

**Richtlinien  
für den  
Lärmschutz an Straßen  
RLS-90**

# Inhaltsübersicht

Seite

<b>1.0 Zielsetzung und Anwendungsbereich</b> . . . . .	5
<b>2.0 Begriffe, Definitionen, Abkürzungen und Symbole</b> . . . . .	5
<b>3.0 Möglichkeiten zur Minderung von Lärmeinwirkungen</b> . . . . .	7
<b>3.1 Straßenplanung</b> . . . . .	7
3.1.1 Linienführung und Querschnittsgestaltung . . . . .	7
3.1.2 Knotenpunkte . . . . .	7
<b>3.2 Bautechnische Maßnahmen an der Straße und an Gebäuden</b> . . . . .	8
3.2.1 Straße . . . . .	8
3.2.1.1 Straßenoberfläche . . . . .	8
3.2.1.2 Lärmschutzmaßnahmen . . . . .	8
3.2.1.3 Einsatzbedingungen für Lärmschutzwände nach ihren Reflexionseigenschaften . . . . .	9
3.2.2 Gebäude . . . . .	10
3.2.2.1 Geschlossene Bauweise, Anordnung der Gebäude parallel zur Straße . . . . .	10
3.2.2.2 Schalltechnisch günstige Gebäudeformen und Grundrisse . . . . .	11
3.2.2.3 Lärmschutzmaßnahmen an Gebäuden . . . . .	11
<b>3.3 Verkehrsrechtliche Maßnahmen</b> . . . . .	11
<b>4.0 Berechnung des Beurteilungspegels</b> . . . . .	11
<b>4.1 Beurteilungspegel von mehreren Quellen</b> . . . . .	12
<b>4.2 Beurteilungspegel von einer Straße</b> . . . . .	12
<b>4.3 Mittelungspegel von einer Straße</b> . . . . .	12
<b>4.4 Mittelungspegel von einem Fahrstreifen</b> . . . . .	12
4.4.1 Verfahren für „lange, gerade“ Fahrstreifen . . . . .	13
4.4.1.1 Emissionspegel . . . . .	13
4.4.1.1.1 Mittelungspegel $L_m^{(25)}$ . . . . .	14
4.4.1.1.2 Geschwindigkeitskorrektur . . . . .	14
4.4.1.1.3 Straßenoberfläche . . . . .	14
4.4.1.1.4 Steigungen und Gefälle . . . . .	14
4.4.1.2 Abstand und Luftabsorption . . . . .	14
4.4.1.3 Boden- und Meteorologiedämpfung . . . . .	14
4.4.1.4 Topographische und bauliche Gegebenheiten . . . . .	15
4.4.1.4.1 Mehrfachreflexion . . . . .	15
4.4.1.4.2 Abschirmung . . . . .	16
4.4.2 Teilstück-Verfahren . . . . .	17
4.4.2.1 Mittelungspegel von einem Teilstück . . . . .	17
4.4.2.1.1 Abstand und Luftabsorption . . . . .	17
4.4.2.1.2 Boden- und Meteorologiedämpfung . . . . .	17
4.4.2.1.3 Topographische und bauliche Gegebenheiten . . . . .	17
4.4.2.1.3.1 Mehrfachreflexion . . . . .	17
4.4.2.1.3.2 Abschirmung . . . . .	17
4.4.3 Abschirmung an langen, geraden Straßen mit Regelquerschnitten . . . . .	17
<b>4.5 Parkplätze</b> . . . . .	19
4.5.1 Beurteilungspegel . . . . .	19
4.5.2 Emissionspegel . . . . .	19
4.5.3 Topographische und bauliche Gegebenheiten . . . . .	20
4.5.4 Zusammenwirken von Straßen und Parkplätzen . . . . .	20
<b>4.6 Berücksichtigung von Einfachreflexionen</b> . . . . .	20
<b>4.7 Darstellung der Ergebnisse</b> . . . . .	21
4.7.1 Lageplan der Lärmschutzmaßnahmen . . . . .	21
4.7.2 Aktiver Lärmschutz . . . . .	21
4.7.3 Passiver Lärmschutz . . . . .	21
<b>Anhang</b> . . . . .	26
<b>Diagramme I–XVII</b> . . . . .	26

# 1.0 Zielsetzung und Anwendungsbereich

Lärmschutz an Straßen umfaßt planerische, bauliche und verkehrsrechtliche Maßnahmen, die aufeinander abzustimmen und in den jeweiligen Planungs- und Entscheidungsprozeß einzubeziehen sind.

Bei der Lärmvorsorge (Lärmschutz beim Neubau oder der wesentlichen Änderung von Straßen) ist folgende Rangordnung zu beachten:

- I. Im Rahmen der Planung sollen Lärmeinwirkungen auf schutzbedürftige Gebiete möglichst bereits durch verträgliche Flächenzuordnung vermieden werden.
- II. Soweit Grenzwertüberschreitungen dadurch nicht vermieden werden können, ist Abhilfe durch bauliche Schutzmaßnahmen an der Straße zu schaffen.
- III. Kommen derartige Maßnahmen an der Straße nicht in Betracht oder reichen sie nicht aus, so sind Aufwendungen für erforderliche Lärmschutzmaßnahmen an der betroffenen baulichen Anlage zu erstatten.

Für die Lärmsanierung (Lärmschutz an bestehenden Straßen) können auch verkehrsrechtliche Maßnahmen in Betracht kommen.

Diese Richtlinien befassen sich mit Lärmschutzmaßnahmen und mit Berechnungsverfahren zur quantitativen Darstellung der Lärmbelastung.

Sie sollen den Anwender in die Lage versetzen,

- Aussagen zur Berücksichtigung und Abwägung der Belange des Lärmschutzes 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.

Durch die „Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen“ soll erreicht werden, daß dabei einheitlich verfahren wird. Sie tragen den in den letzten Jahren gewonnenen Erfahrungen und neueren Forschungsergebnissen Rechnung. Sie ergänzen das Berechnungsverfahren der Anlage 1 der Verkehrslärmschutzverordnung und sind mit den VDI-Richtlinien 2714 „Schallausbreitung im Freien“ und 2720 E, Blatt 1 „Schallschutz durch Abschirmung im Freien“ abgestimmt.

## 2.0 Begriffe, Definitionen, Abkürzungen und Symbole

In diesen Richtlinien werden folgende Begriffe, Definitionen, Abkürzungen und Symbole verwendet:

**Schallpegel, A-Schallpegel  $L$**

Unter Schallpegel  $L$  in Dezibel (dB) wird hier der Schalldruckpegel nach DIN 1320 verstanden. Der A-bewertete Schalldruckpegel  $L_A$  in dB bzw.  $L$  in dB(A) – auch A-Schallpegel genannt – ist ein nach DIN IEC 651 frequenzbewerteter Schallpegel. Durch die A-Bewertung wird die frequenzabhängige Empfindlichkeit des Gehörs berücksichtigt.

Hier wird nur mit A-bewerteten Schallpegeln gerechnet und deshalb zur Vereinfachung am Symbol „ $L$ “ der Index „A“ fortgelassen.

**Mittelungspegel  $L_m$**

Unter Mittelungspegel  $L_m$  in dB(A) (auch: energieäquivalenter Dauerschallpegel  $L_{eq}$ ) wird hier der in DIN 45641 definierte zeitliche Mittelwert des A-Schallpegels verstanden:

$$L_m = 10 \cdot \lg \left[ \frac{1}{T_r} \int_{T_r} 10^{0,1 \cdot L(t)} dt \right]$$

mit

$T_r$  ... Beurteilungszeitraum  
Tag: 16 Stunden von 6.00–22.00 Uhr  
Nacht: 8 Stunden von 22.00–6.00 Uhr

$L(t)$  ... Schallpegel in dB(A) zur Zeit  $t$

*Anmerkung:* Der Mittelungspegel dient zur Kennzeichnung der Belastung durch Geräusche mit zeitlich veränderlichen Schallpegeln durch nur eine Zahl. Auffällige Einzeltöne oder Impulse werden nicht zusätzlich berücksichtigt. Dabei wird die Verdopplung bzw. Halbierung der Einwirkzeit eines Geräusches wie die

*Erhöhung bzw. Verringerung seines Schallpegels um 3 dB(A) bewertet. In den Mittelungspegel gehen Stärke und Dauer jedes Einzelgeräusches während der Beurteilungszeit ein.*

**Beurteilungspegel  $L_r$**

Der Beurteilungspegel ist bei Straßenverkehrsgeräuschen gleich dem Mittelungspegel, dem für Immissionsorte in der Nähe von lichteichengeregelten Kreuzungen und Einmündungen noch ein Zuschlag für erhöhte Störwirkung hinzugefügt wird.

**Schallemission, Emissionspegel  $L_{m,E}$ ,  
Emissionsort**

Abstrahlung von Schall aus einer oder mehreren Schallquellen. Die Schallemission vom Verkehr auf einer Straße oder einem Fahrstreifen wird durch den Emissionspegel  $L_{m,E}$  gekennzeichnet. Das ist der Mittelungspegel in 25 m Abstand von ihrer (seiner) Achse bei freier Schallausbreitung.

Der für die Berechnung des Emissionspegels maßgebende Emissionsort (Schallquelle) ist in 0,5 m Höhe über der Mitte der Straße oder des Fahrstreifens anzunehmen.

Die Stärke der Schallemission von einem Parkplatz (oder einem Teil davon) wird durch den Mittelungspegel  $L_{m,E}^*$  gekennzeichnet. Das ist der Mittelungspegel in 25 m Abstand von seinem Mittelpunkt unter der Annahme, daß die ganze Schallemission auf diesen konzentriert ist.

**Schallimmission, Immissionsort**

Einwirken von Schall auf ein Gebiet oder einen Punkt eines Gebietes, den Immissionsort. Die Stärke der Schallimmission wird durch den Mittelungspegel gekennzeichnet.

Der für die Berechnung des Mittelungspegels und des Beurteilungspegels maßgebende Immissionsort wird bei Gebäuden in

**Tabelle 1: Erläuterung der Abkürzungen und Symbole**

Zeichen	Einheit	Bedeutung
A	m	Abstand zwischen Emissionsort und Beugungskante
$a_R$	m	Abstand zwischen Emissionsort und einer reflektierenden Fläche
B	m	Abstand zwischen Beugungskante und Immissionsort
C	m	Summe der Abstände zwischen mehreren Beugungskanten
DTV	Kfz/24 h	Durchschnittliche Tägliche Verkehrsstärke
$\Delta L_{A, \alpha, Str}$	dB	Reflexionseigenschaft von Lärmschutzwänden
$D_B$	dB(A)	Pegeländerung durch topographische Gegebenheiten und bauliche Maßnahmen
$D_{BM}$	dB(A)	Pegeländerung durch Boden- und Meteorologiedämpfung
$D_E$	dB(A)	Korrektur zur Berücksichtigung der Absorptionseigenschaften von reflektierenden Flächen
$D_l$	dB(A)	Korrektur zur Berücksichtigung der Teilstücklänge
$D_P$	dB(A)	Korrektur für unterschiedliche Parkplatzarten
$D_{refl}$	dB(A)	Pegelerhöhung durch Mehrfachreflexion
$D_s$	dB(A)	Pegeländerung durch unterschiedliche Abstände
$D_{Stg}$	dB(A)	Korrektur für Steigungen und Gefälle
$D_{StrO}$	dB(A)	Korrektur für unterschiedliche Straßenoberflächen
$D_v$	dB(A)	Korrektur für unterschiedliche zulässige Höchstgeschwindigkeiten
$D_z$	dB(A)	Abschirmaß eines Lärmschirmes
$d_{\bar{u}}$	m	Überstandslänge der Abschirmeinrichtung
g	%	Längsneigung
H	m	Höhendifferenz zwischen Immissionsort und Fahrstreifen- bzw. Straßenoberfläche
h	m	Höhe der Abschirmeinrichtung über Fahrstreifen- bzw. Straßenoberfläche
$h_{Beb}$	m	mittlere Höhe von baulichen Anlagen
$h_{GE}$	m	Höhe des Emissionsortes über Grund
$h_{GI}$	m	Höhe des Immissionsortes über Grund
$h_m$	m	mittlerer Abstand zwischen dem Grund und der Verbindungslinie zwischen Emissions- und Immissionsort
$h_R$	m	Höhe einer reflektierenden Fläche
$h_T$	m	Hilfsgröße zur Berechnung von $h_m$
K	dB(A)	Zuschlag für erhöhte Störwirkung von lichtzeichengeregelten Kreuzungen und Einmündungen
$K_w$	–	Korrektur zur Berücksichtigung von Witterungseinflüssen
$L_r$	dB(A)	Beurteilungspegel
$L_m$	dB(A)	A-bewerteter Mittelungspegel
$L_{m, n}$	dB(A)	Mittelungspegel des nahen äußeren Fahrstreifens
$L_{m, f}$	dB(A)	Mittelungspegel des fernen äußeren Fahrstreifens
$L_{m, i}$	dB(A)	Mittelungspegel für ein Teilstück
$L_{m, E}$	dB(A)	Emissionspegel
$L_{pkw}$	dB(A)	Mittelungspegel der Pkw
$L_{Lkw}$	dB(A)	Mittelungspegel der Lkw
l	m	Abschnittslänge
M	Kfz/h	maßgebende stündliche Verkehrsstärke
N	Kfz/h	mittlere Anzahl der Fahrzeugbewegungen je Stellplatz und Stunde
n	–	Anzahl der Stellplätze
p	%	maßgebender Lkw-Anteil (über 2,8 t zul. Gesamtgewicht)
s	m	Abstand zwischen Emissions- und Immissionsort
v	km/h	zulässige Höchstgeschwindigkeit
w	m	Abstand der reflektierenden Flächen voneinander
z	m	Schirmwert

Höhe der Geschoßdecke (0,2 m über der Fensteroberkante) des zu schützenden Raumes angenommen. Dabei sind Reflexionen durch das betrachtete Gebäude nicht zu berücksichtigen. Der maßgebende Immissionsort liegt bei Außenwohnbereichen 2 m über der Mitte der als Außenwohnbereich genutzten Fläche.

#### Immissionsgrenzwert IGW

Wert für den Beurteilungspegel, der zum Schutz der Nachbarschaft vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Verkehrsgläusche beim Bau oder der wesentlichen Änderung von Straßen<sup>1)</sup> und an bestehenden Straßen festgelegt ist.

*Anmerkung: Von den Immissionsgrenzwerten zu unterscheiden sind die schalltechnischen Orientierungswerte für die städtebauliche Planung nach DIN 18005, die keine Grenzwerte sind.*

#### Lärmvorsorge

Durchführung von Lärmschutzmaßnahmen beim Neubau und der wesentlichen Änderung von Straßen.

#### Lärmsanierung

Durchführung von Lärmschutzmaßnahmen an bestehenden Straßen.

#### Abschirmung

Behinderung der freien Schallausbreitung durch Hindernisse, beispielsweise durch Lärmschutzwälle, Lärmschutzwände, Böschungskanten oder Häuserzeilen.

#### Reflexion

Spiegelung von Schallquellen an einer genügend großen Fläche.

