.	Kommunikations- und Arbeitsräume tagsüber		
3.1	Unterrichtsräume, Einzelbüros, wissenschaftliche Arbeitsräume, Bibliotheken, Vortrags- räume etc.	30 bis 40	40 bis 50
3.2	Büros für mehrere Personen	35 bis 45	45 bis 50
3.3	Großraumbüros, Gaststätten, Schalterräume, Läden	40 bis 50	50 bis 60

Tab. 11: Anhaltswerte für Innengeräuschpegel nach VDI 2719

Nach VDI 2719 sind die Fenster in die Schallschutzklassen 0 bis 6 eingeteilt. So liegt das bewertete Schalldämmmaß für die Klasse 0 (undichte Fenster mit Einfachverglasung) bei < 24 dB, während Fenster der Schallschutzklasse 6 (Kastenfenster mit getrenntem Blendrahmen, besonderer Dichtung, sehr großem Scheibenabstand und Verglasung aus Dickglas) ein Schalldämmmaß von > 50 dB aufweisen.

6.2.2 Flugverkehr

Gesunde Wohn- und Arbeitsverhältnisse lassen sich im Nahbereich an einem Flugplatz nur erzielen, wenn bestehende raumordnerische Ziele, wie z. B. die des Landesentwicklungsplanes Standortsicherung Flughafen (LEP SF) [46], bei der Beplanung neuer Flächen und Gebiete mit schutzwürdiger Nutzung umfassend umgesetzt werden.

Obwohl der Fluglärm die Bürger in einem hohen Maße belästigen kann, sind für Flächen und Gebiete, für die Bauplanungsrecht besteht, die planerischen Möglichkeiten zur Lärmvermeidung nur begrenzt. Die Möglichkeiten beschränken sich auf die Berücksichtigung der Zuordnung von sensiblen Nutzungen zu den einzelnen Schutzzonen der Flughäfen (s. 3.2). Wohngebiete sollten (obwohl zulässig) soweit möglich nicht in der Schutzzone 2 eines Flughafens geplant werden, da ein ruhiges Wohnen nur in den Häusern selbst (bei entsprechender erforderlicher Schallschutzausstattung) gewährleistet ist. Zum gesunden Wohnen gehört aber auch ein ruhiges Wohnumfeld als Voraussetzung für eine ungestörte Nutzung z. B. von Gärten, Terrassen und Balkonen.

Empfehlenswert ist es jedoch, in den Schutzzonen der Flughäfen weniger anspruchsvolle gewerbliche Nutzungen unterzubringen.

Weitere Maßnahmen zum Schallschutz bei Flugplätzen sind:

- Festlegung der An- und Abflugrouten auch unter dem Gesichtspunkt der Minderung des Fluglärms,
- Festlegung der Flugrouten für Flugzeuge mit geringerer Flughöhe, die Gebiete mit Wohnnutzungen tangieren,
- Nachtflugbeschränkungen für den Flugbetrieb (in der Zeit von 22.00 Uhr bis 06.00 Uhr),
- zur Förderung lärmarmen Flugverkehrs können für diese Nutzervorteile eingeräumt werden, insbesondere bei deren Nutzung in den Tagesrandzeiten und in der Nacht,

- die Flugplätze sind gut in das Netz des ÖPNV zu integrieren, um den motorisierten Individualverkehr zu den Flughäfen auf ein Mindestmaß zu reduzieren,
- Vorschriften über Fluglärmschutz bei der Bauleitplanung u. a.

6.3 Gewerbelärm

6.3.1 Lärmbewertung gewerblicher Nutzungen bzw. Anlagen

Ein erster und wichtiger Schritt einer dem Lärmschutz gerecht werden- den Planung gewerblicher Nutzung besteht darin, einen Überblick zu gewinnen über das Ausmaß der von geplanten Anlagen vermutlich ausgehenden Lärmbelastungen.

Dazu empfiehlt es sich, die Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen (4. BImSchV) [9] und das dortige Verzeichnis von Anlagenarten bzgl. der verfahrensmäßigen Zuordnung (genehmigungsbedürftig im förmlichen oder vereinfachten Verfahren, nicht genehmigungsbedürftig) hinsichtlich vergleichbarer Fälle durchzusehen. Auch der Abstandsliste der brandenburgischen Abstandsleitlinie [43] lassen sich gewisse Hinweise auf die Lärmträchtigkeit einer geplanten Nutzung entnehmen.

Sofern ein Immissionsschutz-Beschwerdekataster verfügbar ist, sollte geprüft werden, ob vergleichbare Anlagenarten schon zu Lärmbelästigungen geführt haben und durch welche städtebaulichen Umstände diese Situationen geprägt waren. Desgleichen können auch schalltechnische Bestandsaufnahmen und Gutachten im Zusammenhang mit ähnlich gelagerten Planungen sowie Lärmkartierungen und Lärmkataster - soweit verfügbar - ausgewertet werden. In bedeutsamen, meist auch strittigen Fällen einer Gewerbe- oder Industrieansiedlung helfen Schallpegelmessungen an einer bereits bestehenden Modellanlage, um quantitative Aussagen zum Lärmpotential der Planung zu erhalten.

Im Ergebnis sollte es möglich sein, eine auch auf der Lebenserfahrung aufbauende Rangfolge der im Neubaugebiet anzusiedelnden Anlagen nach ihrer potentiellen Lärmlästigkeit aufzustellen. Diese hat insbeson-

dere auch das Ausmaß des Erschließungsverkehrs sowie Verkehrsabläufe im Bereich des Betriebsgrundstücks für Zulieferung, Transporte und Umschlag von Gütern zu berücksichtigen.

Bei der Überplanung von Gemengelagen geben aktuelle Schallpegelmessungen Auskunft über Dringlichkeit und Prioritäten von Sanierungsmaßnahmen, z. B. die erforderliche Umsiedlung eines störenden Betriebes.

6.3.2 Schalltechnisch sinnvolle Gliederung von Gewerbegebieten

Unter Ausnutzung der Gliederungsmöglichkeiten von Baugebieten nach § 1 Abs. 4 BauNVO [5] sollten Gewerbe- und Industriegebiete so geplant werden, dass insgesamt die mit § 50 BImSchG [7] geforderte Gebietsverträglichkeit mit angrenzenden lärmempfindlichen Bereichen garantiert ist. Die in § 50 angesprochene Zuordnung bezieht sich nicht nur auf Schutzabstände, sondern auch auf Maßnahmen, die die Lagebeziehung zwischen emittierender und betroffener Nutzung günstig beeinflussen. Hierbei erlangen die Festsetzungsmöglichkeiten von § 9 Abs. 1 Nr. 24 BauGB [4] Bedeutung. An dieser Stelle sei auch auf die abschirmende Wirkung einer entsprechend hohen und geschlossen ausgeführten Bebauung an den Baugebietsgrenzen hingewiesen.

