

information

Deutsche Bundesbahn · Bundesbahn - Zentralamt München

Akustik 03



Richtlinie zur Berechnung der Schallimmissionen von Schienenwegen

Schall 03

Ausgabe 1990

ZENTRALE
Hauptverwaltung
Friedrich-Ebert-Anlage 43 - 45
6000 Frankfurt am Main 1

**Deutsche
Bundesbahn**



BD
BZA München

Datum und Zeichen: 19.03.1990 - W 2.010 Mau 9.1 -
Rufnummer: (9 55) 66 24
Anlagen: Beschreibung der Änderungen gegenüber
der Fassung 1976
Thema: Umweltschutz;
Information "Schall 03"

Hiermit wird die

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

Ausgabe 1990

zur allgemeinen Anwendung eingeführt.

Wir bitten, ab sofort danach zu verfahren.

Die wesentlichen Änderungen gegenüber der Fassung 1976 sind in der beigefügten Anlage dargestellt.

Erkenntnisse, die bei der Anwendung gewonnen werden, bitten wir unmittelbar dem BZA München - Dez 103 - zur Kenntnis zu bringen.

Die "Schall 03" enthält keine Aussagen über Lärmmessungen, weil die Beurteilungspegel grundsätzlich zu berechnen sind. Wir bitten, dieses zu beachten.

Sollten in seltenen Ausnahmefällen zur Stützung der Berechnungen Messungen für erforderlich gehalten werden, sind sie nach den Anweisungen der "Information Akustik 07" des BZA München durchzuführen.

Verträge mit Ingenieuren über schalltechnische Untersuchungen sind gemäß "Information Akustik 06" abzuschließen.

Kontoverbindungen

Zahlungen bitte nur an:

DVKB
Frankfurt am Main
(BLZ 50110300)
Konto Nr. 1010301004

Deutsche Bundesbahn - Generalkasse -
Postfach 110423 - 6000 Frankfurt 1

Landeszentralbank
Frankfurt am Main
(BLZ 50000000)
Konto Nr. 50001202

Postgiroamt
Frankfurt am Main
(BLZ 50010060)
Konto Nr. 113033-606

Kommunikationsverbindungen

mit Frankfurt am Main
Postfach 110423
Telefax 411124 dbd

Fax
(069) 265-6480

mit Mainz
Postfach 1569
Telefax 4187732 dbd

Fax
(06131) 155129



Hiermit wird die mit Schreiben vom 01.08.89 - W 2.010 Mau 9.1 - eingeführte Schall 03-E, Ausgabe 1989, aufgehoben.

Dieses Schreiben ist der "Schall 03" beizufügen (einschl. Anlage).

Die Auslieferung der Information "Schall 03" erfolgt in Kürze durch das BZA München.

gez. Spieß

Anlage

zu Z HVB - W 2.010 Mau 9.1 -
vom 19.03.1990

Beschreibung der Änderungen gegenüber der Fassung 1976

Die Berechnung der Emissionen und Immissionen des von Schienenwegen des Nah- und Fernverkehrs ausgehenden Lärms (auch von Straßenbahnen und U-Bahnen) wird seit 1976 nach den Verfahren der "SCHALL 03" durchgeführt. Diese Richtlinie liegt in überarbeiteter Form vor.

Die wesentlichen Änderungen gegenüber der bisherigen Fassung sind:

- Verwendung des Teilstückverfahrens statt des Verfahrens der "langen, geraden Strecke". Durch dieses Verfahren ist es möglich, Fahrwegparameter wie z. B. feste Fahrbahnen, Brücken, Bahnübergänge bei der Emissionsberechnung zu berücksichtigen.
- Einführung des Begriffs "Grundwert" mit dem Zahlenwert 51. Er ist der auf 1 Stunde bezogene Mittelungspegel eines Zuges in 25 m seitlicher Entfernung, 3,5 m über Grund in ebenem Gelände. Dieser Zug hat eine Länge von 100 m, fährt 100 km/h und besteht zu 100 % aus Fahrzeugen, die mit Scheibenbremsen ausgerüstet sind. Vorausgesetzt wird ferner ein durchschnittlich guter Schienenzustand.

Der Grundwert bietet folgende Vorteile:

- nur ein Zahlenwert für alle Zugarten. Bisher gab es 3 Bezugspegel mit unterschiedlichen Parametern Zuggeschwindigkeit und Zuglänge für die einzelnen Zugarten.
- Eindeutige Vergleichbarkeit verschiedener Züge. Verschieden lange und unterschiedlich schnelle Züge liefern verschiedene Emissionspegel. Durch die Normierung wird erreicht, daß sie alle denselben normierten Emissionspegel (Grundwert) aufweisen. Konstruktionsbedingte Unterschiede der Emissionseigenschaften verschiedener Fahrzeugtypen oder Oberbauformen treten deshalb als Unterschiede im Grundwert besonders offensichtlich hervor.
- Bei Messungen können durch die Normierung Abweichungen, die durch die Örtlichkeit bedingt sind (beispielsweise Reflexionen an einer Fabrikwand, die den Immissionswert erhöhen) besonders deutlich aufgezeigt und in Berechnungen berücksichtigt werden.
- Einführung der Boden- und Meteorologiedämpfung unter Berücksichtigung der "mittleren Ausbreitungshöhe über Grund h_m " (s. dazu /1/).