<sup>1)</sup> Sechzehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verkehrslärmschutzverordnung – 16. BImSchV)

Durch sie entsteht zusätzlich zu der Originalschallquelle hinter der Fläche eine Spiegelschallquelle.

#### Schallabsorption

Verringerung des von einer Fläche reflektierten Schalles durch Aufbringen eines geeigneten Materials. Beim Straßenverkehrslärm wird die Schallabsorption mit Hilfe des Wertes  $\Delta L_{A, \alpha, Str}$  nach den „Zusätzlichen Technischen Vorschriften und Richtlinien für die Ausführung von Lärmschutzwänden an Straßen (ZTV-Lsw 88)“ beurteilt.

#### Durchschnittliche Tägliche Verkehrsstärke DTV

Mittelwert über alle Tage des Jahres der einen Straßenquerschnitt täglich passierenden Kraftfahrzeuge.

#### Maßgebende Verkehrsstärke M

Auf den Beurteilungszeitraum bezogener Mittelwert über alle Tage des Jahres der einen Straßenquerschnitt stündlich passierenden Kraftfahrzeuge.

#### Maßgebender Lkw-Anteil p

Anteil der Kraftfahrzeuge mit einem zulässigen Gesamtgewicht über 2,8 t in Prozent der maßgebenden Verkehrsstärke.

*Anmerkung: Bei der Verkehrsstärke M und dem Lkw-Anteil p bezieht sich der Begriff „maßgebend“ allein auf die schalltechnischen Berechnungen; für Untersuchungen im Bereich der Straßenverkehrstechnik gelten andere Definitionen.*

#### Zulässige Höchstgeschwindigkeit v

Die für den betreffenden Straßenabschnitt zulässige Höchstgeschwindigkeit in km/h, jedoch mindestens 30 km/h und höchstens 130 km/h.

## 3.0 Möglichkeiten zur Minderung von Lärmeinwirkungen

### 3.1 Straßenplanung

#### 3.1.1 Linienführung und Querschnittsgestaltung

Schon beim Linienentwurf und der Voruntersuchung zur Straßenplanung müssen Lärmschutzüberlegungen einsetzen. Soweit nicht andere Belange entgegenstehen, ist ein möglichst großer Abstand zwischen (geplanter) Straße und schutzbedürftigen Nutzungen anzustreben. Dabei ist allerdings zu beachten, daß erst eine Abstandsverdoppelung eine Pegelminderung um ca. 4 dB(A) bewirkt. Eine weitere Minderung durch Verschieben der Trasse ist demnach um so geringer, je größer der Abstand bereits ist. Durch Ausnutzung der Abschirmwirkung bestehender Bebauung und natürlicher Hindernisse (Bodenerhebungen) lassen sich zusätzliche Verbesserungen erzielen.

Stehen für eine geplante Straße verschiedene Varianten zur Diskussion, von denen jede schutzbedürftige Nutzungen durchschneidet oder berührt, ist unbeschadet der Abwägung mit anderen Belangen auch zu prüfen, welches Gebiet größeren Schutzanspruch hat und bei welcher Variante die Geräuschbelastung am geringsten ist. Nach Möglichkeit sind neue Schallquellen (geplante Straßen) neben vorhandene Schallquellen zu legen. Durch Bündelung von Verkehrswegen können die Belastungen auf engeren Raum zusammengefaßt werden und Lärmschutzmaßnahmen wirtschaftlicher zur Anwendung kommen.

Unter Berücksichtigung von Topographie, Höhe und Entfernung der Bebauung usw., ist zu prüfen, ob die Straße besser in Hoch-, Gleich- oder Tieflage geführt werden sollte.

Straßen in Tieflage können schalltechnisch besonders bei niedriger Bebauung günstig sein, weil die Einschnittsböschung oder die Stützmauer als Lärmschirm wirkt. Für nahe an der Straße gelegene Bebauung kann dagegen – insbesondere in Verbindung mit Abschirmeinrichtungen – die Hochlage schalltechnisch vorteilhafter sein. Hinweise für Lärmschutzvorkehrungen an der Straße enthält Abschnitt 3.2.1.

#### 3.1.2 Knotenpunkte

Schnelle Schallpegelanstiege, insbesondere durch bremsende und anfahrende Kraftfahrzeuge, wirken besonders störend. Eine kreuzungsfreie Straße begünstigt einen gleichmäßigen und unter sonst gleichen Bedingungen weniger störenden Verkehrsablauf, während Verkehrsknoten zusätzliche Störungen verursachen.

Bei planfreien Knotenpunkten ist zu prüfen, in welcher Ebene die stärker belasteten Verkehrsbeziehungen weniger störend untergebracht werden können. Es bietet sich an, schwächer belastete Verbindungsrampen in Lage und Höhe so zu führen, daß sie die zu schützende Nutzung gegen stärker belastete Hauptfahrbahnen abschirmen.

## 3.2 Bautechnische Maßnahmen an der Straße und an Gebäuden

### 3.2.1 Straße

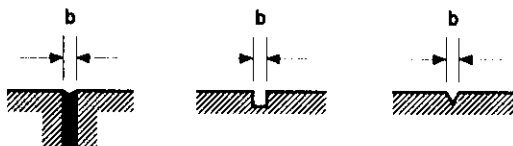
#### 3.2.1.1 Straßenoberfläche

Tabelle 4 (Abschnitt 4.4.1.1.3) läßt den Einfluß der Straßenoberfläche auf den Mittelungspegel erkennen. Die angegebenen Korrekturen sind Mittelwerte. Sie tragen u. a. der Tatsache Rechnung, daß die Straßenoberflächen herstellungsbedingte Toleranzen aufweisen. Darüber hinaus kann sich im Laufe der Zeit die Textur einer Straßenoberfläche und damit die Schallemission ändern. Entsprechend den „Zusätzlichen Technischen Vorschriften und Richtlinien für den Bau bituminöser Fahrbahndecken“ – Ausgabe 1984 (ZTVbit-StB 84) mit Ergänzungen 1990 wird zwischen Fahrbahndecken aus Gußasphalt, Asphaltbeton und Splittmastixasphalt unterschieden. Beim Gußasphalt wird je nach Behandlung der Oberfläche zwischen geriffeltem und nicht geriffeltem Gußasphalt unterschieden. Zusätzlich werden noch Fahrbahndecken aus Beton nach den „Zusätzlichen Technischen Vorschriften und Richtlinien für den Bau von Fahrbahndecken aus Beton“ – Ausgabe 1978 – (ZTV Beton 78) mit Ergänzungen 1980, 1982 und 1990 sowie Pflasterdecken berücksichtigt. Pflasterdecken oder Plattenbeläge gelten als eben, wenn sie aus Bauteilen mit gering oder mittel strukturierten oder fein bearbeiteten Oberflächen profilgerecht hergestellt sind und die Fugenfüllung bündig mit den Steinkanten abschließt, oder wenn die Fugenbreite kleiner als 5 mm ist. Alle anderen Pflasterdecken oder Plattenbeläge wie z. B. Kopfsteinpflaster, Betonverbundsteinpflaster mit abgefaster Steinkante, sowie Decken und Beläge mit fehlender Fugenfüllung und Fugenbreiten über 5 mm fallen nicht unter Pflaster mit ebener Oberfläche (Bild 1).

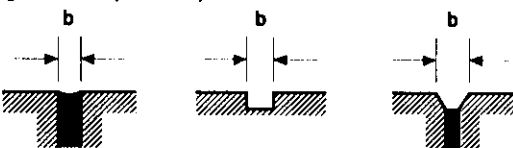
Zur Verringerung der Geräuschenstehung sollte im Bereich schutzbedürftiger Nutzungen unbeschadet der Berücksichtigung anderer Gesichtspunkte, z. B. der Gestaltung des Ortsbildes oder von Maßnahmen der Verkehrsberuhigung, folgendes beachtet werden:

- möglichst keine Querrillen einschneiden und möglichst keine regelmäßig profilierten Oberflächen schaffen,

#### Pflaster mit ebener Oberfläche ( $b < 5 \text{ mm}$ )



#### sonstige Pflaster ( $b \geq 5 \text{ mm}$ )



#### Kopfsteinpflaster



Bild 1: Unterscheidung der Pflasterdecken

- durch standfeste Ausbildung des Straßenoberbaus Unebenheiten, Stufen, Schwellen und Verformungen vermeiden,
- Deckel von Schächten und sonstigen Einbauten außerhalb der Rollspuren anordnen, bei Brücken geräuscharme Fahrbahnübergänge anstreben.

#### 3.2.1.2 Lärmschutzmaßnahmen

Lärmschutzmaßnahmen an der Straße (aktive Maßnahmen) sind:

- Lärmschutzwälle,
- Lärmschutzwände,
- Einschnitts- und Troglagen, Hochlagen,
- Teil- und Vollabdeckungen (Tunnel).

Vielfach bietet sich auch die Kombination verschiedener Schutzmaßnahmen an.

Als Beispiel sind im Bild 2 verschiedene Möglichkeiten des Lärmschutzes miteinander verglichen. Mit allen vier gezeigten Maßnahmen läßt sich für eine dreigeschossige Bebauung, die einen Abstand von 60 m von einer zweibahnigen Straße hat, etwa der gleiche Lärmschutz erreichen.

Durch Abschirmeinrichtungen an der Straße kann die Schallimmission in günstigen Fällen um bis zu 15 dB(A) vermindert werden. Lange, hohe Gebäude oder die völlige Umschließung der Straße können noch höhere Pegelminderungen bewirken. Abschirmeinrichtungen unter 2 m Höhe sind nicht sinnvoll. Sie sind um so wirksamer, je höher und je länger sie sind, und je näher sie sich an der Straße befinden. Wenn Abschirmeinrichtungen nahe an der Straße nicht möglich sind, ist zu prüfen, ob sie nicht nahe am Schutzobjekt angeordnet werden können. Bereits bei den Vorüberlegungen ist zu beachten, daß die notwendige Mindestlänge einer Abschirmeinrichtung ein Mehrfaches ihres Abstandes vom zu schützenden Objekt betragen muß. Außerdem muß die Abschirmeinrichtung mindestens die Sichtverbindung zwischen dem zu schützenden Immissionsort und der Straße unterbrechen.

Lärmschutzanlagen sollen möglichst unauffällig in das Orts- und Landschaftsbild eingefügt werden. Das wird am ehesten mit natürlichen und naturnahen Materialien, Formen und Farben erreicht<sup>2)</sup>. Bei der Wahl der Lärmschutzanlage sollte daher einer naturnahen Lösung stets der Vorzug gegeben werden. Somit ist von folgender Rangfolge auszugehen:

- Wall,
- Wall mit aufgesetzter Wand,
- Wall mit Stützmauer,
- Steilwall,
- Lärmschutzwand.

Tunnelstrecken oder geschlossene Abdeckungen für Lärmschutzzwecke sollten wegen der damit verbundenen besonderen Probleme (Beleuchtung, Belüftung, Zufahrtsbeschränkungen, kritische Anschlußstellen, Kosten) nur Anwendung finden, wenn z. B. städtebauliche Gründe dafür sprechen.

Bei der Planung und Ausführung von Lärmschutzeinrichtungen müssen

- die Einfügung in das Orts- und Landschaftsbild,
- ökologische Gesichtspunkte,
- akustische Eigenschaften (Schalldämmung, Absorption),
- Standsicherheit (Eigengewicht, Windlast),

<sup>2)</sup> „Empfehlungen für die Gestaltung von Lärmschutzanlagen an Straßen“ – Ausgabe 1985 – Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Alfred-Schütte-Allee 10, 5000 Köln 21

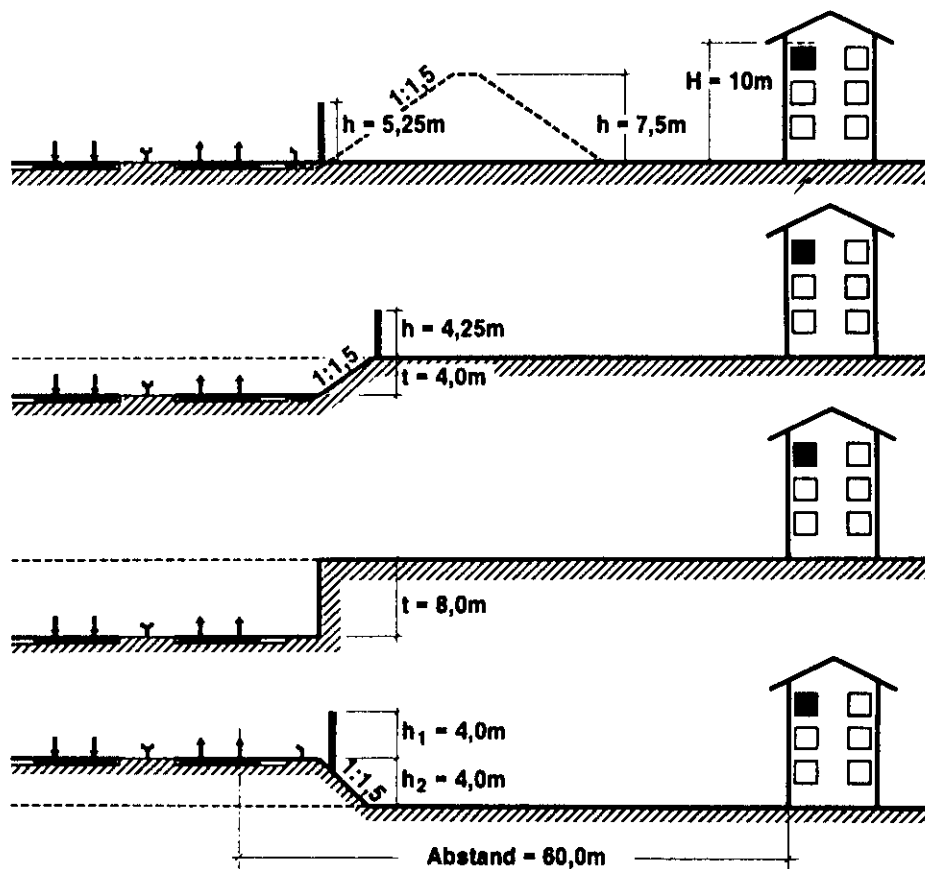


Bild 2: Verschiedene Möglichkeiten des Lärmschutzes

- bautechnische Ausbildung (Konstruktion, Mindestabstand vom Verkehrsraum, Materialeigenschaften, Unterhaltung) und
- verkehrliche, betriebliche und wirtschaftliche Gesichtspunkte beachtet werden, die in den RiZaK-88<sup>3)</sup>, den ZTV-Lsw 88<sup>4)</sup> und den ZTVE-StB 76<sup>5)</sup> dargelegt sind.