Die Gliederung von Gewerbegebieten sollte sich demnach an den Möglichkeiten ausreichender Schutzabstände zu lärmintensiven Anlagen, an den vorhandenen Möglichkeiten einer Abschirmung sowie am Grundsatz der Lärmbündelung orientieren. Dieser wichtige Grundsatz "Lärm zu Lärm" wird zur Bevorzugung kompakter Anordnung Lärm emittierender Nutzungen führen, die mit geringerem Aufwand abzuschirmen sind als verstreut liegende und aufgelockert gegliederte Betriebsstätten.

Die Ermittlung der Schutzabstände erfolgt nach der Abstandsleitlinie [43], in der Anlagen bestimmten Abstandsklassen zugeordnet sind. Für Anlagen, deren erforderlicher Schutzabstand zu dem nächstgelegenen schutzwürdigen Gebiet größer ist als der planerisch vorhandene Abstand, wird darin empfohlen, in dem Bebauungsplan für ein Industrie- bzw. Gewerbegebiet Nutzungsbeschränkungen für bestimmte Anlagenarten entsprechend § 1 Abs. 4 - 10 BauNVO [5] festzusetzen.

Die Abstandsleitlinie ist das grobe Planungsinstrument. Soll ein Industrie- bzw. Gewerbegebiet akustisch differenzierter und damit hinsichtlich der zulässigen Schallemissionen optimal überplant werden, dann muss dazu das feinere Instrument, die Geräuschkontingentierung, benutzt werden, die in der Leitlinie zur Ermittlung, Beurteilung und Verminderung von Geräuschimmissionen [41] beschrieben ist.

Der Grundgedanke der Geräuschkontingentierung ist, jedem Quadratmeter Gewerbefläche eine bestimmte Schallemission zuzuweisen. Dieser Quellpegel wird als flächenbezogener Schallleistungspegel bezeichnet. Zwischen den Quellpegeln und dem Immissionsrichtwertanteil einer Fläche am Immissionsort bestehen akustische Zusammenhänge, deren wichtigste Komponenten die Größe der Fläche und ihr Abstand zu dem Immissionsort sind. Bei einer auf diese beiden Komponenten reduzierten Betrachtungsweise ergibt sich der immissionswirksame flächenbezogene Schallleistungspegel (IFSP). Er kann sehr einfach ermittelt werden, weil die anlagen- und ortsspezifischen Einflussgrößen

- Richtcharakteristik der Schallquelle,
- Zu- und Abschläge bei der Bildung des Beurteilungspegels und
- topographische und bauliche Hindernisse auf dem Schallausbreitungsweg

unberücksichtigt bleiben. Der IFSP ist damit ein idealisierter Wert, der immer kleiner sein wird als der aus einer realen Situation ermittelte flächenbezogene Schallleistungspegel. Da das Ziel der Geräuschkontingentierung aber die Bestimmung von Immissionsrichtwertanteilen an den Immissionsorten ist, bleibt dieser Umstand ohne Bedeutung. Wichtig ist, dass über den IFSP mit geringem Aufwand eine allgemein akzeptierte Verknüpfung zwischen innen (Gewerbegebiet) und außen (schutzwürdige Nachbarschaft) hergestellt werden kann.

Die ermittelten Immissionsrichtwertanteile sind die Zielwerte, deren Einhaltung durch die Lärmprognose für eine zu errichtende Anlage nachgewiesen werden muss. In der Schallimmissionsprognose werden dann alle Einflussgrößen der realen Situation umfassend betrachtet.

Die Festsetzung der IFSP in einem Bebauungsplan erfolgt nach § 1 Abs. 4 Satz 1 Nr. 2 BauNVO [5] in Verbindung mit § 15 Abs. 1 Satz 2

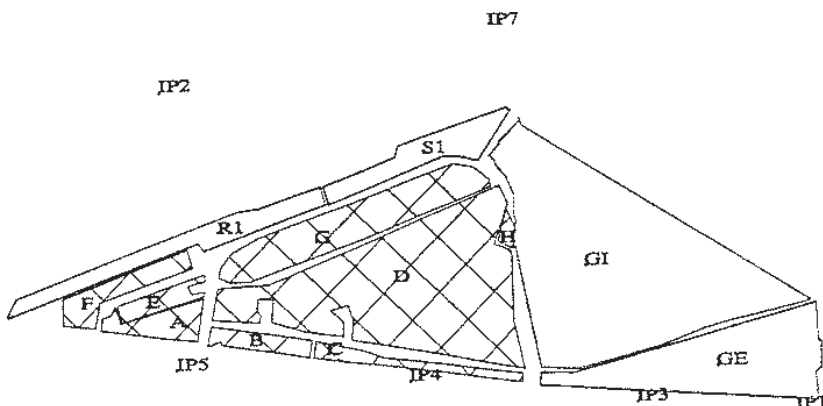
BauNVO. Danach kann die Gemeinde die Baugebiete im Bebauungsplan nach der Art der Betriebe und Anlagen und deren besonderer Eigenschaften, zu denen auch die Geräuschemissionen gehören, gliedern. Die enge Verknüpfung der IFSP mit den einzuhaltenden Immissionsrichtwerten in der schutzwürdigen Nachbarschaft des B-Plan-Gebietes, die z. B. in der Begründung zum B-Plan in Form einer Wertetabelle dargestellt werden kann (s. Abb. 34), gewährleistet, dass die Umgebung nicht unzumutbar belästigt wird.

Wenn große Industrie- bzw. Gewerbegebiete sich in Veränderung befinden, Teile z. B. neu überplant oder Anlagen wesentlich geändert werden sollen, andererseits Anlagen im Bestand bleiben, wird eine akustische Gesamtbetrachtung des Gebietes und seiner Nachbarschaft erforderlich, deren Ergebnissen in geeigneter Weise rechtliche Verbindlichkeit gegeben werden muss. Eine Möglichkeit, dies zu erreichen, ist die Erstellung eines Lärminderungsplanes nach § 47a BImSchG [7] (s. auch Nr. 5.3 Abs. 2a TA Lärm [8]). Die kleinere Form, die mit erheblich geringerem Aufwand zum selben Ziel führt, ist ein öffentlich-rechtlicher Vertrag. Kernstück eines solchen Vertrages sind mit Hilfe einer Kontingentierungsrechnung - wie in der Leitlinie [41] empfohlen - für die unterschiedlichen Nutzungsflächen des Gebietes bestimmte Anteile an den für die schutzwürdige Nachbarschaft geltenden Immissionsrichtwerten. Vertragspartner sind die Anlagenbetreiber bzw. Flächenbesitzer, die Immissionsschutzbehörden und die Gemeinde, die ähnlich wie bei einem B-Plan-Verfahren dazu einen Beschluss der Gemeindevertretung benötigt.