Zur besseren Übersichtlichkeit wurde die Schall 03 zweigeteilt. Auf den rechten Seiten findet man den eigentlichen Vorschriftentext. Auf den linken Seiten sind zahlreiche Anmerkungen und Bilder untergebracht, die ausführlich den Vorschriftentext ergänzen und auch Hintergrundinformationen liefern.

Kontoverbindungen

Zahlungen bitte nur an:

DKB
Frankfurt am Main
(BLZ 50110300)
Konto Nr. 1010301004

Deutsche Bundesbahn - Generalkasse -
Postfach 110423 - 6000 Frankfurt 1

Landeszentralbank
Frankfurt am Main
(BLZ 50000000)
Konto Nr. 50001202

Postgiroamt
Frankfurt am Main
(BLZ 50010060)
Konto Nr. 113033-606

Kommunikationsverbindungen

mit Frankfurt am Main
Postfach
110423

Telex
411124 dbd

Fax
(069) 265-6480

mit Mainz
Postfach
1569

Telex
4187732 dbd

Fax
(06131) 155129

Der Emissionspegel wird wie folgt beschrieben:

$$L_{m,E} = 10 \cdot \lg \left[\sum_i 10^{0,1 \cdot (51 - D_{Fz} + D_D + D_l + D_v)} \right] + D_{Fb} + D_{Br} + D_{Bü} + D_{Ra} \quad (1)$$

Statt des bisher für Pegeldifferenzen verwendeten Formelzeichens ΔL ist das Zeichen D eingeführt worden.

Für den Fall, daß genauere Daten nicht verfügbar sind, können mittlere Werte zur Bestimmung der Emissionsparameter Zuggeschwindigkeit, Zuglänge und Bremsbauart aus Tabellen entnommen werden.

Es können Züge mit gleichen Parametern zu Zugarten zusammengefaßt werden.

Die Einflußgrößen der einzelnen Parameter sind:

- D_{Fz} : Einfluß der Fahrzeugart,
- D_D : Einfluß der Bremsbauart
- D_l : Einfluß der Zuglänge
- D_v : Einfluß der Zuggeschwindigkeit

Die so gebildeten Zugklassen müssen dann gleisweise energetisch addiert werden. Die gleisweise Zusammenfassung wurde im Hinblick auf mögliche Abschirmungen gewählt, da der Abstand zwischen Abschirmung und Emissionsort von Gleis zu Gleis stark variiert und die Größe des Abschirmmaßes beeinflusst.

Der Emissionsort wird in der Längsachse des Gleises angenommen.

Die Einflußgrößen der Fahrwegparameter sind:

- D_{Fb} : Einfluß der Fahrbahn,
- D_{Br} : Einfluß von Brücken,
- $D_{Bü}$: Einfluß von Bahnübergängen,
- D_{Ra} : Einfluß von Gleisbögen

In einem weiteren Abschnitt wird die Berechnung des Beurteilungspegels beschrieben. Dazu wird folgende Gleichung angegeben:

$$L_r = L_{m,E} + 19,2 + 10 \cdot \lg l + D_I + D_s + D_l + D_{BM} + D_{Korr} + S \quad (2)$$

Die Parameter D_I , D_s , D_l , D_{BM} , D_{Korr} haben folgende Bedeutung:

Pegeldifferenz durch Richtwirkung der Schallabstrahlung bei Zügen; durch den Abstand Emissionsort - Immissionsort; durch Luftabsorption; durch Boden- und Meteorologieeinfluß; durch zusätzliche Einflüsse auf dem Ausbreitungsweg. Diese sind im nächsten Abschnitt der Schall 03 beschrieben. Es kann sich um Schallschutzwände/-wälle, Streckenführung in Dammlage, Einschnitte, Randbebauung längs der Strecke, Gehölz und Reflexionen handeln.

Der Summand S ist eine Korrektur um minus 5 dB zur Berücksichtigung der geringeren Störwirkung des Schienenverkehrslärms gegenüber dem Straßenverkehrslärm (siehe dazu /2/).

Die Dimensionierung von Schallschutzfenstern wird in der Information Akustik 23 /3/ beschrieben.