### 3.2.1.3 Einsatzbedingungen für Lärmschutzwände nach ihren Reflexionseigenschaften

Lärmschutzwände werden nach ihren Reflexionseigenschaften<sup>4)</sup> unterschieden in

- reflektierend  $\Delta L_{A,\alpha, Str} < 4 \text{ dB}$
- absorbierend  $\Delta L_{A,\alpha, Str} \geq 4 \text{ dB} < 8 \text{ dB}$
- hochabsorbierend  $\Delta L_{A,\alpha, Str} \geq 8 \text{ dB}$

**Reflektierende** Lärmschutzwände können an Straßen in den in Bild 3 dargestellten Fällen eingesetzt werden:

- Reflektierter Schall ist unerheblich (Bild 3, Fall a<sub>1</sub>), weil sich jenseits der Straße keine schutzwürdige Bebauung befindet.
- Reflektierter Schall ist unerheblich (Bild 3, Fall a<sub>2</sub>, a<sub>3</sub> und b), weil er keine schutzwürdige Bebauung trifft.

<sup>3)</sup> „Richtzeichnungen für Lärmschirme außerhalb von Kunstbauten“ (RiZaK-88) – Allgemeines Rundschreiben Straßenbau ARS Nr. 6/1989 vom 06. 03. 1989 – Der Bundesminister für Verkehr – Verkehrsblatt 1989, S. 216–238

<sup>4)</sup> „Zusätzliche Technische Vorschriften und Richtlinien für die Ausführung von Lärmschutzwänden an Straßen“ (ZTV-Lsw 88) – Allgemeines Rundschreiben Straßenbau ARS Nr. 8/1988 vom 18. 03. 1988 – Der Bundesminister für Verkehr – Verkehrsblatt 1988, S. 548

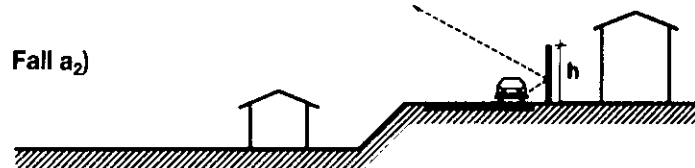
<sup>5)</sup> „Zusätzliche Technische Vorschriften und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau“ (ZTVE-StB 76), Ergänzung: Bau von Lärmschutzwällen, Ausgabe 1978, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Alfred-Schütte-Allee 10, 5000 Köln 21

### Fall a) Reflektierter Schall ist unerheblich

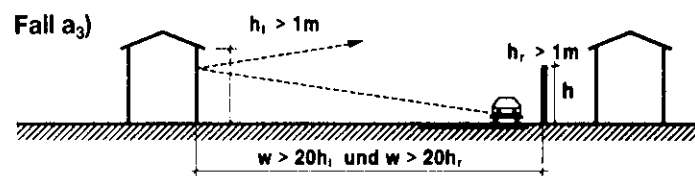
Fall a<sub>1</sub>)



Fall a<sub>2</sub>)

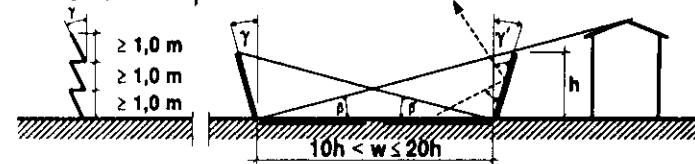


Fall a<sub>3</sub>)



### Fall b) Reflektierter Schall wird nach oben gelenkt

Bedingungen:  $\gamma > \beta$ ;  $\gamma' > \beta'$



**Sägezahnprofil**

Bild 3: Einsatzkriterien für reflektierende Lärmschutzwände

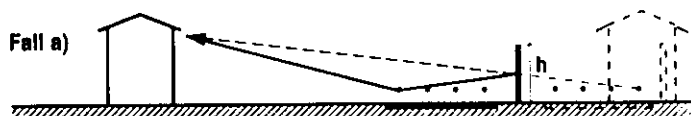
Reflektierter Schall kann durch eine nach außen geneigte Wand (Bild 3, Fall b) nach oben (in nicht zu schützende Bereiche) gelenkt werden. Dabei ist die Mindest-Wandneigung gegen die Vertikale nach folgenden Bedingungen festzulegen:

$$\gamma > \beta \text{ bzw. } \gamma' > \beta'$$

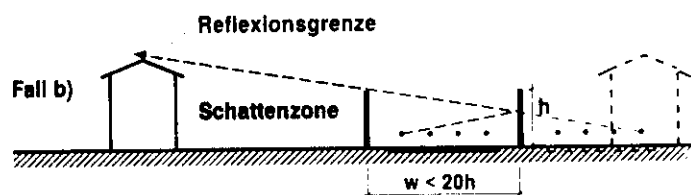
Durch ein Sägezahnprofil wird die Wirkung einer geneigten Wand nur dann erreicht, wenn die geneigten Einzelflächen mindestens 1 m hoch sind.

Lärmschutzwände müssen ab 1 m Höhe über Straßenoberfläche in folgenden Fällen **absorbierend** aufgeführt werden (Bild 4):

- Einer Pegelerhöhung an einem nicht abgeschirmten Immissionsort jenseits der Straße soll entgegengewirkt werden (Bild 4, Fall a).
- Einer Pegelerhöhung in der Schattenzone durch Mehrfachreflexion soll entgegengewirkt werden (Bild 4, Fall b).
- Einer Pegelerhöhung hinter der Wand durch Reflexion an hohen Fahrzeugaufbauten soll entgegengewirkt werden, wenn die Wand eine Höhe (über der Straße) unter 3,5 m aufweist, die schutzwürdige Bebauung die Lärmschutzwand überragt und der Anteil des Schwerlastverkehrs (Busse, Lkw und Lastzüge) mehr als 10% des Gesamtverkehrs beträgt (Bild 4, Fall c).



Fall a) Einer Pegelerhöhung an einem nicht abgeschirmten, schutzwürdigen Immissionsort soll entgegengewirkt werden.



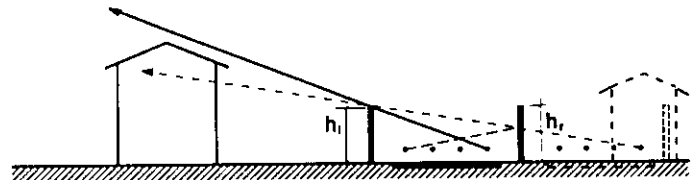
Fall b) Einer Pegelerhöhung in der Schattenzone durch Mehrfachreflexion soll entgegengewirkt werden. (Alternative: geneigte reflektierende Wände - siehe Bild 3 Fall b).

Bedingung: Schutzwürdige Immissionsorte unterhalb der Reflexionsgrenze



Fall c) Einer Pegelerhöhung hinter der Wand durch Reflexionen an hohen Fahrzeugaufbauten soll entgegengewirkt werden, wenn  $h < 3,5$  m ist, die schutzwürdige Bebauung die Lärmschutzwand überragt und der Anteil des Schwerlastverkehrs  $> 10\%$  ist.

Bild 4: Einsatzkriterien für absorbierende Lärmschutzwände



Reflektierter Schall soll nur stark gemindert zu Immissionsorten gelangen, die vor direktem Schall abgeschirmt sind.

Bild 5: Einsatzkriterien für hochabsorbierende Lärmschutzwände

**Hochabsorbierende** Lärmschutzwände sind an Straßen erforderlich (Bild 5), wenn Schall von der Spiegelschallquelle an einem Immissionsort, der gegen die Originalschallquelle abgeschirmt ist, um mindestens 8 dB(A) gemindert werden soll.

Der untere Teil einer absorbierenden oder hochabsorbierenden Lärmschutzwand kann bis 1 m über Straßenoberfläche reflektierend ausgebildet werden.

Die Reflexion an Schutzplanken wird vernachlässigt.

### 3.2.2 Gebäude

Straßenverkehrsgeräusche können auch durch Ausnutzung günstiger städtebaulicher und bautechnischer Gegebenheiten gemindert werden.

#### 3.2.2.1 Geschlossene Bauweise,

Anordnung der Gebäude parallel zur Straße

Offene Bauweise (Einzel- oder Doppelhäuser, Hausgruppen bis 50 m Länge) verhindert den Durchtritt des Lärms durch die Baulücken nicht und läßt daher keine ruhigen Zonen entstehen.

Eine geschlossene Straßenrandbebauung wirkt als Lärmschirm und schützt die dahinterliegenden Flächen und Gebäude um so besser, je länger und höher sie ist. Durchgehende Öffnungen, wie z. B. offene Hofdurchfahrten, sollten daher möglichst vermieden werden. Vorteilhaft ist die rundum geschlossene Blockbebauung mit ruhigen Innenhöfen ohne Stellplätze, bei der die von der Straße abgewandten Räume geschützt sind. Die straßenseitig gelegenen Räume werden allerdings wegen des geringeren Abstandes von der Straße bei beidseitiger Randbebauung auch durch Reflexion von den gegenüberliegenden Häusern stärker belastet. Daraus kann sich bei Gebäuden mit schutzbedürftigen Räumen die Notwendigkeit von passiven Lärmschutzmaßnahmen ergeben. Diese Lärmschutzmaßnahmen können bei geräuschunempfindlicher Nutzung (Garagen, Lager u. ä.) entbehrlich sein (Bild 6).

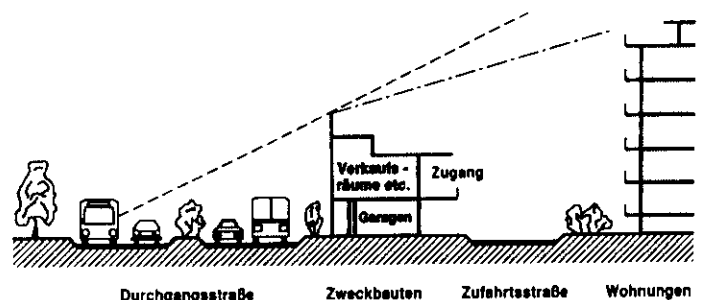


Bild 6: Lärmschutz durch günstig angeordnete Zweckbauten



Zeilenbauweise mit quer oder schräg zur Straßenachse angeordneten Baublöcken ist schalltechnisch ungünstig, da keine Gebäudeseite geschützt ist.

### 3.2.2.2 Schalltechnisch günstige Gebäudeformen und Grundrisse

Eine zweckmäßige Gebäudeform (Bild 7) in Verbindung mit einer schalltechnisch günstigen Grundrißgestaltung kann das Eindringen von Straßenverkehrslärm in die Innenräume mindern. Gegenüber Straßenverkehrslärm weniger empfindlich sind Gebäude, bei denen schutzbedürftige Räume und Außenwohnflächen (Balkone, Loggien, Terrassen u. ä.) auf der dem Lärm abgewandten Seite angeordnet werden (Bild 8).

### 3.2.2.3 Lärmschutzmaßnahmen an Gebäuden

Der Schallpegel in Aufenthaltsräumen kann durch entsprechende Schalldämmung der Außenbauteile (Fenster, Wände, Dächer) niedrig gehalten werden (passiver Lärmschutz). Art und Umfang der notwendigen Maßnahmen sowie die erforderliche Schalldämmung von Fenstern (einschließlich Rolladenkästen und Lüftungseinrichtungen), Außenwänden und Dächern und ggf. Geschloßdecken können den einschlägigen Regelwerken<sup>6)</sup> entnommen werden.

## 3.3 Verkehrsrechtliche Maßnahmen

Unter verkehrsrechtlichen Maßnahmen sind sowohl verkehrslenkende (z. B. Einrichtung von Grünen Wellen) als auch verkehrsregelnde Maßnahmen zu verstehen. Nach der Straßenverkehrsordnung (StVO) können aus Gründen des Lärmschutzes Verkehrsverbote und Verkehrsbeschränkungen ausgesprochen werden.

Vor Anordnung derartiger Verbote und Beschränkungen sind deren Vor- und Nachteile gegeneinander abzuwägen.

Die durch Geschwindigkeitsbeschränkungen zu erzielenden Pegelminderungen können Diagramm II entnommen werden.

<sup>6)</sup> „Richtlinien zur Erstattung der Aufwendungen für Lärmschutzmaßnahmen an baulichen Anlagen bei Lärmvorsorge und Lärmsanierung im Bereich von Bundesfernstraßen in der Baulast des Bundes“ – Verkehrslärmschutz-Erstattungsrichtlinien (VLärmSchErstR) – Allgemeines Rundschreiben Straßenbau ARS Nr. 14/1987 vom 02. 10. 1987 – Der Bundesminister für Verkehr – Verkehrsblatt 1987, S. 741–751;

DIN 4109 „Schallschutz im Hochbau – Anforderungen und Nachweise“ mit den Beiblättern 1 und 2 – Ausgabe November 1989 – Beuth-Verlag, Berlin;

VDI 2719 „Schalldämmung von Fenstern und deren Zusatzeinrichtungen“ – Ausgabe August 1987 – Beuth-Verlag, Berlin

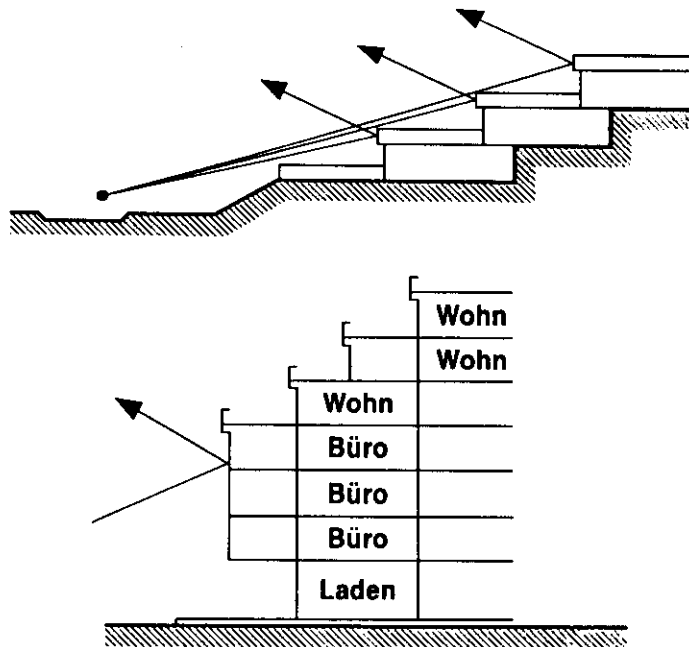
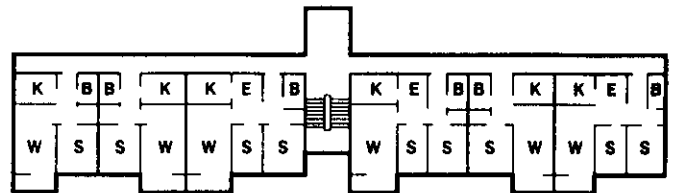
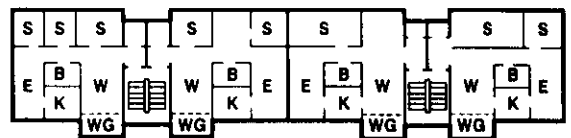


Bild 7: Terrassenhaus, Haus mit Staffelgeschossen



Lärmunempfindliche Räume: Bad (B), EBzimmer (E), Wintergarten (WG) und Küche (K)

Lärmempfindliche Räume: Schlafzimmer (S) und Wohnraum (W)

Bild 8: Laubenganghaus, Wintergärten

## 4.0 Berechnung des Beurteilungspegels

Die Stärke der Schallemission von einer Straße oder einem Fahrstreifen (beschrieben durch den Emissionspegel  $L_{m,f}$ ) wird nach diesen Richtlinien aus der Verkehrsstärke, dem Lkw-Anteil, der zulässigen Höchstgeschwindigkeit, der Art der Straßenoberfläche und der Gradienten berechnet.