6.3.3 Erschließung

Die Erschließung sollte stets so erfolgen, dass Wohngebiete davon nicht tangiert werden. Auch hierbei ist der Grundsatz der Bündelung anzusprechen, was im Ergebnis zu sparsamen, jedoch gut ausgelasteten Erschließungswegen führt.

In lärmempfindlicher Nachbarschaft sind Bereiche für die Lkw-gebundene Andienung sowie für Transport und Umschlag von Gütern sorgfältig abzuschirmen. Gleichfalls ist auf den von Stellplätzen, Parkeinrichtungen und Parkhäusern ausgehenden Lärm (u. a. Türeenschlagen) zu achten.



Fläche		IFSP		Immissionsanteile dB(A)													
		L _{eq} 3B(A)		IP1		IP2		IP3		IP4		IP5		IP7			
		tags	nachts	tags	nachts	tags	nachts	tags	nachts	tags	nachts	tags	nachts	tags	nachts		
A	GE	41	35	2,9	0,0	13,7	7,7	6,2	0,2	47,7	31,7	28,5	22,5	7,0	1,0		
B	GE	50	10	12,5	0,0	19,8	0,0	16,3	0,0	25,9	0,0	32,1	0,0	15,9	0,0		
C	GE	50	10	17,2	0,0	17,7	0,0	23,4	0,0	41,0	1,0	23,5	0,0	17,8	0,0		
D	GI	57	43	35,1	21,1	37,7	23,7	40,4	26,4	49,3	35,3	42,2	28,2	38,9	24,9		
E	GI	46	37	6,0	0,0	18,0	9,0	9,2	0,2	15,8	6,8	27,9	18,9	10,5	1,5		
F	GI	52	45	14,1	7,1	27,2	20,2	17,1	10,1	23,1	16,1	33,4	26,4	18,8	11,8		
G	GI	65	52	36,4	23,4	44,0	31,0	40,2	27,2	46,2	33,2	45,6	32,6	44,3	31,3		
H	GI	50	10	10,9	0,0	9,9	0,0	15,6	0,0	17,2	0,0	10,3	0,0	15,9	0,0		
Hafen R1		72	56	38,2	22,2	51,9	35,9	41,4	25,4	47,7	31,7	53,5	37,5	44,5	28,5		
Hafen S1		72	57	40,9	25,9	46,6	31,6	44,2	29,2	47,8	32,8	44,6	29,6	53,1	38,1		
GI außen		60	45	46,0	31,0	37,3	22,3	51,0	36,0	44,9	29,9	37,9	22,9	44,4	29,4		
GE außen		55	40	50,4	35,4	25,1	10,1	50,9	35,9	33,5	18,5	26,8	11,8	29,6	14,6		
Pegel		55	40	52,5	37,6	53,8	38,6	54,9	40,0	54,7	40,0	55,0	40,0	54,7	39,9		

Abb. 34: Lageplan und Wertetabelle für Geräuschkontingentierung in einem B-Plan

Durch eine sparsame, den Nachbarschaftsschutz berücksichtigende Festsetzung der Zu- und Abfahrten gewerblich genutzter Grundstücke kann der Erschließungslärm lokalisiert und von benachbarter Wohnnutzung möglichst ferngehalten werden. Im Zusammenhang mit zu erwartendem Lkw-Verkehr sollte jedoch stets auf ausreichende

Aufstellungs- und Rangiermöglichkeiten geachtet werden. Voneinander getrennte Zu- und Abfahrtsmöglichkeiten mögen zwar dem Prinzip der Bündelung widersprechen, helfen jedoch in mancher Situation, besonders lästige Rangier- und Wendegeräusche schwerer Lastzüge zu vermeiden, die heute auch kleinere in Wohngebieten gelegene Lebensmittelgeschäfte beliefern.

6.3.4 Baulicher Schallschutz im Bereich der Emissionsquellen

Für die immissionsschutzrechtlich genehmigungsbedürftigen Anlagen erfolgt die erforderliche Prüfung, ob der Stand der Technik beim Schallschutz eingehalten ist, im entsprechenden Genehmigungsverfahren. Bei den nicht genehmigungsbedürftigen Anlagen tritt an diese Stelle das normale baurechtliche Verfahren.

Sollten sich bei der Bearbeitung eines Bauantrags Zweifel an der Umweltverträglichkeit eines Vorhabens einstellen, ist beizeiten eine Klärung durch Sachverständigengutachten herbeizuführen. Dies ist letzten Endes für den potentiellen Verursacher übermäßigen Lärms die günstigere Lösung, da Abhilfemaßnahmen als Folge von Beschwerden und nachträglichen Anordnungen oft sehr aufwändig und zudem mit einem Vertrauensverlust einer kritischen Nachbarschaft verbunden sind.

Wie die Häufung von Lärmbeschwerden in der Sommerzeit zeigt, sind es nicht nur geöffnete Fenster bei den Beschwerdeführern, die zu verstärkter Lärmwahrnehmung führen. Vielfach verfügen Betriebsstätten zwar über eine Heizung, bei sommerlicher Wärme jedoch über keine ausreichende Belüftungsmöglichkeit bzw. Klimatisierung der Arbeitsplätze, so dass störender Arbeitslärm dann über geöffnete Fenster, Türen und Tore nach außen dringt.

6.4 Freizeit- und Sportlärm

Die Hauptaufgabe der Planung bezüglich der Vermeidung von Freizeit- und Sportlärm liegt in einer sinnvollen Zuordnung solcher Anlagen zu Wohnbebauungen oder anderen schutzbedürftigen Nutzungen.

Hierzu gehören auch die Planungen von An- und Abfahrtswegen sowie die Gestaltung von Parkeinrichtungen. Bei entsprechender Berücksich-

tigung dieser Forderung lassen sich schon im Vorfeld mögliche Lärmbeeinträchtigungen vermeiden, die im nachhinein u. U. nur mit sehr großem Aufwand zu beheben sind. Diese Überlegungen sind auch vor dem Hintergrund einer oft gewünschten räumlichen Nähe von Sport- und Freizeitanlagen zum Wohnen zu sehen.

Um einen Eindruck über die Schallimmission im Umfeld einer Sportanlage zu vermitteln, zeigt die Abbildung 35 beispielhaft die Linien gleichen Beurteilungspegels (Isophonen) an einem Fußballplatz. Solche Isophonendarstellungen sind auch für Tennisanlagen und Bolzplätze sinnvoll.

Als Anhaltspunkt für die Schutzabstände bei entsprechenden Anlagen kann die nachfolgende Tabelle 12 dienen.

Von den Mindestabständen kann abgewichen werden, wenn geeignete Schallschutzmaßnahmen getroffen werden. Parkplatzgeräusche sind in der Tabelle 12 nicht berücksichtigt und gemäß der 18. BImSchV [13] getrennt zu beachten.