Ein weiterer Abschnitt der Schall 03 beschreibt, wie Bahnhofsanlagen in die Berechnung einzubeziehen sind.

Allgemeine Bemerkungen, Begriffsbestimmungen und ein Quellenverzeichnis ergänzen das Berechnungsverfahren.

In einem Anhang ist das Verfahren zur Ermittlung der Beurteilungspegel aus einer langen geraden Strecke beschrieben. (S. auch Anlage 2 von /2/).

Verschiedene Diagramme und Beispiele vervollständigen die Schall 03.

- /1/ VDI 2714, Schallausbreitung im Freien, Januar 1988
- /2/ Sechzehnte Verordnung zur Durchführung des Bundesimmissionsschutzgesetzes (Verkehrslärmschutzverordnung - 16. BImSchV) - 1990.
- /3/ Information Deutsche Bundesbahn Bundesbahn-Zentralamt München - Akustik 23, Schalldämmung von Fenstern bei Schienenverkehrslärm, Januar 1990.

I N H A L T

1	Vorbemerkungen	3
2	Geltungsbereich	3
3	Abkürzungen; Begriffserklärungen; Maßeinheiten	4
4	Ausgangsdaten	9
5	Berechnung des Emissionspegels	11
	Einfluß der	
.1	-Fahrzeugarten	13
.2	-Bremsbauarten	13
.3	-Zuglängen	13
.4	-Geschwindigkeiten	13
.5	-Fahrbahnarten	15
.6	-Brücken	15
.7	-Bahnübergänge	15
.8	-Kurven	17
6	Berechnung des Beurteilungspegels	17
7	Einflüsse auf dem Ausbreitungsweg	21
.1	Schallschutzwände	21
.2	Schallschutzwälle	23
.3	Strecken in Dammlage	23
.4	Einschnitte	23
.5	Gebäude	23
.6	Gehölz	25
.7	Reflexionen	27
8	Bahnhöfe	27
.1	Personenbahnhöfe	27
.2	Rangierbahnhöfe; Knotenpunktsysteme in anderen Bahnhöfen	27
.3	Umschlagbahnhöfe	29
.4	Sonstige Bahnhöfe	29
9	Darstellung der Ergebnisse	29
10	Quellenverzeichnis	31
11	Anhang	33
.1	Ermittlung des Beurteilungspegels für lange, gerade Strecke	33
.2	Diagramme	36
12	Beispiele	44

1 Vorbemerkungen

Die Überarbeitung der Schall 03 wurde erforderlich, weil seit 1976 durch umfangreiche Untersuchungen und Meßreihen weitere Erkenntnisse über die Schallemission und über die Schallausbreitung der Geräusche von Bahn- und Betriebsanlagen gewonnen wurden. Nach dieser Richtlinie kann nun auch die Schallimmission von Strecken mit unterschiedlich lauten Teilstücken berechnet werden.

Immissionspegel nach dieser Richtlinie sind Beurteilungspegel, die getrennt für den Tag (6.00 bis 22.00 Uhr) und für die Nacht (22.00 bis 6.00 Uhr) zu berechnen sind. Da für die Nacht nach /1/ niedrigere Immissionsgrenzwerte gelten als für den Tag, die Emissionen des Schienenverkehrs aber tags und nachts oftmals etwa gleich hoch sind, ist es in der Regel ausreichend, die Berechnung nur für die Nacht durchzuführen.

Die angegebenen Gleichungen sind Zahlenwertgleichungen. Die Maßeinheiten sind Tabelle 1 zu entnehmen. Die errechneten Beurteilungspegel sind auf eine Nachkommastelle zu runden.

Der maßgebliche Inhalt dieser Richtlinie ist auf den ungeradzahli- gen Seiten dargestellt. Die geradzahli- gen (linken) Seiten enthalten zusätzliche Informationen, Hinweise und Erläuterungen (dieses ist jedoch nicht bei Tabelle 1, bei den Diagrammen im Anhang und den Beispielen durchgeführt worden).

Im Hauptteil der Schall 03 ist ein Teilstückverfahren beschrieben. Der Vollständigkeit halber wird im Anhang der Fall der langen, geraden Strecke nach Anlage 2 von /1/ nachrichtlich nochmals aufgeführt.

2 Geltungsbereich

Die Schall 03 gilt zur Berechnung von Schallemissionen und Schallimmissionen in der Umgebung von Bahnanlagen nach EBO /2/ bzw. Betriebsanlagen nach BOSTrab /3/ im Geltungsbereich der 16. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verkehrslärm-schutzverordnung - 16. BImSchV) /1/.