Die Höhe des Schallpegels an einem Immissionsort hängt außerdem noch vom Abstand zwischen Immissions- und Emissionsort (Schallquelle) und von der mittleren Höhe des Strahls von der Quelle zum Immissionsort über dem Boden ab. Sie kann außerdem durch Reflexionen (z. B. an Hausfronten oder Stützmauern)

verstärkt oder durch Abschirmung (z. B. durch Lärmschutzwände, Wälle, Gebäude, Geländeerhebungen oder durch Tief-lage der Straße) verringert werden.

Der Einfluß der Straßennässe wird nicht berücksichtigt.

Zum Vergleich mit Immissionsgrenzwerten dient der Beurteilungspegel  $L_p$ . Er ist gleich dem Mittelungspegel, der an lichtzeichengeregelten Kreuzungen und Einmündungen um einen rechnerischen Zuschlag zur Berücksichtigung der zusätzlichen Störwirkung durch Anfahren und Bremsen der Fahrzeuge erhöht wird.

Der Beurteilungspegel von Verkehrsgeräuschen wird getrennt für Tag und Nacht berechnet:

$L_{r,T}$  für die Zeit von 6.00 bis 22.00 Uhr, und

$L_{r,N}$  für die Zeit von 22.00 bis 6.00 Uhr.

Der Berechnung werden über alle Tage des Jahres gemittelte durchschnittliche tägliche Verkehrsstärken (DTV) und Lkw-Anteile  $p$  zugrunde gelegt.

Die nach diesen Richtlinien berechneten Beurteilungspegel gelten für leichten Wind (etwa 3 m/s) von der Straße zum Immissionsort und/oder Temperaturinversion, die beide die Schallausbreitung fördern. Bei anderen Witterungsbedingungen können besonders in Bodennähe und in Abständen über etwa 100 m deutlich niedrigere Schallpegel auftreten. Daher ist ein Vergleich von Meßwerten mit den nach diesen Richtlinien berechneten Werten nicht ohne weiteres möglich.

In allen Gleichungen in diesen Richtlinien sind Längen in m, Geschwindigkeiten in km/h, Pegel und Pegeldifferenzen in dB(A) einzusetzen.

Zwischenergebnisse und Pegeldifferenzen sind auf 0,1 dB(A) zu runden, Gesamtbeurteilungspegel auf volle dB(A) aufzurunden.

Bei der Prüfung, ob eine „wesentliche Änderung“ im Sinne der Verkehrslärmschutzverordnung – 16. BImSchV vorliegt, ist die Differenz der nicht aufgerundeten Beurteilungspegel aufzurunden.

#### 4.1 Beurteilungspegel von mehreren Quellen

Befindet sich ein Immissionsort im Einwirkungsbereich von mehr als einer Quelle (Straße, Parkplatz), so sind für alle Quellen  $j$  (auch Spiegelschallquellen – siehe Abschnitt 4.6) die Beurteilungspegel  $L_{r,j}$  zu berechnen und daraus der resultierende Beurteilungspegel nach der Gleichung

$$L_r = 10 \cdot \lg \sum_j 10^{0,1 \cdot L_{r,j}} \quad (1)$$

zu bestimmen.

#### 4.2 Beurteilungspegel von einer Straße

Der Beurteilungspegel von einer Straße ist

$$L_r = L_m + K \quad (2)$$

mit

$L_m$  ... Mittelungspegel nach Abschnitt 4.3

$K$  ... Zuschlag nach Tabelle 2 (siehe auch Bild 9) für erhöhte Störwirkung von lichtzeichengeregelten Kreuzungen und Einmündungen

Tabelle 2: Zuschlag  $K$  in dB(A) für erhöhte Störwirkung von lichtzeichengeregelten Kreuzungen und Einmündungen

	Abstand des Immissionsortes vom nächsten Schnittpunkt der Achse von sich kreuzenden oder zusammentreffenden Fahrstreifen	$K$ in dB(A)
	1	2
1	bis 40 m	3
2	über 40 m bis 70 m	2
3	über 70 m bis 100 m	1
4	über 100 m	0

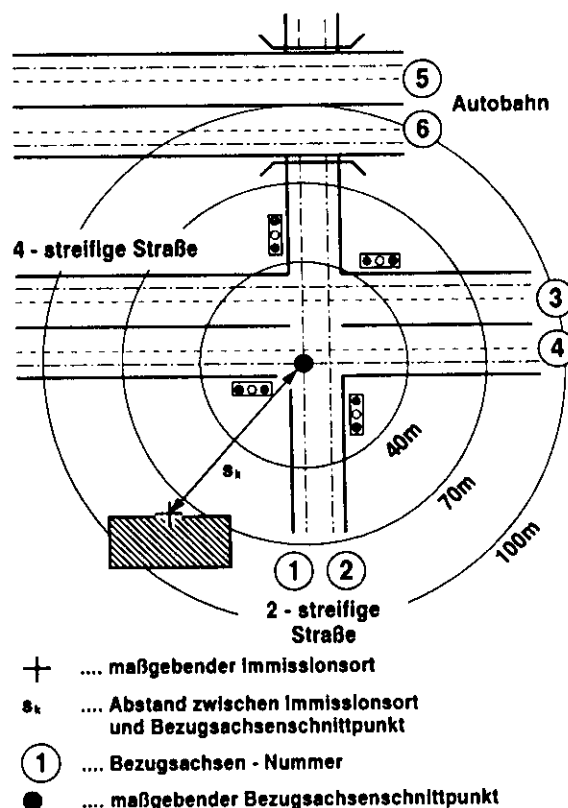


Bild 9: Skizze zur Erläuterung der Bestimmung des Zuschlages für die erhöhte Störwirkung an lichtzeichengeregelten Kreuzungen und Einmündungen

Befindet sich ein Immissionsort im Einwirkungsbereich mehrerer lichtzeichengeregelter Kreuzungen oder Einmündungen, so ist nur der Zuschlag für die ihm nächstgelegene zu berücksichtigen.

#### 4.3 Mittelungspegel von einer Straße

Zur Berechnung des Mittelungspegels von einer mehrstreifigen Straße wird je eine Schallquelle in 0,5 m Höhe über den Mitten der beiden äußeren Fahrstreifen angenommen (Bild 10). Für diese werden die Mittelungspegel getrennt berechnet und energetisch zum Mittelungspegel  $L_m$  an der Straße

$$L_m = 10 \cdot \lg [10^{0,1 \cdot L_{m,n}} + 10^{0,1 \cdot L_{m,f}}] \quad (3)$$

zusammengefaßt, mit

$L_{m,n}$  ... Mittelungspegel des nahen äußeren Fahrstreifens

$L_{m,f}$  ... Mittelungspegel des fernen äußeren Fahrstreifens.

Bei einstreifigen Straßen fallen ferner und naher Fahrstreifen zusammen.

#### 4.4 Mittelungspegel von einem Fahrstreifen

Der Mittelungspegel von einem Fahrstreifen wird nach dem Verfahren „langer, gerader“ Fahrstreifen berechnet, wenn er folgende Bedingungen erfüllt:

– Der Fahrstreifen kann vom Immissionsort nach beiden Seiten von dem ihm nächstgelegenen Punkt mindestens auf die Länge

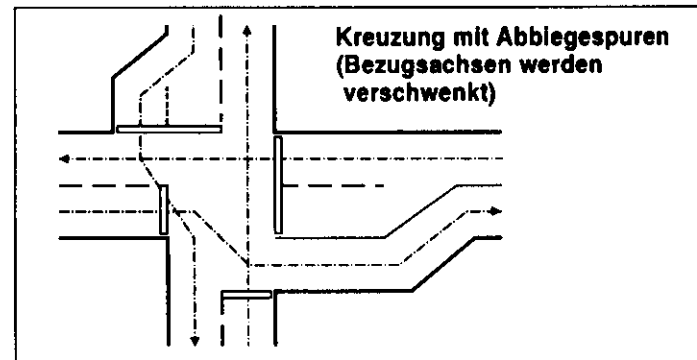
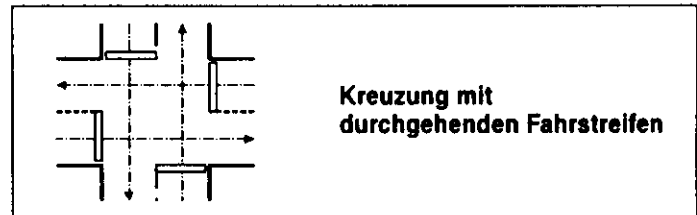
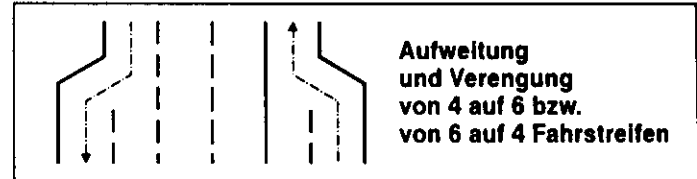
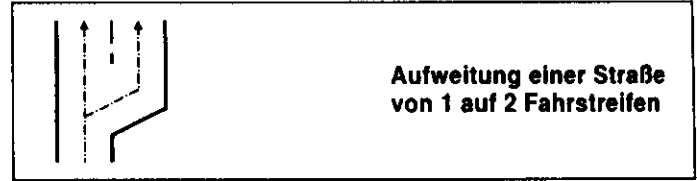
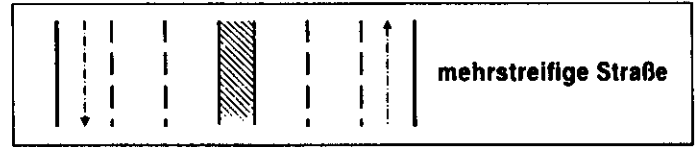
$$l_z = 48 \frac{s_l}{\sqrt{100 + s_l}} \quad (4)$$

eingesehen werden. Wenn er durch eine parallele Lärmschutzwand oder einen parallelen Lärmschutzwahl abgeschirmt ist, muß er nach beiden Seiten mindestens die Länge  $2 \cdot l_z$  haben, wobei  $s_l$  der Abstand zwischen Fahrstreifen und Immissionsort ist.

- Der Fahrstreifen muß im Lageplan innerhalb des in Bild 11 durch Schraffur begrenzten Bereiches liegen.
- Die Emission und die Bedingungen für die Schallausbreitung müssen über seine gesamte Länge annähernd konstant sein.

Falls eine dieser Voraussetzungen nicht zutrifft, ist das Teilstück-Verfahren nach Abschnitt 4.4.2 anzuwenden.

**Zur Berechnung des Beurteilungspegels für einen Immissionsort darf nur eines der beiden Verfahren verwendet werden. Eine Verknüpfung beider Verfahren ist nicht zulässig.**



**Bild 10: Fahrstreifen für die Berechnung des Mittelungspegels**

#### 4.4.1 Verfahren für „lange, gerade“ Fahrstreifen

Der Mittelungspegel  $L_m$  von einem „langen, geraden“ Fahrstreifen ist

$$L_m = L_{m,E} + D_{s,l} + D_{BM} + D_B \quad (5)$$

mit

- $L_{m,E}$  ... Emissionspegel nach Abschnitt 4.4.1.1
- $D_{s,l}$  ... Pegeländerung nach Abschnitt 4.4.1.2 zur Berücksichtigung des Abstandes und der Luftabsorption
- $D_{BM}$  ... Pegeländerung nach Abschnitt 4.4.1.3 zur Berücksichtigung der Boden- und Meteorologiedämpfung
- $D_B$  ... Pegeländerung nach Abschnitt 4.4.1.4 durch topographische Gegebenheiten und bauliche Maßnahmen

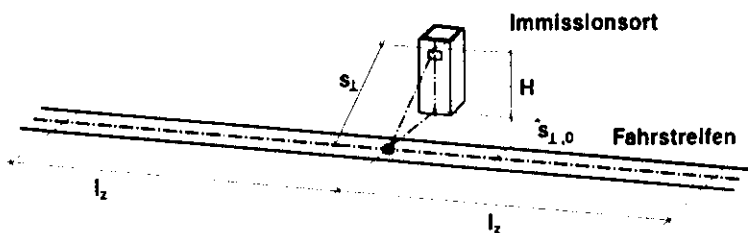
##### 4.4.1.1 Emissionspegel

Der Emissionspegel ist

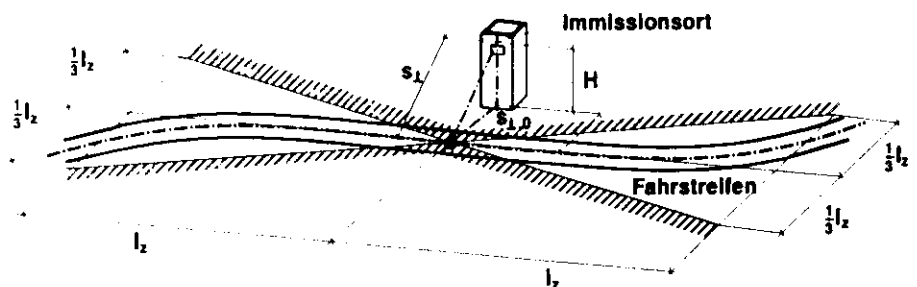
$$L_{m,E} = L_m^{(25)} + D_v + D_{StO} + D_{Sig} + D_E \quad (6)$$

mit

- $L_m^{(25)}$  ... Mittelungspegel nach Abschnitt 4.4.1.1.1
- $D_v$  ... Korrektur nach Abschnitt 4.4.1.1.2 für unterschiedliche zulässige Höchstgeschwindigkeiten
- $D_{StO}$  ... Korrektur nach Abschnitt 4.4.1.1.3 für unterschiedliche Straßenoberflächen
- $D_{Sig}$  ... Zuschlag nach Abschnitt 4.4.1.1.4 für Steigungen und Gefälle
- $D_E$  ... Korrektur nach Abschnitt 4.6 (nur bei Spiegel-schallquellen)



$$l_z = 48 \frac{s_l}{\sqrt{100 + s_l}}$$



**Bild 11: Definition des „langen, geraden“ Fahrstreifens**

#### 4.4.1.1.1 Mittelungspegel $L_m^{(25)}$

Der Mittelungspegel  $L_m^{(25)}$  gilt für folgende Randbedingungen:

- horizontaler Abstand: 25 m
- Straßenoberfläche: nicht geriffelter Gußasphalt
- zulässige Höchstgeschwindigkeit: 100 km/h
- Gradiente: Steigung oder Gefälle  $\leq 5\%$
- Schallausbreitung: freie Schallausbreitung mit  $h_m = 2,25$  m (siehe Abschnitte 4.4.1.2 und 4.4.1.3)

Der Mittelungspegel  $L_m^{(25)}$  (siehe auch Diagramm I) ist

$$L_m^{(25)} = 37,3 + 10 \cdot \lg [M \cdot (1 + 0,082 \cdot p)] \quad (7)$$

mit

**M** ... maßgebende stündliche Verkehrsstärke nach Tabelle 3 für einstreifige Straßen. Bei mehrstreifigen Straßen ist M zu gleichen Teilen auf die beiden äußeren Fahrstreifen aufzuteilen

**p** ... maßgebender Lkw-Anteil in % nach Tabelle 3 (Lkw mit einem zulässigen Gesamtgewicht über 2,8 t).

Auf die Anwendung der Tabelle 3 ist zu verzichten, wenn geeignete projektbezogene Untersuchungsergebnisse vorliegen, die zur Ermittlung

- der stündlichen Verkehrsstärke M (in Kfz/h) und
- des mittleren Lkw-Anteils p (über 2,8 t zulässiges Gesamtgewicht) in % am Gesamtverkehr für den Zeitraum zwischen 6.00–22.00 Uhr bzw. 22.00–6.00 Uhr als Mittelwert für alle Tage des Jahres herangezogen werden können.