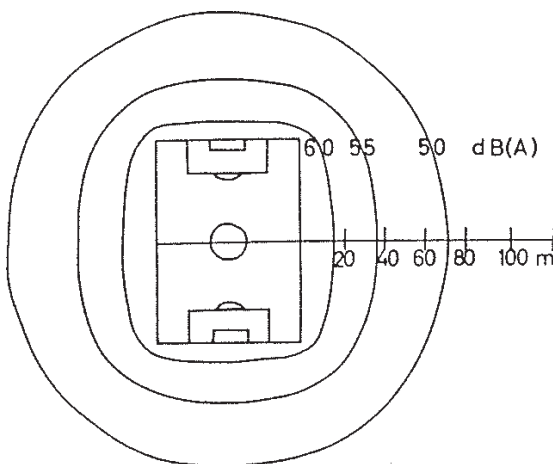


Abb. 35: Linien gleichen Beurteilungspegels an einem Fußballplatz bei einem 4-stündigen Spielbetrieb an Sonn- und Feiertagen außerhalb der Ruhezeit (aus [71])

Sportanlagen		Anhaltswerte für den Mindestabstand in m von Wohnbebauung bei Ausweisung als:		
		WR	WA	MD/MI
1	Tennisanlage			
1.1	8 Plätze	95	50	25
1.2	4 Plätze	75	45	25
1.3	2 Plätze	60	35	20
2	Fußballplatz			
2.1	1 Spielfeld (Normalspielfeld)	110	60	35
3	Bolzplatz (Größe 40 x 20 m)	60	40	25
4	Freibad	200	120	65
5	Eissportanlagen			
5.1	geschlossene Eissporthalle	100	60	35
5.2	offene Eissporthalle	420	250	150

Tab. 12: Anhaltswerte für den Mindestabstand (in m) zwischen dem Rand von Sportanlagen (beim Freibad vom Beckenrand) und benachbarten Wohnhäusern (aus [71])

Bei der Planung von Festplätzen gelten obige Überlegungen gleichermaßen.

Wie bei allen Lärmproblemen muss auch beim Freizeitlärm die Emissionsminderung an der Quelle im Vordergrund stehen (z. B. Schallpegelbegrenzer bei Lautsprechern, lärmgeminderte Ballfangzäune, zeitliche Beschränkungen des Sportbetriebes, technische Maßnahmen an Modellflugmotoren).

Reichen diese quellenbezogenen Maßnahmen nicht aus, ist es erforderlich, aktive Schallschutzmaßnahmen zu ergreifen. Hierzu gehören:

- Dämmung der Außenbauteile bei Sport- und Freizeitanlagen in geschlossenen Räumen,
- Einschränkung der Gebiete für Modellflugzeuge,
- Errichtung von Schallschutzwänden und -wällen bei Außenanlagen.

Aufgrund der meist flächenhaften Ausdehnung von Anlagen im Freien sind der letztgenannten Maßnahme Grenzen in der Wirksamkeit gesetzt. So zeigen Berechnungen, dass für typische Anlagen (Tennis-, Fußballplatz) für Wohnungen im ersten Obergeschoss je nach Abstand Pegelminderungen über 5 dB erst ab einer Schallschirmhöhe von etwa 4,5 m eintreten.

In der Abbildung 36 wird ein Beispiel gezeigt, in dem sowohl dem Wunsch nach räumlicher Nähe einer Sportanlage zum Wohnen als auch der Forderung nach Schallschutz Rechnung getragen ist. Wichtig ist vor allem auch die Trennung der Verkehrserschließungen für die Wohnbebauung und das Sportgelände.

6.5 Lärm als Abwägungsgegenstand der städtebaulichen Planung

Fragen des Schallschutzes sind ein wichtiger Bestandteil der im Baugesetzbuch angesprochenen Belange des Umweltschutzes, für die hinsichtlich anderer, möglicherweise konkurrierender Belange das Abwägungsgebot des § 1 Abs. 6 BauGB [4] gilt. Es sind oftmals finanzielle Überlegungen, die einer idealen Lösung von Schallschutzproblemen in der städtebaulichen Planung entgegenstehen, aber auch Überlegungen aus anderen Bereichen des Umweltschutzes und der Gestaltung, da Schallschirme das Orts- und Landschaftsbild nachteilig verändern und die bodennahe Winddurchlüftung behindern können.

Bei der Aufstellung eines Bebauungsplanes ist es deshalb nicht nur erforderlich, geeignete planerische Maßnahmen zum Schallschutz zu treffen, sondern es müssen diese Maßnahmen und Festsetzungen auch nachvollziehbar begründet werden. Dazu sind sämtliche für die Abwä-

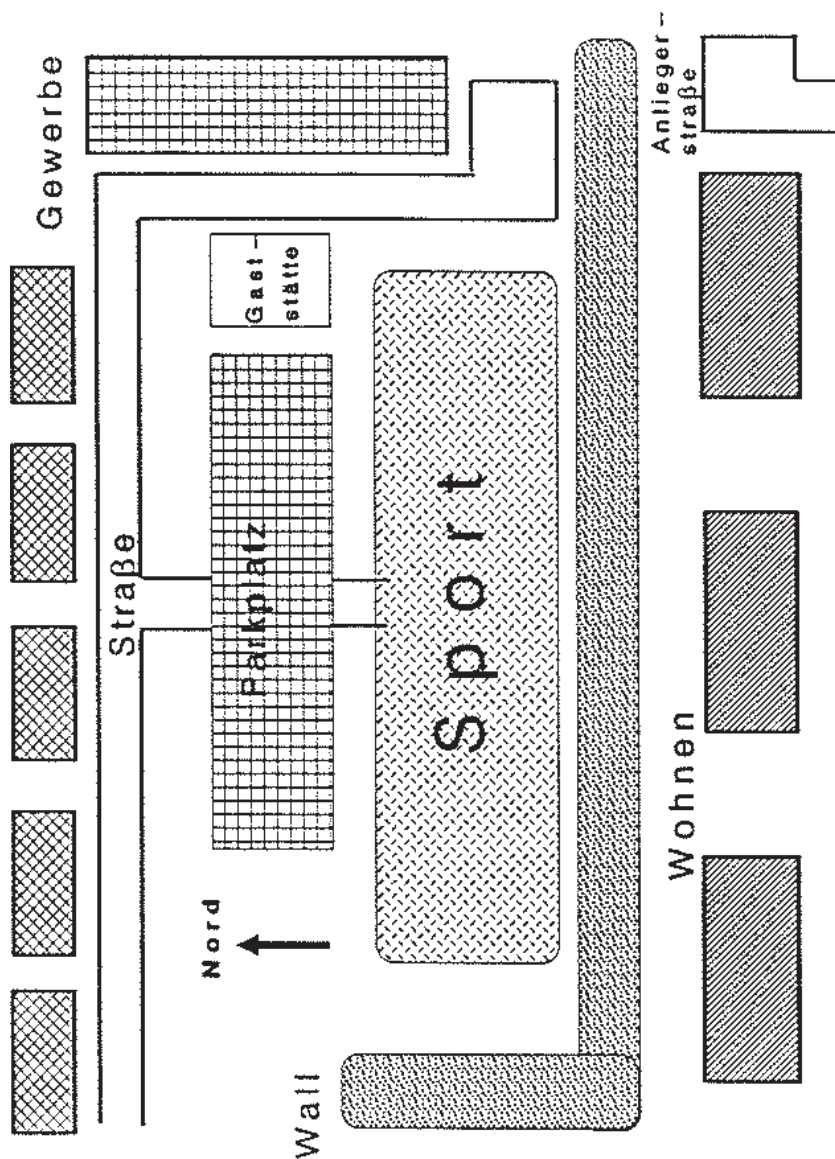


Abb. 36: Beispiel für eine günstige Zuordnung von Wohnen, Sportanlagen, Parken und Zufahrt.

gung gegenüber anderen Belangen wesentlichen Gesichtspunkte mit entsprechender Gewichtung zu berücksichtigen.

Die Begründung des Bebauungsplanes sollte deshalb auf die folgenden Fragen eingehen:

- Welche Lärmquellen sind heute im Plangebiet bzw. Geltungsbe-
reich wirksam?
- Wie ist die sich daraus ergebende Lärmsituation zu beurteilen?
- Welche Lärmquellen werden durch die Planung verändert, wel-
che Lärmquellen treten aufgrund der Planung hinzu?
- Sind akustische Besonderheiten wie etwa kurzfristige Pegelspitzen
oder branchentypische Merkmale zu beachten?
- Ändern sich aufgrund der Planung die für die Schallausbreitung
maßgeblichen Verhältnisse?
- Wie wirken sich diese Veränderungen im Plangebiet aus, welche
Schallschutzmaßnahmen sind möglich, und welche Maßnahmen
werden im einzelnen getroffen?
- Welche Schallpegelprognose ergibt sich unter Berücksichtigung
der getroffenen Maßnahmen für das Plangebiet, und wie ist die
geplante Situation zu beurteilen?
- Gibt es alternative Möglichkeiten, um das Ergebnis im Sinne des
mit § 50 BImSchG ausgesprochenen Minimierungsgebotes zu
verbessern?

Es sollte ferner angegeben werden, auf welchen Informationen, Berech-
nungsgrundlagen, Prognosedaten oder Gutachten die Aussagen beru-
hen.

In manchen Fällen mag es ausreichen, diese Fragen lediglich für die
als kritisch erkannten Teilbereiche eines Plangebietes ausführlich zu
behandeln. Nur in seltenen Fällen indessen wird man auf die Betrach-

tung des Lärmaspekts völlig verzichten können. Dabei wird es sich um ruhige Gebiete handeln, in denen ganz offensichtlich keine akustisch relevanten Veränderungen durch die Planung zu erwarten sind. Bei sehr ruhigen Gebieten ist ansonsten zu beachten, dass bereits verhältnismäßig geringfügige Steigerungen des Kraftfahrzeugverkehrs ebenso wie hinzutretende, bisher nicht vorhandene Lärmquellen die Situation nachhaltig verändern. Dazu kommt der Umstand, dass bislang unbekannte Geräusche besonders stark auffallen.

In den Fällen der Überplanung stark verlärmter städtebaulicher Situationen mit akustischem Sanierungsbedarf können sich durchaus Verbesserungen ergeben, die jedoch noch immer den Anforderungen des gebotenen Schallschutzes bei weitem nicht entsprechen. Der Planer ist dann aus Anlass, nicht wegen seiner Planung gleichermaßen dazu gezwungen, sich mit den obigen Fragen zu befassen. Jedenfalls dürfte der Hinweis, man könne im fraglichen Gebiet die Lärmsituation ohnehin nicht mehr verschlechtern, für eine sachgerechte Abwägung nicht ausreichen.

Im Zusammenhang mit einem Bebauungsplanverfahren erfolgt die Beurteilung der akustischen Verhältnisse auf der Grundlage der schalltechnischen Orientierungswerte von DIN 18005-1 Beiblatt 1 [52]. Die Planung hat sich dabei mit der Frage auseinanderzusetzen, mit welchen Mitteln die Einhaltung, im Sinne des Minimierungsgebotes besser die Unterschreitung, dieser Schallpegelwerte zu erzielen ist. Da es sich um Orientierungswerte handelt, ist jedoch auch eine Überschreitung dieser anzustrebenden Werte denkbar. Je nach Ausmaß der vorhersehbaren Überschreitung werden jedoch zwingendere technische oder städtebauliche Begründungen dafür erwartet. Auch sollte zwischen Neuplanungen und Bestandsgebieten unterschieden werden, da im letzteren Fall der Handlungsspielraum für aktive Schallschutzmaßnahmen meist geringer ist.

Durch eine Kennzeichnung gem. § 9 Abs. 5 Ziff.1 BauGB kann im Bebauungsplan die Notwendigkeit baulichen bzw. passiven Schallschutzes für die betroffenen Bereiche verankert werden. Da jedoch durch Maßnahmen dieser Art (Schallschutzfenster) nur in beschränktem Maße Wohnqualität geschaffen werden kann, darf die Kennzeichnung zum Schallschutz keinesfalls zum Allheilmittel in all jenen Fällen avancie-

ren, in denen man aus verständlichen Gründen auf oftmals sehr hohe Schallschutzwände verzichten möchte oder aus Platzgründen im Bestandsgebiet verzichten muss. Zur sachgerechten Abwägung dieses Problems müsste man sich eingehend mit der Frage befassen, ob nicht durch ein anderes städtebauliches Konzept oder durch Maßnahmen im Bereich des Straßenverkehrs selbst Abhilfe geschaffen werden könnte.

Mit der für den Neubau und die wesentliche Änderung von Verkehrswegen geltenden Verkehrslärmschutzverordnung (16. BImSchV) [12] ist ein neuer abwägungsrelevanter Gesichtspunkt für die städtebauliche Planung zu beachten. Die 16. BImSchV und die darin festgelegten Immissionsgrenzwerte gelten unabhängig von der für die Verkehrsplanung gewählten Verfahrensart und somit auch im Zusammenhang mit Bebauungsplänen, sofern diese Bau und Änderung eines Verkehrsweges beinhalten. Damit sind sowohl die Anforderungen an den bebauungsplanmäßigen Schallschutz als auch an das zu wählende Berechnungsverfahren etwa im Fall einer neuen Straße festgelegt.