Bei der Berechnung des Mittelungspegels ist zur Feststellung der Anspruchsvoraussetzung bei der Lärmvorsorge von der prognostizierten, bei der Lärmsanierung von der vorhandenen Verkehrsstärke auszugehen. Die Dimensionierung der Lärmschutzeinrichtungen bei der Lärmsanierung erfolgt auch nach der prognostizierten Verkehrsstärke.

#### 4.4.1.1.2 Geschwindigkeitskorrektur

Durch die Korrektur  $D_v$  werden von 100 km/h abweichende zulässige Höchstgeschwindigkeiten berücksichtigt (siehe auch Diagramm II):

$$D_v = L_{Pkw} - 37,3 + 10 \cdot \lg \left[ \frac{100 + (10^{0,1D} - 1) \cdot p}{100 + 8,23 \cdot p} \right] \quad (8)$$

$$L_{Pkw} = 27,7 + 10 \cdot \lg [1 + (0,02 \cdot v_{Pkw})^3]$$

$$L_{Lkw} = 23,1 + 12,5 \lg (v_{Lkw})$$

$$D = L_{Lkw} - L_{Pkw}$$

mit

$v_{Pkw}$  ... zulässige Höchstgeschwindigkeit für Pkw, jedoch mindestens 30 km/h und höchstens 130 km/h,

$v_{Lkw}$  ... zulässige Höchstgeschwindigkeit für Lkw, jedoch mindestens 30 km/h und höchstens 80 km/h,

$L_{Pkw}, L_{Lkw}$  ... Mittelungspegel  $L_m^{(25)}$  für 1 Pkw/h bzw. 1 Lkw/h.

#### 4.4.1.1.3 Straßenoberfläche

Die Korrektur  $D_{StrO}$  für unterschiedliche Straßenoberflächen erfolgt nach Tabelle 4.

#### 4.4.1.1.4 Steigungen und Gefälle

Steigungen und Gefälle werden durch

$$D_{Stg} = 0,6 \cdot |g| - 3 \quad \text{für } |g| > 5\% \quad (9)$$

$$D_{Stg} = 0 \quad \text{für } |g| \leq 5\%$$

**Tabelle 3: Maßgebende Verkehrsstärke M in Kfz/h und maßgebende Lkw-Anteile p (über 2,8 t zulässiges Gesamtgewicht) in %**

	Straßengattung	tags (6.00–22.00 Uhr)		nachts (22.00–6.00 Uhr)	
		M	p	M	p
		Kfz/h	%	Kfz/h	%
	1	2	3	4	5
1	Bundesautobahnen	0,06 DTV	25	0,014 DTV	45
2	Bundesstraßen	0,06 DTV	20	0,011 DTV	20
3	Landes-, Kreis- und Gemeindeverbindungsstraßen	0,06 DTV	20	0,008 DTV	10
4	Gemeindestraßen	0,06 DTV	10	0,011 DTV	3

berücksichtigt, mit

**g** ... Längsneigung des Fahrstreifens in %.

#### 4.4.1.2 Abstand und Luftabsorption

Der Einfluß des Abstandes und der Luftabsorption wird berücksichtigt (siehe auch Diagramm III) durch

$$D_{sl} = 15,8 - 10 \cdot \lg (s_l) - 0,0142 \cdot (s_l)^{0,9} \quad (10)$$

mit

$s_l$  ... Abstand zwischen Emissions- und Immisionsort

#### 4.4.1.3 Boden- und Meteorologiedämpfung

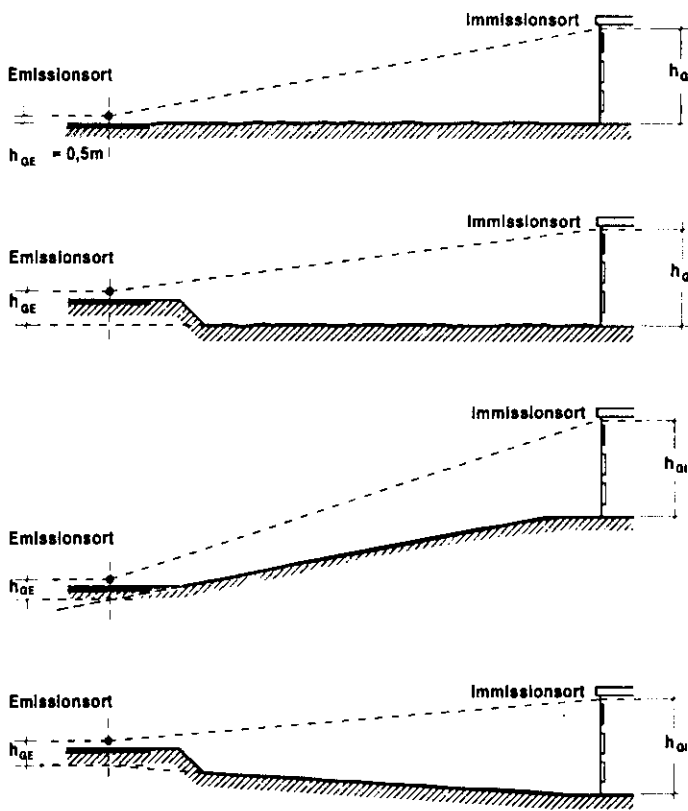
Bei freier Schallausbreitung ist eine Dämpfung durch Einflüsse des Bodens und der Meteorologie wirksam. Sie wird berücksichtigt (siehe auch Diagramm IV) durch

$$D_{BM} = -4,8 \cdot \exp \left[ - \left( \frac{h_m}{s_l} \cdot \left( 8,5 + \frac{100}{s_l} \right) \right)^{1,3} \right] \quad (11)$$

**Tabelle 4: Korrektur  $D_{StrO}$  für unterschiedliche Straßenoberflächen**

	Straßenoberfläche	$D_{StrO}^*$ in dB(A) bei zulässiger Höchstgeschwindigkeit von		
		30 km/h	40 km/h	$\geq 50$ km/h
	1	2	3	4
1	nicht geriffelte Gußasphalte, Asphaltbetone oder Splittmastixasphalte	0	0	0
2	Betone oder geriffelte Gußasphalte	1,0	1,5	2,0
3	Pflaster mit ebener Oberfläche (Bild 1)	2,0	2,5	3,0
4	sonstiges Pflaster (Bild 1)	3,0	4,5	6,0

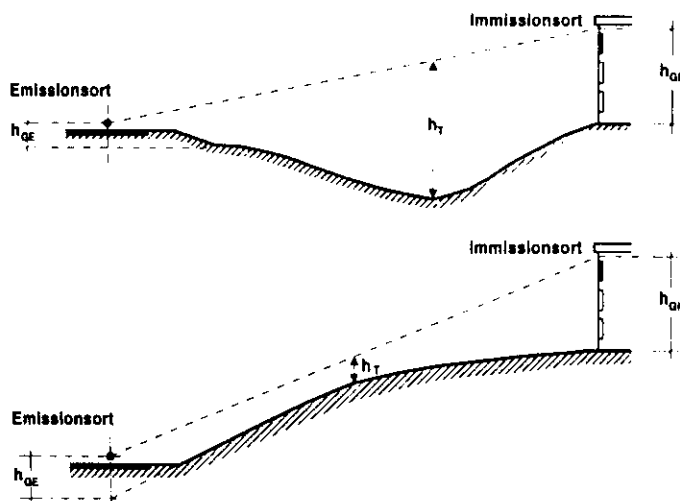
\*) Für lärmindernde Straßenoberflächen, bei denen aufgrund neuer bautechnischer Entwicklungen eine dauerhafte Lärminderung nachgewiesen ist, können auch andere Korrekturwerte  $D_{StrO}$  berücksichtigt werden, z. B. für offenporige Asphalte bei zulässigen Geschwindigkeiten  $> 60$  km/h – 3 dB(A).



$$h_m = 0,5 (h_{GE} + h_{GI})$$

$h_{GI}$  ... Höhe des Immissionsortes über Grund  
 $h_{GE}$  ... Höhe des Emissionsortes über Grund  
 Emissionsort Mitte Fahrstreifen und 0,5 m über Straßenoberfläche

Bild 12: Mittlere Höhe  $h_m$  bei ebenem Gelände



$$h_m = 0,25 (h_{GE} + 2h_T + h_{GI})$$

$h_{GI}$  ... Höhe des Immissionsortes über Grund  
 $h_{GE}$  ... Höhe des Emissionsortes über Grund  
 Emissionsort Mitte Fahrstreifen und 0,5 m über Straßenoberfläche

Bild 13: Mittlere Höhe  $h_m$  bei Tallagen, Senken und Bodenerhebungen

Die mittlere Höhe  $h_m$  ist der mittlere Abstand zwischen dem Grund und der Verbindungslinie zwischen Emissions- und Immissionsort. In ebenem Gelände ergibt sich  $h_m$  als arithmetischer Mittelwert der Höhen des Emissionsortes und des Immissionsortes über Grund (Bild 12). Für Tallagen, Senken und Bodenerhebungen wird  $h_m$  nach Bild 13 bestimmt. Hierbei ist  $h_T$  die größte Höhe der Verbindungslinie über Grund bei Tallagen und Senken, die kleinste bei Bodenerhebungen.

Bei Abschirmung entfällt  $D_{BM}$ .

#### 4.4.1.4 Topographische und bauliche Gegebenheiten

Die Pegeländerung durch topographische Gegebenheiten und bauliche Maßnahmen ist

$$D_{Bl} = D_{refl} - D_{zL} \quad (12)$$

mit

$D_{refl}$  ... Pegelerhöhung nach Abschnitt 4.4.1.4.1 durch Mehrfachreflexion bei Fahrstreifen zwischen parallelen Wänden (Straßenschluchten, Troglagen)

$D_{zL}$  ... Abschirmmaß nach Abschnitt 4.4.1.4.2

#### 4.4.1.4.1 Mehrfachreflexion

Verläuft ein Fahrstreifen zwischen parallelen, reflektierenden Stützmauern, Lärmschutzwänden oder geschlossenen Hausfassaden

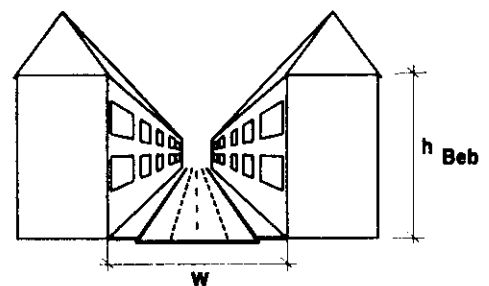
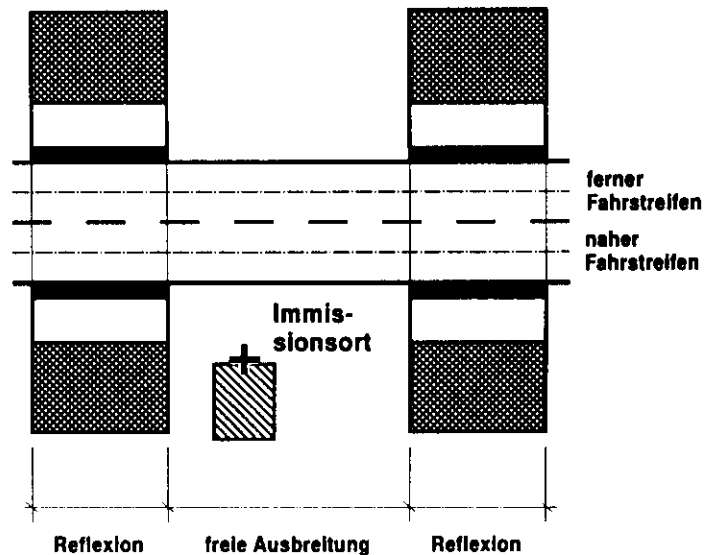


Bild 14: Erläuterung zur Pegelerhöhung durch Mehrfachreflexion

den (Lückenanteil < 30%), erhöht sich der Mittelungspegel zusätzlich zur ersten Reflexion nach Abschnitt 4.6 (Bild 14) um

$$D_{\text{refl}} = 4 \cdot h_{\text{Beb}}/w \leq 3,2 \quad (13a)$$

mit

$h_{\text{Beb}}$  ... mittlere Höhe der Stützmauern, Lärmschutzwände oder Hausfassaden. Sind diese nicht auf beiden Straßenseiten gleich hoch, ist die mittlere Höhe der niedrigeren Fläche einzusetzen.

$w$  ... Abstand der reflektierenden Flächen voneinander.

Sind die Lärmschutzwände oder Stützmauern absorbierend (siehe Abschnitt 3.2.1.3) bekleidet, ist

$$D_{\text{refl}} = 2 \cdot h_{\text{Beb}}/w \leq 1,6 \quad (13b)$$

Bei hochabsorbierenden Lärmschutzwänden (siehe Abschnitt 3.2.1.3) wird die Mehrfachreflexion vernachlässigt.

#### 4.4.1.4.2 Abschirmung

Eine Pegelminderung durch Abschirmung tritt erst dann ein, wenn das Hindernis die Ebene durch Fahrstreifen und Immissionsort mindestens tangiert. Das Abschirmmaß  $D_{z1}$  für einen langen Schirm konstanter Höhe parallel zu einem „langen, geraden“ Fahrstreifen ist

$$D_{z1} = 7 \cdot \lg \left[ 5 + \left( \frac{70 + 0,25 \cdot s_1}{1 + 0,2 \cdot z_1} \right) \cdot z_1 \cdot K_{w1}^2 \right] \quad (14)$$

mit

$z_1$  ... Schirmwert, Differenz zwischen der Länge des Weges vom Fahrstreifen über die Beugungskante(n) zum Immissionsort und dem Abstand zwischen Fahrstreifen und Immissionsort (Bilder 15 und 16)

$$z_1 = A_1 + B_1 + C_1 - s_1 \quad (15)$$

mit

$A_1$  ... Abstand des Emissionsortes von der (ersten) Beugungskante

$B_1$  ... Abstand der (letzten) Beugungskante vom Immissionsort

$C_1$  ... Summe der Abstände zwischen mehreren Beugungskanten

$s_1$  ... Abstand zwischen Emissions- und Immissionsort

$K_{w1}$  ... Witterungskorrektur zur Berücksichtigung der Strahlenkrümmung durch positive Gradienten von Temperatur und/oder Windgeschwindigkeit.

$$K_{w1} = \exp \left( - \frac{1}{2000} \cdot \sqrt{\frac{A_1 \cdot B_1 \cdot s_1}{2 \cdot z_1}} \right) \quad (16)$$

Bei Mehrfachbeugung wird  $C_1$  (Bild 16) zum kleineren der Abstände  $A_1$  oder  $B_1$  addiert.