Im Zusammenhang mit der Bauleitplanung handelt es sich bei den Anforderungen der 16. BImSchV um Mindestanforderungen zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen, bei deren Nichteinhaltung Schallschutzmaßnahmen erforderlich werden können. Die Immissionsgrenzwerte der 16. BImSchV sind daher als städtebauliches Prinzip im Sinne der Zielsetzung der DIN 18005-1 (Vorsorgeprinzip) wenig geeignet. Wegen des Nebeneinanders der entsprechenden Berechnungsvorschriften ist jedoch im Hinblick auf die rechtliche Bedeutung der 16. BImSchV zu empfehlen, Verkehrslärberechnungen auch im Bebauungsplanverfahren stets nach der 16. BImSchV bzw. nach den dieser zugrunde liegenden RLS-90 [25] vorzunehmen.

Für die Abwägung von Schallschutzmaßnahmen im Bebauungsplan ist die 16. BImSchV insofern von inhaltlicher Bedeutung, als bei Überschreitung von schalltechnischen Orientierungswerten der DIN 18005-1 Beiblatt 1 mit den Immissionsgrenzwerten der 16. BImSchV eine weitere Schwelle, nämlich die Zumutbarkeitsgrenze ohne weitergehende Vorkehrungen erreicht werden kann. In diesem Bereich zwischen dem in der Bauleitplanung nach dem Verursacherprinzip möglichst einzuhaltenden schalltechnischen Orientierungswert nach DIN 18005-1 Beiblatt 1 und dem entsprechenden Immissionsgrenzwert nach der 16. BImSchV

besteht für die Gemeinden bei plausibler Begründung ein Planungsspielraum, um in den vielen Fällen, bei denen in Ermangelung anderer geeigneter Flächen geplante Wohnbebauung an bestehende Verkehrswege heranrückt, die erforderlichen Darstellungen und Festsetzungen treffen zu können.

Auch eine Überschreitung der Grenzwerte ist grundsätzlich denkbar, da der sachliche Geltungsbereich der 16. BImSchV den Fall einer an eine bestehende Straße heranrückenden Bebauung nicht umfasst und die städtebauliche Planung erheblichen Spielraum zur Verfügung hat. Bei der Neuplanung eines Wohngebietes dürfte allerdings nur eine besondere Begründung die einer sachgerechten Abwägung standhaltenden Argumente für eine Lärmexposition jenseits der Grenze schädlicher Umwelteinwirkung liefern können.

Bei der gebotenen Abwägung der Belange, die für oder gegen eine bebauungsplanmäßige Schallschutzkonzeption stehen, sollte auch die Forderung des § 47a BImSchG [7] nach Lärminderungsplänen der Gemeinden beachtet werden. So wäre es problematisch, Lärmsituationen aufgrund einer Neuplanung zu akzeptieren, die wegen des Auftretens schädlicher Umwelteinwirkungen bereits im Planungsstadium dem Katalog der akustischen Sanierungsfälle im Gemeindegebiet zuzurechnen wären.

Dabei ist allerdings zu berücksichtigen, dass - im Unterschied zu Bestandsgebieten - bei Neuplanungen, nicht zuletzt durch entsprechende Festsetzungen bzw. Kennzeichnungen im Bebauungsplan, die Gebäude von vornherein so orientiert und ausgeführt werden können, dass wichtige Freibereiche schallgeschützt sind, zumindest jedoch die Innenräume einen vollwertigen Schallschutz erhalten. Im Falle einer wohnnahen Straßenplanung wird bei Überschreitung der Grenzwerte nach der 16. BImSchV in die vorgefundene bauliche Nutzung derart eingegriffen, dass gem. § 42 BImSchG eine Entschädigung in Geld erfolgt.

Anders stellt sich die Situation bei der Neuplanung einer baulichen Nutzung in der Nähe vorhandener Verkehrswege dar. Hier erfolgt für die planungsbetroffenen Grundstückseigentümer keine Wertminderung ihrer Grundstücke, sondern eine meist ganz erhebliche Wertsteigerung, so dass sich die Frage einer Entschädigung hier nicht stellt.

7 Literatur

- [1] Bürgerliches Gesetzbuch (BGB)
in der Fassung vom 14.03.1990 (BGBl. I S. 478), zuletzt
geändert durch Gesetz vom 16.02.1993 (BGBl. I S. 239)

- [2] Strafgesetzbuch (StGB)
in der Fassung der Bekanntmachung vom 13.11.1998 (BGBl. I
S. 3322), zuletzt geändert durch Gesetz vom 12.04.2001
(BGBl. I S. 530, 532)

- [3] Gesetz über Ordnungswidrigkeiten (OWiG)
in der Fassung vom 19.02.1987 (BGBl. I S. 602), zuletzt
geändert durch Gesetz vom 25.08.1998 (BGBl. I S. 2432,
2445)

- [4] Baugesetzbuch (BauGB)
in der Fassung der Bekanntmachung vom 27.08.1997 (BGBl. I
S. 2141, ber. BGBl. 1998 I S. 137)

- [5] Verordnung über die bauliche Nutzung der Grundstücke (Bau-
nutzungsverordnung - BauNVO)
in der Fassung der Bekanntmachung vom 23.01.1990 (BGBl. I
S. 132), zuletzt geändert durch Gesetz vom 22.04.1993
(BGBl. I S. 466)

- [6] Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG)
vom 12.02.1990 (BGBl. I S. 205), zuletzt geändert durch
Gesetz vom 27.07.2001 (BGBl. I S. 1950)

- [7] Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch
Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnli-
che Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz - BImSchG)
vom 15.03.1974 (BGBl. I S. 721, 1193) in der Fassung der
Bekanntmachung vom 14.05.1990 (BGBl. I S. 880), zuletzt
geändert durch Art. 9 des Gesetzes vom 03.05.2000 (BGBl. I
S. 632)

-
- [8] Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm - TA Lärm)
vom 26.08.1998 (GMBI. 1998 Nr. 26 S. 503-515)
 - [9] Vierte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes
(Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen - 4. BImSchV)
in der Fassung der Bekanntmachung der Neufassung der Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen vom 14.03.1997 (BGBl. I S. 504)
 - [10] Achte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Rasenmäherlärm-Verordnung - 8. BImSchV)
vom 23.07.1987 (BGBl. I S. 1687) in der Fassung der Bekanntmachung vom 13.07.1992 (BGBl. I S. 1248)
 - [11] Fünfzehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Baumaschinenlärm-Verordnung - 15. BImSchV)
vom 10.11.1986 (BGBl. I S. 1729), geändert durch die erste, zweite und dritte Änderungsverordnung vom 23.02.1988 (BGBl. I S.166), 18.12.1992 (BGBl. I S. 2075) und 14.03.1996 (BGBl. I S. 513)
 - [12] Sechzehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes
(Verkehrslärmschutzverordnung - 16. BImSchV)
vom 12.06.1990 (BGBl. I S. 1036)
 - [13] Achtzehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes
(Sportanlagenlärmschutzverordnung - 18. BImSchV)
vom 18.07.1991 (BGBl. I S. 1588)
 - [14] Vierundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes
(Verkehrswege-Schallschutzmaßnahmenverordnung -

24. BImSchV)
vom 04.02.1997 (BGBl. I S. 172, berichtigt S. 1253)
- [15] Straßenverkehrsgesetz (StVG)
in der Fassung der Bekanntmachung vom 19.12.1952 (BGBl. I S. 837), geändert durch Gesetz vom 19.03.2001 (BGBl. I S. 386)
- [16] Bundesfernstraßengesetz (FStrG)
in der Fassung der Bekanntmachung vom 19.04.1994 (BGBl. I S. 854)
- [17] Luftverkehrsgesetz (LuftVG)
in der Fassung der Bekanntmachung vom 27.03.1999 (BGBl. I S. 550)
- [18] Gesetz zum Schutz gegen Fluglärm (Fluglärmgesetz - FluglärmG)
vom 30.03.1971 (BGBl. I S. 282), geändert durch Gesetz vom 16.12.1986 (BGBl. I S. 2441)
- [19] Bekanntmachung der Datenerfassungssysteme für die Ermittlung von Lärmschutzbereichen an zivilen (DES) und militärischen Flugplätzen (DES-MIL) sowie einer Anleitung zur Berechnung (AzB)
vom 27.02.1975 (GMBI.1975 Nr. 8 S. 126)
- [20] Ergänzung der Anleitung zur Berechnung von Lärmschutzbereichen an zivilen und militärischen Flugplätzen - AzB - vom 27.02.1975 (GMBI. S. 126)
vom 20.02.1984
Der Bundesminister des Innern U II 4 - 560 120/43
- [21] Verordnung über bauliche Schallschutzanforderungen nach dem Gesetz zum Schutz gegen Fluglärm (Schallschutzverordnung - SchallschutzV)
vom 05.04.1974 (BGBl. I S. 903)

-
- [22] Leitlinie zur Beurteilung von Fluglärm durch die Immissions-schutzbehörden der Länder (Flughafen-Fluglärmleitlinie) vom 14.05.1997, Länderausschuss für Immissionsschutz

 - [23] Leitlinie zur Ermittlung und Beurteilung der Fluglärm-immissionen in der Umgebung von Landeplätzen durch die Immissionsschutzbehörden der Länder (Landeplatz-Fluglärm-leitlinie) vom 14.05.1997, Länderausschuss für Immissionsschutz

 - [24] Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm - Geräuschimmissionen vom 19.08.1970 (BAnz Nr. 160 vom 01.09.1970)

 - [25] Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen (RLS-90) Bundesminister für Verkehr, Abt. Straßenbau; erarbeitet durch: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsausschuss "Immissionsschutz an Straßen", Köln, 1990

 - [26] Richtlinien für den Verkehrslärmschutz an Bundesfernstraßen in der Baulast des Bundes (VLärmSchR 97) Allgemeines Rundschreiben Straßenbau Nr. 26/1997 des Bundesministers für Verkehr vom 02.06.1997 (VkB1. Amtlicher Teil Heft 12 1997 S. 434)

 - [27] Allgemeines Rundschreiben Straßenbau Nr. 8/1990 vom 10.04.1990
- StB 11/14.86.22-01/25 Va 90 - des Bundesministers für Verkehr

 - [28] Allgemeines Rundschreiben Straßenbau Nr. 14/1991, Sachge-biet 12.1 Lärmschutz
vom 25.04.1991 - StB 11/26/14.86.22-01/27 Va 91 - des Bun-desministers für Verkehr

 - [29] Richtzeichnungen für Lärmschirme außerhalb von Kunstbauten (RiZaK-88)
Allgemeines Rundschreiben des Bundesministers für Verkehr vom 06.03.1989 (VkB1. S. 216)

- [30] Zusätzliche Technische Vorschriften und Richtlinien für die Ausführung von Lärmschutzwänden an Straßen (ZTV-Lsw 88) Allgemeines Rundschreiben des Bundesministers für Verkehr, Ausgabe 1988 vom 18.03.1988 (VkB1. S. 548)
- [31] Richtlinie zur Berechnung der Schallimmissionen von Schienenwegen (Schall 03) vom 19.03.1990, Information Akustik 03, Bundesbahn-Zentralamt, München
- [32] Richtlinie für schalltechnische Untersuchungen bei der Planung von Rangier- und Umschlagbahnhöfen (Akustik 04) vom 19.03.1990, Information Akustik 04, Bundesbahn-Zentralamt, München
- [33] Straßenverkehrs-Ordnung (StVO) vom 16.11.1970 (BGBl. I S. 1565), zuletzt geändert durch Verordnung vom 11.12.2000 (BGBl. I S. 1690)
- [34] Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung (StVZO) in der Fassung vom 28.09.1988 (BGBl. I S.1793), geändert durch Verordnung vom 02.12.1988 (BGBl. I S. 2199) und Verordnung vom 16.12.1988 (BGBl. I S. 2355)
- [35] Richtlinie 2000/14/EG des Europäischen Parlaments und des Rates zur Angleichung von Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über umweltbelastende Geräuschemissionen von zur Verwendung im Freien vorgesehenen Geräten und Maschinen vom 08.05.2000 (Abl. EG L 162 vom 03.07.2000 S. 1)
- [36] Brandenburgische Bauordnung (BbgBO) Bekanntmachung der Neufassung vom 25.03.1998 (GVBl. für das Land Brandenburg I S. 82)
- [37] Landesimmissionsschutzgesetz (LImSchG) vom 22.07.1999 (GVBl. für das Land Brandenburg Teil I Nr. 17 vom 06.08.1999)

-
- [38] Verordnung zur Regelung der Zuständigkeiten auf dem Gebiet des Immissions- und Strahlenschutzes (Immissionsschutz-zuständigkeitsverordnung - ImSchZV) i. d. F. der Bekanntmachung vom 29.05.1997 (GVBl. für das Land Brandenburg II S. 686), geändert durch die 5. Immissionsschutzzuständigkeitsverordnung vom 15.09.1999 (GVBl. II S. 509)
- [39] Zur Durchführung des § 47a des Bundes-Immissionsschutzgesetzes - Aufstellung von Lärminderungsplänen - Gemeinsamer Runderlass des Ministers für Umwelt, Naturschutz und Raumordnung, des Ministers des Innern und des Ministers für Stadtentwicklung, Wohnen und Verkehr vom 16.06.1995 (Amtsblatt für Brandenburg Nr. 53 vom 20.07.1995 S. 666)
- [40] Richtlinien für die Bekanntgabe und Zulassung von sachverständigen Stellen im Bereich des Immissionsschutzes Bekanntmachung des Ministeriums für Umwelt, Naturschutz und Raumordnung vom 30.09.1993 (Amtsblatt für Brandenburg Nr. 85 vom 02.11.1993 S. 1611)
- [41] Leitlinie des Ministers für Umwelt, Naturschutz und Raumordnung zur Ermittlung, Beurteilung und Verminderung von Geräuschimmissionen vom 12.08.1996 (Amtsblatt für Brandenburg Nr. 38 vom 04.09.1996 S. 878)
- [42] Berücksichtigung der Witterungsbedingungen bei der Ermittlung der Geräuschimmissionen nach der Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm (Meteorologische Korrektur) Erlass des Ministeriums für Umwelt, Naturschutz und Raumordnung vom 02.06.1999 (Amtsblatt für Brandenburg - Nr. 25 vom 28.06.1999 S. 554)
- [43] Empfehlung zu den Abständen zwischen Industrie-/Gewerbegebieten sowie Hochspannungsfreileitungen/Funksendestellen und Wohngebieten im Rahmen der Bauleitplanung unter den Aspekten des Immissionsschutzes (Abstandsleitlinie) des