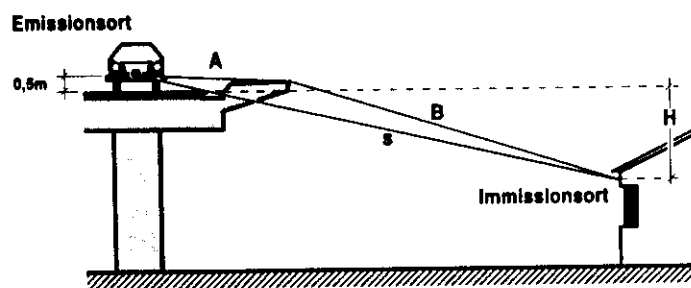
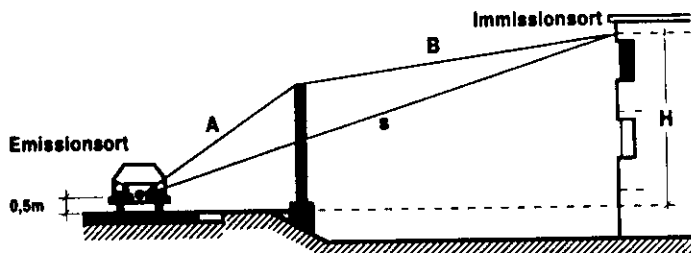
Das nach Gleichung (14) ermittelte Abschirmmaß gilt für den Fall, daß Fahrstreifen und Schirm nach beiden Seiten – ab Querschnitt durch den Immissionsort – eine Länge („Überstandslänge“) von mindestens

$$d_{\text{ü}} = \left( \frac{34 + 3 \cdot D_{z1}}{\sqrt{100 + s_1}} \right) \cdot B_1 \quad (17)$$

aufweisen. Für mehrstreifige Straßen ist die Überstandslänge der arithmetische Mittelwert aus den Überstandslängen  $d_{\text{ü},n}$  und  $d_{\text{ü},f}$  für den nahen und den fernen äußeren Fahrstreifen:

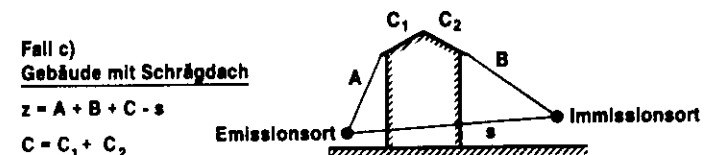
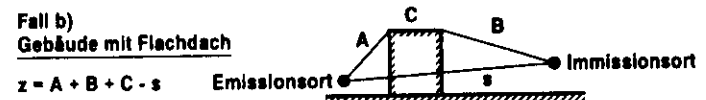
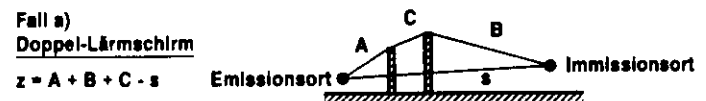
$$d_{\text{ü},\text{Straße}} = 0,5 \cdot (d_{\text{ü},n} + d_{\text{ü},f}) \quad (18)$$

Kann die Überstandslänge  $d_{\text{ü}}$  für den Schirm nicht eingehalten werden oder ist der Fahrstreifen nicht lang genug, so ist das Teilstück-Verfahren nach Abschnitt 4.4.2 anzuwenden. Überstandslängen unter  $0,5 d_{\text{ü}}$  sind nicht sinnvoll.



$$z = A + B - s$$

Bild 15: Schirmwert z bei einer Beugungskante



$$z = A + B + C - s$$

Bild 16: Schirmwert z bei mehreren Beugungskanten

#### 4.4.2 Teilstück-Verfahren

Zur Berechnung des Mittelungspegels  $L_m$  von einem Fahrstreifen wird dieser in annähernd gerade Teilstücke  $i$  unterteilt. Die Teilstücke sind so zu wählen, daß über die Länge jedes einzelnen die Emission und die Ausbreitungsbedingungen annähernd konstant sind. Der Emissionsort wird in der Mitte des Teilstückes in 0,5 m Höhe über dem Fahrstreifen angenommen. Die Länge  $l_i$  eines Teilstückes darf höchstens  $0,5 \cdot s_i$  sein, wobei  $s_i$  der Abstand des Immissionsortes vom Emissionsort ist. Für jedes Teilstück  $i$  ist der Mittelungspegel  $L_{m,i}$  getrennt nach Abschnitt 4.4.2.1 zu berechnen. Diese Pegel sind energetisch zum Mittelungspegel zusammenzufassen:

$$L_m = 10 \cdot \lg \sum_i 10^{0,1 \cdot L_{m,i}} \quad (19)$$

##### 4.4.2.1 Mittelungspegel von einem Teilstück

Der Mittelungspegel  $L_{m,i}$  von einem Teilstück ist

$$L_{m,i} = L_{m,E} + D_l + D_s + D_{BM} + D_B \quad (20)$$

mit

- $L_{m,E}$  ... Emissionspegel nach Abschnitt 4.4.1.1 für das Teilstück
- $D_l$  ... Korrektur zur Berücksichtigung der Teilstücklänge:  $D_l = 10 \cdot \lg(l)$
- $D_s$  ... Pegeländerung nach Abschnitt 4.4.2.1.1 zur Berücksichtigung des Abstandes und der Luftabsorption
- $D_{BM}$  ... Pegeländerung nach Abschnitt 4.4.2.1.2 zur Berücksichtigung der Boden- und Meteorologiedämpfung
- $D_B$  ... Pegeländerung nach Abschnitt 4.4.2.1.3 durch topographische und bauliche Gegebenheiten.

##### 4.4.2.1.1 Abstand und Luftabsorption

Der Einfluß des Abstandes und der Luftabsorption wird berücksichtigt (siehe auch Diagramm V) durch

$$D_s = 11,2 - 20 \cdot \lg(s) - s/200 \quad (21)$$

mit

- $s$  ... Abstand zwischen Immissions- und Emissionsort.

##### 4.4.2.1.2 Boden- und Meteorologiedämpfung

Die Pegeländerung durch Boden- und Meteorologiedämpfung bei freier Schallausbreitung (siehe auch Diagramm VI) ist

$$D_{BM} = (h_m/s) \cdot (34 + 600/s) - 4,8 \leq 0. \quad (22)$$

Bei Abschirmung entfällt  $D_{BM}$ .

##### 4.4.2.1.3 Topographische und bauliche Gegebenheiten

Die Pegeländerung durch topographische Gegebenheiten und bauliche Maßnahmen ist

$$D_B = D_{ref} - D_z \quad (23)$$

mit

- $D_{ref}$  ... Pegelerhöhung nach Abschnitt 4.4.2.1.3.1 durch Mehrfachreflexion bei Fahrstreifen zwischen parallelen Wänden (Straßenschluchten, Troglagen)
- $D_z$  ... Abschirmmaß nach Abschnitt 4.4.2.1.3.2

##### 4.4.2.1.3.1 Mehrfachreflexion

Verläuft ein Teilstück zwischen parallelen, reflektierenden Stützmauern, Lärmschutzwänden oder geschlossenen Hausfassaden (Lückenanteil  $< 30\%$ ), erhöht sich der Mittelungspegel zusätzlich zur ersten Reflexion nach Abschnitt 4.6 (Bild 14) um

$$D_{ref} = 4 \cdot h_{Beb}/w \leq 3,2 \quad (24a)$$

( $h_{Beb}$  und  $w$  siehe Abschnitt 4.4.1.4.1).

Sind die Lärmschutzwände oder Stützmauern absorbierend (siehe Abschnitt 3.2.1.3), ist

$$D_{ref} = 2 \cdot h_{Beb}/w \leq 1,6 \quad (24b)$$

Bei hochabsorbierenden Lärmschutzwänden (siehe Abschnitt 3.2.1.3) wird die Mehrfachreflexion vernachlässigt.

##### 4.4.2.1.3.2 Abschirmung

Eine Pegelminderung durch Abschirmung tritt erst dann ein, wenn das Hindernis die Verbindungslinie zwischen Emissions- und Immissionsort mindestens tangiert. Das Abschirmmaß ist

$$D_z = 10 \cdot \lg(3 + 80 \cdot z \cdot K_w) \quad (25)$$

$$z = A + B + C - s \quad (26)$$

$$K_w = \exp\left(-\frac{1}{2000} \sqrt{\frac{A \cdot B \cdot s}{2 \cdot z}}\right) \quad (27)$$

( $z$  und  $K_w$  siehe Abschnitt 4.4.1.4.2).

Bei Mehrfachbeugung wird  $C$  (Bild 16) zum kleineren der Abstände  $A$  oder  $B$  addiert.

Innerhalb des Teilstückes darf sich die Höhe der Beugungskante über der Achse des Fahrstreifens um nicht mehr als 0,2 m und der Abstand der Beugungskante von der Fahrstreifenmitte um nicht mehr als 0,5 m ändern. Andernfalls ist das Teilstück weiter zu unterteilen.

#### 4.4.3 Abschirmung an langen, geraden Straßen mit Regelquerschnitten

Der Beurteilungspegel an einer langen, geraden Straße, die nach beiden Seiten mindestens eine Länge von  $2 \cdot l_z$  nach Gleichung (4) hat, und einer straßenparallelen Abschirmung konstanter Höhe nach Bild 17 kann vereinfachend berechnet werden durch

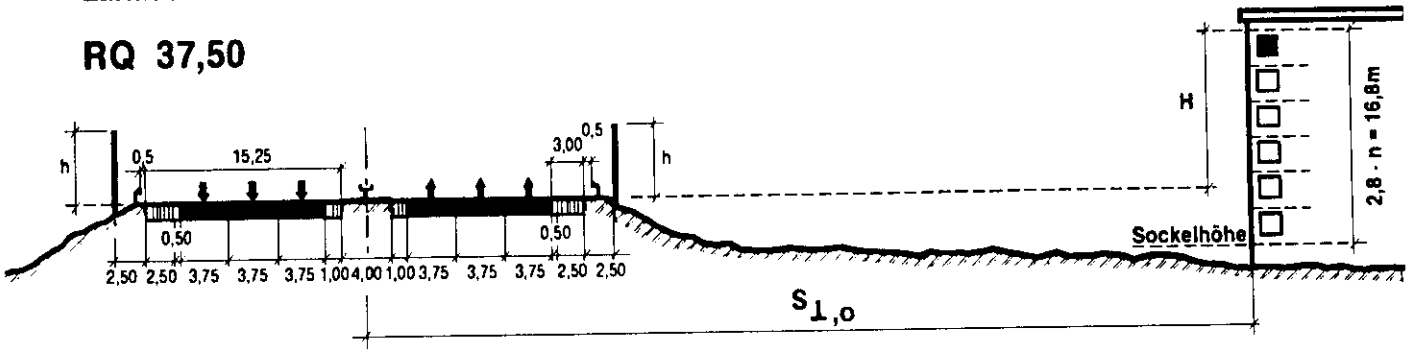
$$L_r(s_{l,o}, H) = L_{m,E} + D_{s_{l,o}} + D_{z,l} + K \quad (28)$$

mit

- $s_{l,o}$  ... horizontaler Abstand zwischen Straßenmitte (Straßenachse) und Immissionsort ( $s_{l,o} \geq 50$  m bei RQ 37,5,  $\geq 35$  m bei RQ 29 und RQ 26,  $\geq 25$  m bei RQ 14, RQ 12, RQ 10 und RQ 9)
- $H$  ... Höhe des Immissionsortes über der Straßenoberfläche
- $L_{m,E}$  ... Emissionspegel nach Abschnitt 4.4.1.1, wobei die gesamte Verkehrsstärke anzusetzen ist
- $D_{s_{l,o}}$  ... Pegeländerung durch unterschiedliche horizontale Abstände nach Diagramm VIII
- $D_{z,l}$  ... Abschirmmaß nach den Diagrammen IX bis XVI,  $h$  ist die Schirmhöhe über der Straßenoberfläche. Die Schirmlänge muß nach beiden Seiten mindestens  $d_{\bar{u}}$  nach Gleichung (17) bzw. Diagramm XVII betragen.

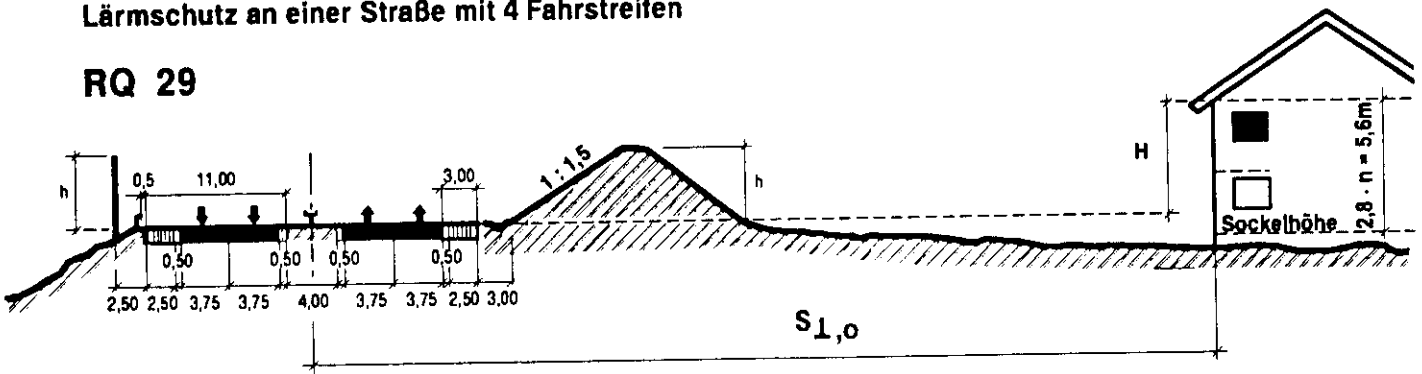
Lärmschutz an einer Straße mit 6 Fahrstreifen

RQ 37,50



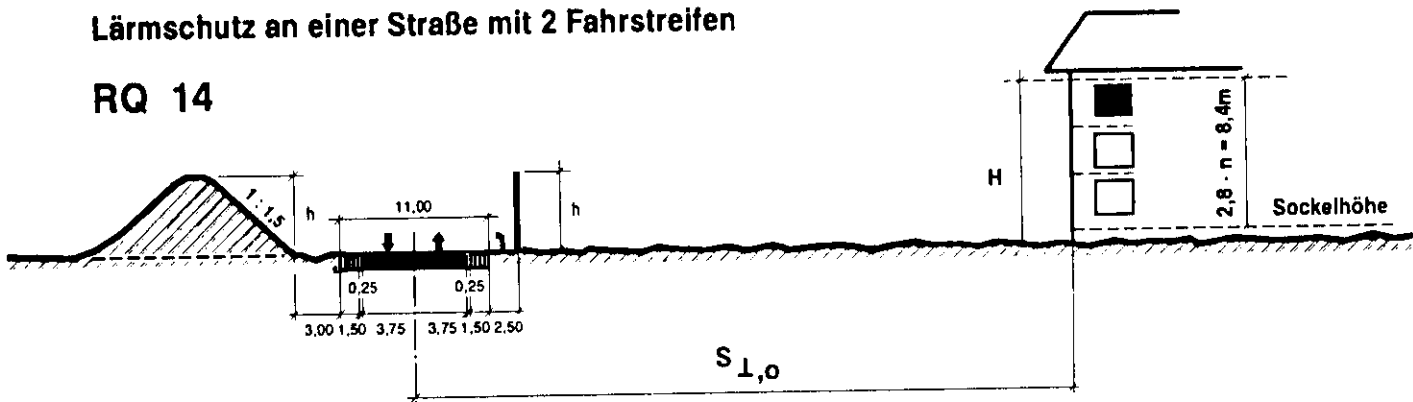
Lärmschutz an einer Straße mit 4 Fahrstreifen

RQ 29



Lärmschutz an einer Straße mit 2 Fahrstreifen

RQ 14



Lärmschutz an einer Straße mit 2 Fahrstreifen

RQ 12

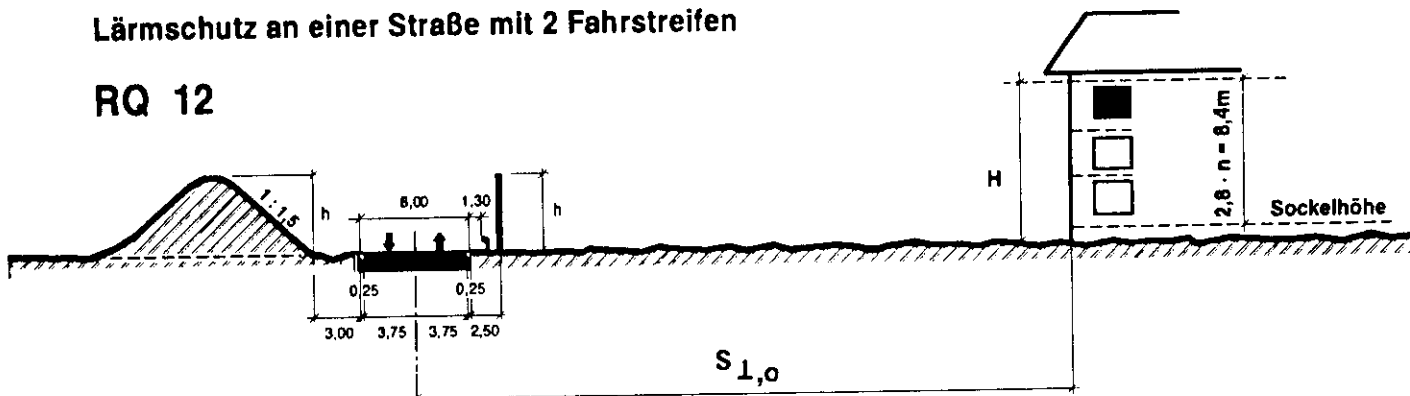


Bild 17: Größen für die Berechnung der Abschirmung bei Regelquerschnitten



Die für ein vorgegebenes Abschirmmaß erforderliche Schirmhöhe  $h$  über der Straßenoberfläche kann aus einem der Diagramme IX bis XVI direkt abgelesen werden. Zwischenwerte sind linear zu interpolieren. Ausgangsdaten sind das Abschirmmaß  $D_{zL}$ , der horizontale Abstand  $s_{L,0}$  des Immissionsortes von der Mitte der Straße und seine Höhe  $H$  (Geschoßdecke der betroffenen Wohnung, 0,2 m über der Fensteroberkante) über der Mitte der Straßenoberfläche (Straßenachse).

Der Einfluß von Querneigungen bis 4% wird vernachlässigt. Bei höheren Querneigungen ist die Berechnung nach Fahrstreifen getrennt durchzuführen.

In den Diagrammen IX bis XVI sind die Beziehungen zwischen  $h$ ,  $H$  und  $D_{zL}$  für Abstände  $s_{L,0}$  von 25 m bis 560 m aufgetragen. Dabei wird zwischen Lärmschutzwänden (Diagramme IX, X, XI, XII) und Lärmschutzwällen (Diagramme XIII, XIV, XV, XVI) mit straßenseitiger Böschungsneigung von 1 : 1,5 unterschieden.

Die Diagramme gelten bei entsprechender Lage der Beugungskante auch für Abschirmungen durch Stützmauern, Spundwände und Einschnittsböschungen. Das Abschirmmaß von Lärmschirmen, deren Beugungskanten zwischen denen von Lärmschutzwänden und Wällen gleicher Höhe liegen (z. B. Wall mit Wand oder Wälle mit steileren Böschungsneigungen) können linear interpoliert werden.

Die an Wall- und Einschnittsböschungen auftretenden Reflexionen werden vernachlässigt. Bei Reflexionen an Wandflächen auf der gegenüberliegenden Straßenseite können die Diagramme nicht angewendet werden.

Es wird empfohlen, die Enden von Lärmschutzwänden ab  $d_w$  im Verhältnis 1 : 8 auf eine Höhe von 1,0 m abzusenken.

#### 4.5 Parkplätze

Dieser Abschnitt ist auf öffentliche Parkplätze anzuwenden.

Parkplätze sind Flächenschallquellen. Rechnerisch werden sie wie Einzelschallquellen behandelt, wenn die Bedingung

$$l \leq 0,5 \cdot s$$

eingehalten ist, mit

$l$  ... größte Längenausdehnung der Parkplatzfläche (Bild 18),

$s$  ... Abstand des Mittelpunktes der Parkplatzfläche vom Immissionsort.

Sonst muß die Fläche des Parkplatzes in Teilflächen  $i$  zerlegt werden (Bild 19), von denen jede diese Bedingung erfüllt. Wenn der Parkplatz durch einen Wall, eine Wand oder eine Häuserzeile abgeschirmt ist, muß  $l_i \leq s/8$  sein.

Wird der Parkplatz von unterschiedlichen Fahrzeugarten genutzt, sind die Beurteilungspegel der für diese Fahrzeugarten vorgesehenen Teilflächen getrennt zu berechnen.

Für jede Teilfläche  $i$  wird der Beurteilungspegel  $L_{r,i}$  nach Abschnitt 4.5.1 berechnet. Der Beurteilungspegel  $L_r$  der Gesamtfläche ist dann

$$L_r = 10 \cdot \lg \sum_i 10^{0,1 \cdot L_{r,i}} \quad (29)$$

##### 4.5.1 Beurteilungspegel $L_r$

Der Beurteilungspegel  $L_r$  ist

$$L_r = L_{m,E}^* + D_s + D_{BM} + D_B + 17 \quad (30)$$

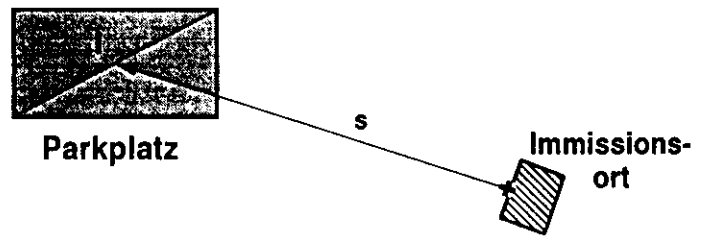


Bild 18: Größte Längenausdehnung bei Parkplätzen ohne Unterteilung in Teilflächen

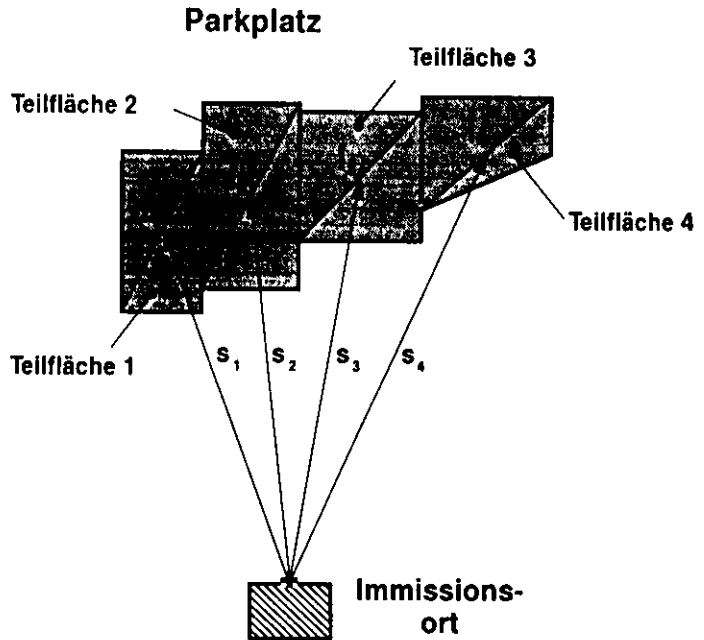


Bild 19: Unterteilung des Parkplatzes in Teilflächen

mit

$L_{m,E}^*$  ... Mittelungspegel nach Abschnitt 4.5.2 in 25 m Abstand vom Mittelpunkt der Fläche

$D_s$  ... Pegeländerung nach Abschnitt 4.4.2.1.1 zur Berücksichtigung des Abstandes und der Luftabsorption

$D_{BM}$  ... Pegeländerung nach Abschnitt 4.4.2.1.2 zur Berücksichtigung der Boden- und Meteorologiedämpfung

$D_B$  ... Pegeländerung nach Abschnitt 4.4.2.1.3 durch topographische Gegebenheiten und bauliche Maßnahmen

##### 4.5.2 Emissionspegel $L_{m,E}^*$

Der Emissionspegel ist

$$L_{m,E}^* = 37 + 10 \cdot \lg (N \cdot n) + D_p \quad (31)$$

mit

$N$  ... Anzahl der Fahrzeugbewegungen je Stellplatz und Stunde nach Tabelle 5, sofern nicht genauere Zahlen vorliegen (An- und Abfahrt zählen als je eine Bewegung),

$n$  ... Anzahl der Stellplätze auf der Parkplatzfläche bzw. -teilfläche,

$D_p$  ... Zuschlag nach Tabelle 6 für unterschiedliche Parkplatztypen

**Tabelle 5: Anzahl der Fahrzeugbewegungen je Stellplatz und Stunde für verschiedene Parkplatztypen (Anhaltswerte)**

	Parkplatztyp	Fahrzeugbewegungen je Stellplatz und Stunde	
		tags (6.00–22.00 Uhr)	nachts (22.00–6.00 Uhr)
	1	2	3
1	P + R-Parkplätze	0,3	0,06
2	Tank- und Rastanlagen	1,5	0,8

**Tabelle 6: Zuschlag  $D_p$  für unterschiedliche Parkplatztypen**

	Parkplatztyp	Zuschlag $D_p$ in dB(A)
	1	2
1	Pkw-Parkplätze	0
2	Motorräder-Parkplätze	5
3	Lkw- und Omnibus-Parkplätze	10

#### 4.5.3 Topographische und bauliche Gegebenheiten

Die Pegeländerung durch topographische Gegebenheiten und bauliche Maßnahmen ist

$$D_B = D_{refl} - D_z \quad (32)$$

mit

$D_{refl}$  ... Pegelerhöhung nach Abschnitt 4.4.1.4.1

$D_z$  ... Abschirmmaß nach 4.4.1.4.2

#### 4.5.4 Zusammenwirken von Straßen und Parkplätzen

Wenn sich ein Immissionsort im Einwirkungsbereich eines Parkplatzes und einer oder mehrerer Straßen befindet, ist der resultierende Beurteilungspegel nach Gleichung (1) zu berechnen.

#### 4.6 Berücksichtigung von Einfachreflexionen

Trifft Schall auf Stützmauern, Hausfassaden oder andere Flächen, wird er reflektiert. Dadurch kann sich der Beurteilungspegel an einem Immissionsort erhöhen. Reflexionen sind zu berücksichtigen, wenn die Höhe  $h_R$  der reflektierenden Fläche der Bedingung  $h_R \geq 0,3 \cdot \sqrt{a_R}$  genügt, wobei  $a_R$  der Abstand zwischen Quelle und Reflektor ist.

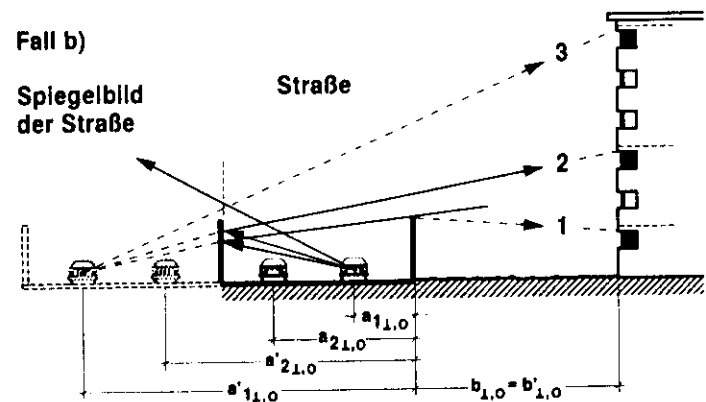
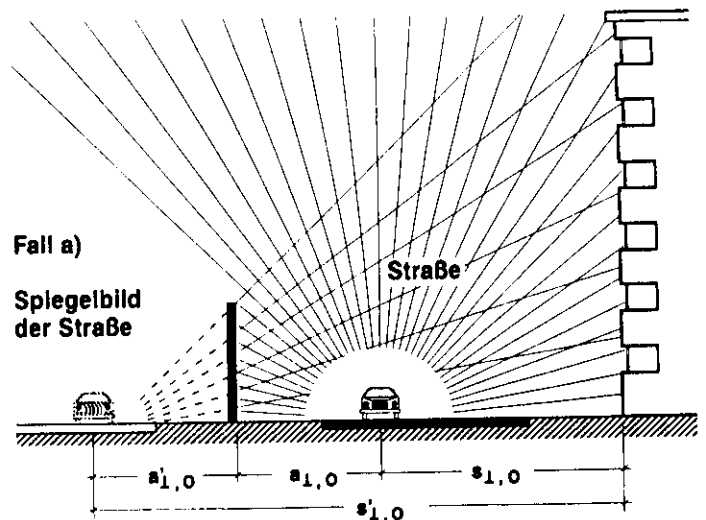
Zur Berücksichtigung der Reflexion wird die Straße (Originalschallquelle) an der reflektierenden Fläche gespiegelt. Vom Immissionsort aus gesehen, scheint sich hinter der reflektierenden Wandfläche eine zusätzliche Schallquelle (Spiegelschallquelle) zu befinden (Bild 20, Fall a). Es ist zu beachten, daß von der Spiegelschallquelle nur das Teilstück wirksam ist, von dem aus die „Schallstrahlen“ zum Immissionsort durch die reflektierende Fläche hindurch verlaufen (Strahlen 1 und 2 in Bild 20, Fall b). Diese Bedingung ist z. B. für den Strahl 3 in Bild 20, Fall b nicht erfüllt.