Ministers für Umwelt, Naturschutz und Raumordnung
vom 06.06.1995 (Amtsblatt für Brandenburg Nr. 49 vom
06.07.1995 S. 590)

- [44] Einführung technischer Regelwerke für das Straßenwesen in Brandenburg, Immissionsschutz
Runderlass des Ministeriums für Stadtentwicklung, Wohnen und Verkehr, Abteilung 5 - Nr. 27/1997 - Straßenbau - vom 30.09.1997 (Amtsblatt für Brandenburg Nr. 45 vom 14.11.1997 S. 927)
- [45] Einführung technischer Regelwerke für das Straßenwesen in Brandenburg,
Richtlinien für den Verkehrslärmschutz an Bundesfernstraßen in der Baulast des Bundes (VLärmSchR97)
Runderlass des Ministeriums für Stadtentwicklung, Wohnen und Verkehr, Abteilung 5 - Nr. 27/1998 - Straßenbau - vom 17.08.1998 (Amtsblatt für Brandenburg Nr. 37 vom 11.09.1998 S. 791)
- [46] Verordnung über den gemeinsamen Landesentwicklungsplan Standortsicherung Flughafen
vom 18.03.1999 (GVBl. für das Land Brandenburg II - Nr. 11 vom 22.04.1999 S. 262)
- [47] DIN EN ISO 354 E 2000-11 Akustik; Messung der Schallabsorption in Hallräumen
- [48] DIN 1320 1992-06 Akustik; Grundbegriffe
- [49] DIN 4109 1989-11 Schallschutz im Hochbau; Anforderungen und Nachweise
- [50] DIN ISO 9613-2 1999-10 Akustik; Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien, Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren
- [51] DIN 18005-1 1987-05 Schallschutz im Städtebau; Berechnungsverfahren

-
- [52] DIN 18005-1 Beiblatt 1 1987-05 Schallschutz im Städtebau; Schalltechnische Orientierungswerte für die städtebauliche Planung
 - [53] DIN 45635-1 1984-04 Geräuschmessung an Maschinen; Luftschallemission, Hüllflächen-Verfahren
 - [54] DIN 45641 1990-06 Mittelung von Schallpegeln
 - [55] DIN 45642 E 1997-03 Messung von Verkehrsgeräuschen
 - [56] DIN 45643-2 1984-10 Messung und Beurteilung von Flugzeuggeräuschen; Fluglärmüberwachungsanlagen im Sinne von § 19 a Luftverkehrsgesetz
 - [57] DIN 45643-3 1984-10 Messung und Beurteilung von Flugzeuggeräuschen; Ermittlung des Beurteilungspegels für Fluglärmimmissionen
 - [58] DIN 45645-1 1996-07 Ermittlung von Beurteilungspegeln aus Messungen; Teil 1: Geräuschimmissionen in der Nachbarschaft
 - [59] DIN EN 60651 1994-05 Schallpegelmesser
 - [60] DIN EN 60804 1994-05 Integrierende mittelwertbildende Schallpegelmesser
 - [61] VDI 2570 1980-09 Lärminderung in Betrieben; Allgemeine Grundlagen
 - [62] VDI 2571 1976-08 Schallabstrahlung von Industriebauten
 - [63] VDI 2719 1987-08 Schalldämmung von Fenstern und deren Zusatzeinrichtungen
 - [64] VDI 2720-1 E 1991-02 Schallschutz durch Abschirmung im Freien
 - [65] VDI 3720-1 1980-11 Lärmarm konstruieren; Allgemeine Grundlagen

- [66] VDI 3745-1 1993-05 Beurteilung von Schießgeräusch-
immissionen
- [67] VDI 3770 E1999-8 Emissionskennwerte von Schallquellen;
Sport- und Freizeitanlagen
- [68] VDI 4100 1994-09 Schallschutz von Wohnungen; Kriterien für
Planung und Beurteilung
- [69] Krell, K.
Handbuch für Lärmschutz an Straßen und Schienenwegen
2. Auflage, Elsner Verlag, Darmstadt, 1990
- [70] Lärmfibel - Selbsthilfe bei Lärmbeschwerden
Gesellschaft für Lärmbekämpfung e.V., Deutscher Arbeitsring
für Lärmbekämpfung e.V. und Bundesvereinigung gegen
Fluglärm e.V., Berlin, 1988
- [71] Sport und Umwelt - Ermittlung der Schallimmission von Sport-
und Freizeitanlagen;
Feststellung des Standes der Technik
Niedersächsisches Umweltministerium, bearbeitet durch TÜV
Norddeutschland, 1987
- [72] Rist, H.
Baunutzungsverordnung 1990
Verlag W. Kohlhammer, Stuttgart, 1990
- [73] Steven, H.
Straßenverkehrslärm, Einflussparameter, Minderungs-
möglichkeiten
Forschungsinstitut Geräusche und Erschütterungen (FIGE),
Herzogenrath, 1990
- [74] Umweltbundesamt
Jahresbericht 2000

- [75] Leise fahren - Kraftstoff sparen
Kraftfahrer-Information Nr. 16
ADAC, 1984

- [76] Lärmindex '95
Informationsführer Lärminderung, Texte 56/95
Umweltbundesamt, Berlin, 1995

- [77] Planungsempfehlungen für eine umweltentlastende Verkehrs-
beruhigung,
Minderung von Lärm- und Schadstoffemissionen an Wohn- und
Verkehrsstraßen
Planungsbüro Richter-Richard, FIGE GmbH, Umweltbundes-
amt, 1990

- [78] Tempo 30 - Erfahrungen aus städtebaulicher Sicht
Bundesforschungsanstalt für Landeskunde und Raumordnung,
1988

Verteilerhinweis

Diese Informationsschrift wird von der Landesregierung Brandenburg im Rahmen ihrer verfassungsmäßigen Verpflichtung zur Unterrichtung der Öffentlichkeit herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von deren Kandidaten oder Helfern während eines Wahlkampfes zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt nur für Wahlen.