Diffus reflektierter Schall ist vernachlässigbar.

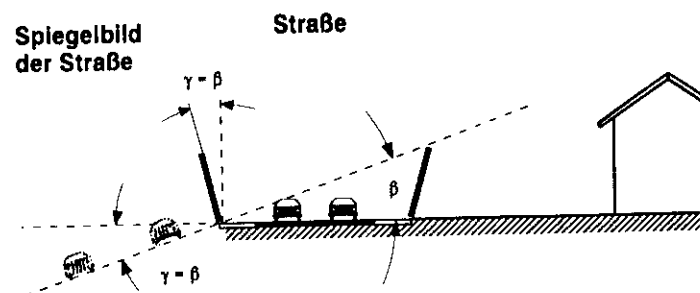
Bild 21 enthält Beispiele zur Konstruktion von Spiegelschallquellen. In Bild 21 a wird ein kurzes Straßenstück an einem längeren Reflektor gespiegelt. In Bild 21 b und c werden lange Stra-

**Tabelle 7: Korrektur zur Berücksichtigung der Absorptionseigenschaften von reflektierenden Flächen (nur bei Spiegelschallquellen)**

	Reflexionsart	$D_E$ in dB(A)
	1	2
1	glatte Gebäudefassaden und reflektierende Lärmschutzwände	-1
2	gegliederte Hausfassaden (z. B. Fassaden mit Erkern, Balkonen etc.)	-2
3	absorbierende Lärmschutzwände	-4
4	hochabsorbierende Lärmschutzwände	-8



**Fall c)**



**Bild 20: Spiegelung von Schallquellen**

ßen an einem kurzen Reflektor gespiegelt. Von der Originalstraße ist jeweils das Straßenstück gekennzeichnet (Originalschallquelle), dem eine für den Immissionsort wirksame Spiegelschallquelle entspricht.

Bei der Berechnung des Beurteilungspegels sind Spiegelschallquellen wie Originalschallquellen zu behandeln. Da aber bei der Reflexion Energieverluste auftreten, wird bei den Spiegelschallquellen mit einem durch den Summanden  $D_E$  (siehe Gleichung 6 und Tabelle 7) korrigierten Emissionspegel gerechnet.

Bei Straßen, die zwischen parallelen Wänden verlaufen (z. B. Straßen in Troglage, Straßen zwischen Lärmschutzwänden oder Straßen zwischen Häuserfronten) wird nur die erste Reflexion durch  $D_E$  berücksichtigt, die weiteren Reflexionen durch den Zuschlag  $D_{ref}$  nach den Abschnitten 4.4.1.4.1 bzw. 4.4.2.1.3.1.

#### 4.7 Darstellung der Ergebnisse

Die Ergebnisse schalltechnischer Berechnungen werden in einem Formblatt (Bild 22) oder in Übersichten mit entsprechendem Inhalt dargestellt.

##### 4.7.1 Lageplan der Lärmschutzmaßnahmen

Die Lärmschutzmaßnahmen werden in der Regel einschließlich der Art des jeweiligen Gebietes und einzelner Ergebnisse der schalltechnischen Berechnungen im Lageplan (Bild 23) dargestellt.

Ihre Darstellung in einem eigenen „Lageplan der Lärmschutzmaßnahmen“ – im Maßstab des Lageplanes – wird dann erforderlich, wenn

- der Lageplan sonst unübersichtlich wird, oder
- der Umfang der Maßnahmen die Darstellung in einem besonderen Plan notwendig macht.

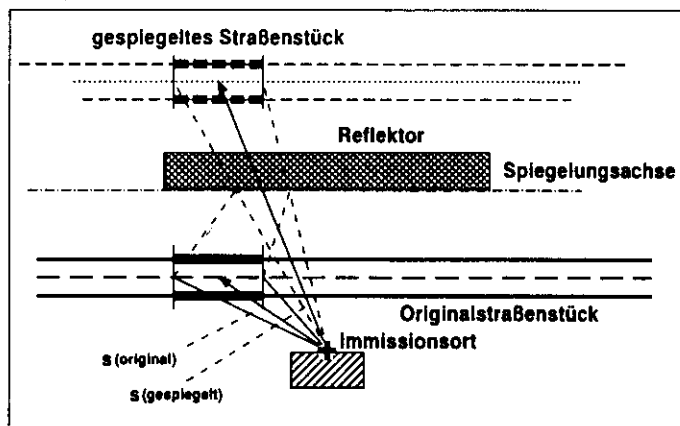
##### 4.7.2 Aktiver Lärmschutz

Lärmschutzwände, Lärmschutzwälle werden unterschiedlich dargestellt, wobei ihre Längen und Höhen anzugeben sind. Ferner werden die für schalltechnische Untersuchungen relevanten Gebiete gekennzeichnet (z. B. Wohngebiete, Mischgebiete usw.) und mit ihren Begrenzungslinien dargestellt.

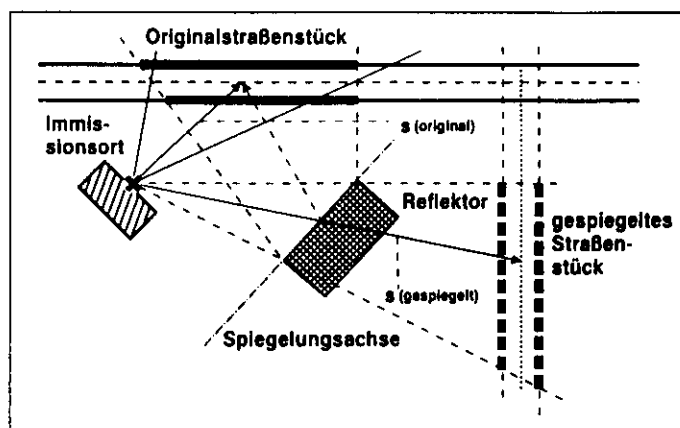
##### 4.7.3 Passiver Lärmschutz

Im Lageplan werden die Gebäudeseiten und Stockwerke kenntlich gemacht, an denen der Immissionsgrenzwert überschritten ist. Zusätzlich werden an den untersuchten Gebäuden die berechneten Beurteilungspegel (Tag- und Nachtwerte) in dB(A) angegeben.

Fall a)



Fall b)



Fall c)

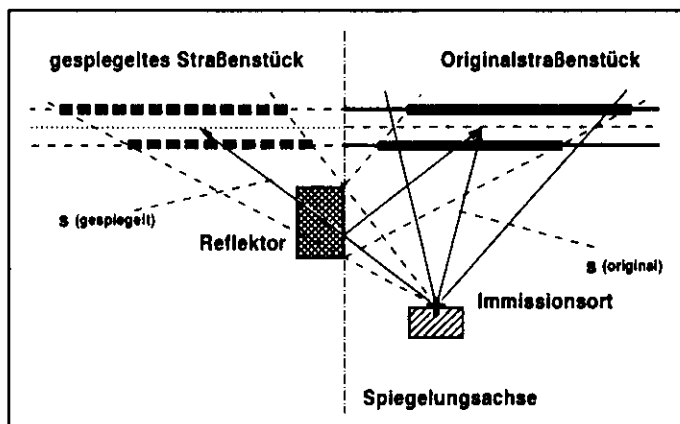


Bild 21: Beispiele für die Konstruktion von Spiegelschallquellen

## Ergebnisse schalltechnischer Berechnungen

Straße: **A 999** DTV: **20.000** [ Kfz/24h ]  $v_{zul}$ : **100** [ km/h ]  $D_{v,T/N}$ : **0,0 / 0,0** [ dB(A) ]  
 Ort: **L - dorf**  $p_T$ : **10** [ % ]  $p_N$ : **20** [ % ] Straßenoberfläche: **nicht geriffelter Gußasphalt**  $D_{StrO}$ : **0,0** [ dB(A) ]

Berechnungs- punkt (Station)	Fahrstreifen nahfern	Emissions- pegel		$s_I$	$D_{sI}$	H	$h_m$	$D_{BM}$	Beurteilungspegel				h	$D_B$	$d_{\bar{u}}$	Beurteilungspegel				Immissions- grenzwerte		Bemerkungen		
		Fahrstreifen							Fahrstreifen		Straße					Fahrstreifen		Straße		Tag	Nacht		Tag	Nacht
		Tag	Nacht						Tag	Nacht	Tag	Nacht				Tag	Nacht	Tag	Nacht					
$L_{m,E,T}$	$L_{m,E,N}$	$L_{r,T}$	$L_{r,N}$	$L_{r,T}$	$L_{r,N}$	$L_{r,T}$	$L_{r,N}$	$L_{r,T}$	$L_{r,N}$	$L_{r,T}$	$L_{r,N}$	$L_{r,T}$	$L_{r,N}$	$L_{r,T}$	$L_{r,N}$	$L_{r,T}$	$L_{r,N}$	$L_{r,T}$	$L_{r,N}$					
		dB(A)	dB(A)	m	dB(A)	m	m	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	m	dB(A)	m	m	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)			
① 2 + 850 Finkenweg 8	n	67,7	63,0	145,4	7,1	2,5	2,5	4,4	56,2	51,5	58,9	54,2	5,0	11,4	625	563	49,2	44,5	53,4	48,7	59	49		
	f	67,7	63,0	161,6	7,7	2,5	2,5	4,4	55,6	50,9			5,0	8,7	500		51,3	46,6						
② 3 + 025 Oberkasseler Str. 22	n	67,7	63,0	45,9	1,3	2,5	2,5	2,9	63,5	58,8	65,6	60,9	4,0	12,2	225	205	54,2	49,5	58,1	53,4	59	49	I. und II. Stockwerk passiver Lärmschutz	
	f	67,7	63,0	62,2	2,7	2,5	2,5	3,5	61,5	56,8			4,0	9,1	185		55,9	51,2						
	n																							
	f																							
	n																							
	f																							

### Verwendete Abkürzungen:

DTV: ... Durchschnittliche Tägliche Verkehrsstärke

$p_{T/N}$  ... maßgebender Lkw-Anteil (Tag/Nacht)

$v_{zul}$  ... zulässige Höchstgeschwindigkeit

$D_v$  ... Korrektur für unterschiedliche zulässige Höchstgeschwindigkeiten

$D_{StrO}$  ... Korrektur für unterschiedliche Straßenoberflächen

$s_I$  ... Abstand zwischen Emissions- und Immissionsort

$D_{sI}$  ... Pegeländerung durch unterschiedliche Abstände

H ... Höhendifferenz zwischen Immissionsort und Fahrstreifen- bzw. Straßenoberfläche

$h_m$  ... mittlerer Abstand zwischen dem Grund und der Verbindungslinie zwischen Emissions- und Immissionsort

$D_{BM}$  ... Pegeländerung durch Boden- und Meteorologiedämpfung

h ... Höhe der Abschirmrichtung über Fahrstreifen- bzw. Straßenoberfläche

$D_B$  ... Pegeländerung durch topographische Gegebenheiten und bauliche Maßnahmen

$d_{\bar{u}}$  ... Überstandslänge der Abschirmrichtung

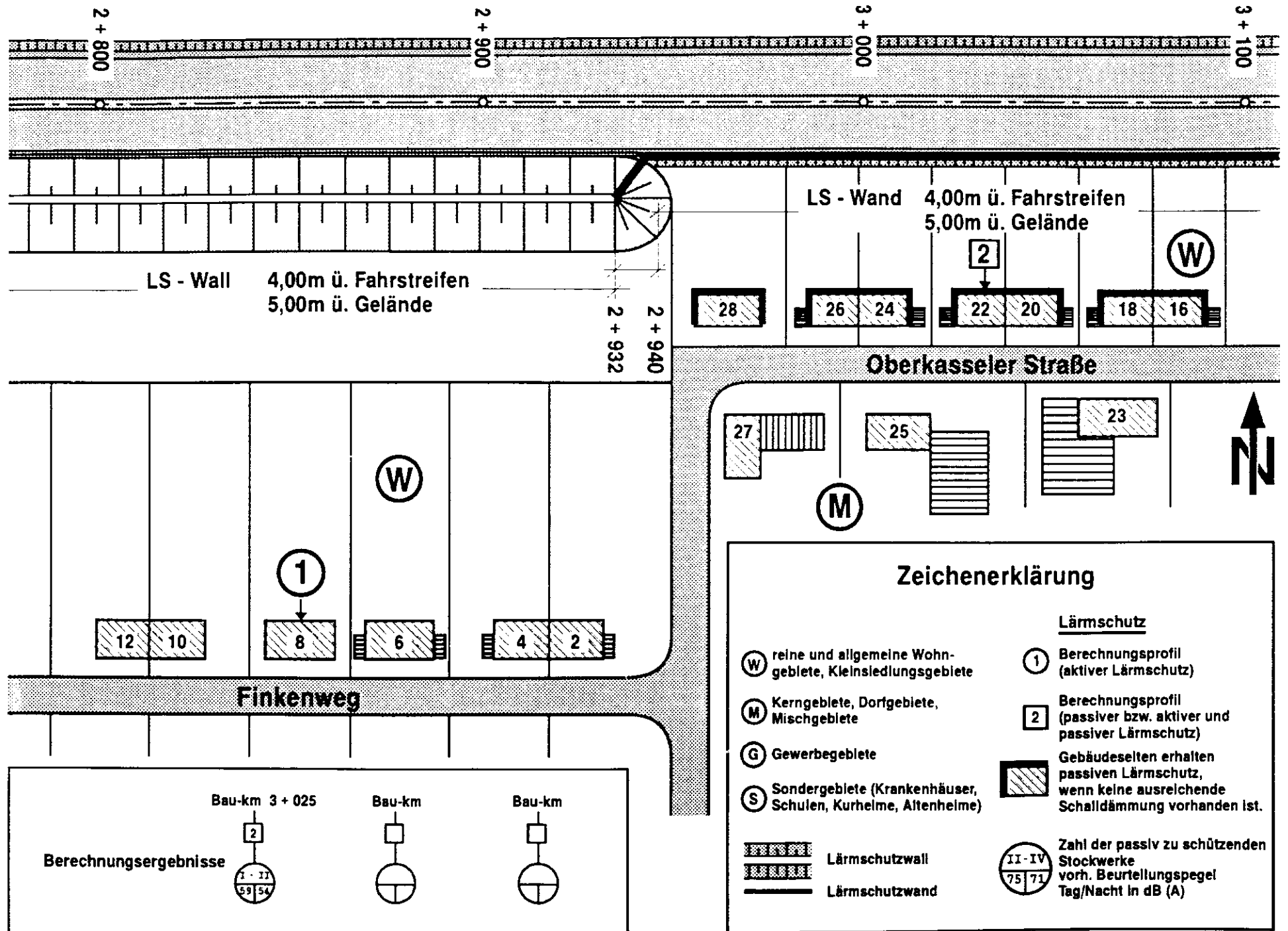


Bild 23: Darstellung der Lärmschutzmaßnahmen im Lageplan