3 Abkürzungen; Begriffserklärungen; Maßeinheiten

Tabelle 1: Erläuterung der Abkürzungen und Symbole

Zeichen/ Begriff	Einheit /INDEX	Bedeutung	Verwendet in Glchg.
a_A	m	Abstand Hindernisoberkante-Immissionsort.	(13)
a_B	m	Abstand zwischen zwei Hinderniskanten.	(15)
a_Q	m	Abstand Emissionsort-Hindernisoberkante.	(13)
α_{Geb}	Grad	Summe der Winkelbereiche, in denen eine Bahn- bzw. Betriebsanlage durch Gebäude verdeckt wird.	(15)
α_{ges}	Grad	Winkel, unter dem ein Teilstück am Immissionsort erscheint.	(18)
Bf	-	Bahnhof.	(18)
BOStrab	-	Straßenbahn- Bau- und Betriebsordnung.	
D	dB	Pegeldifferenz ($D = \Delta L$).	
D_A	dB	"" durch Abstand (lg., gerade Strecke).	(A1)
D_B	dB	"" durch Gebäude.	(16)
D_{Br}	dB	"" durch Brücken.	(1)
D_{BM}	dB	"" durch Boden- u. Meteorologiedämpfung.	(10)
$D_{Bü}$	dB	"" durch Bahnübergänge.	(1)
D_D	dB	"" durch unterschiedl. Bremsbauarten.	(2)
D_e	dB	"" durch Schallschirme.	(12)
D_{Fz}	dB	"" durch unterschiedliche Fahrzeugarten.	(1)
D_{Fb}	dB	"" durch unterschiedliche Fahrbahnen.	(1)
D_G	dB	"" durch Gehölz.	(19)
D_I	dB	"" durch Richtwirkung (Directivity Index).	(7)
D_{Korr}	dB	Summe der Pegeldifferenzen gem. Kap.7.	(6)
D_L	dB	Pegeldifferenz durch Luftabsorption.	(9)
D_l	dB	"" durch unterschiedl. Zuglängen.	(3)
$D_{l,v}$	dB	"" beim Verfahren lange, gerade Strecke durch unterschiedliche Zuglängen und Geschwindigkeiten	
D_{Ra}	dB	"" durch Gleisbögen mit engen Radien.	(1)
$D_{R,1}$	dB	"" durch Einfachreflexion (Kap. 7.7)	
$D_{R,2}$	dB	"" durch Mehrfachreflexion (Kap. 7.7)	
D_s	dB	"" durch Abstand, (Teilstückverf.).	(8)
D_{sl}	dB	"" durch Abstand (lg., gerade Strecke).	
D_v	dB	"" durch unterschiedliche Geschwindigk.	(4)
$D_{\text{-Zug}}$	-	Schnellzug.	
δ	Grad	Winkel am Emissionsort zwischen s_k und der Gleis- bzw. Bereichsachse.	(7)
EBO	-	Eisenbahn- Bau- und Betriebsordnung.	
EC	-	Eurocity-Zug (lokbespannt).	
EO	-	Emissionsort.	
FD-Zug	-	Fernschnellzug.	
H	m	Immissionsorthöhe über SO.	
h	m	mittlere Gebäudehöhe.	(20)
h_m	m	Mittlere Höhe der Verbindungslinie Emissionsort-Immissionsort über Gelände.	(10)
i	INDEX	Zähler für Zugklassen mit gleicher Geschwindigkeit, Scheibenbremsant., Zugart.	

Tabelle 1: (Fortsetzung) Erläuterung der Abkürzungen und Symbole

Zeichen/ Begriff	Einheit /INDEX	Bedeutung	Verwendet in Glchg.
IC	-	Intercity-Zug (lokbespannt).	
ICE	-	Intercity-Express (Triebzug).	
IO	-	Immissionsort.	
IR	-	Interregio.	
j	INDEX	Zähler für Gleise oder Bereiche.	
K_w	dB	Witterungskorrektur.	(14)
k	INDEX	Zähler für Teilstücke.	
L_r	dB	Beurteilungspegel (Immissionspegel).	(6)
$L_{m,E}$	dB	Emissionspegel 25 m seitlich der Gleis-, Teilstück- bzw. Bereichsachse.	(1)
$L_m^{(25)}$	dB	Mittelungspegel für lange, gerade Strecke 25 m seitlich der Gleis- bzw. Bereichsachse mit n und p gemäß Diagramm 7.	(A1)
$L_{r,ges}$	dB	Gesamtbeurteilungspegel am Immissionsort.	(11)
l_i	m	Summe der Längen der Züge der Klasse i je Stunde (Mittelwert über Tag o. Nacht).	(3)
l_{Geb}	m	Gesamtlänge der Gebäudefronten längs eines Teilstücks.	(17)
l_k	m	Teilstücklänge.	(5)
N	INDEX	Nacht.	
n_i	-	Mittl. Anz. d. Züge einer Zugklasse i/Std.	
p	%	Längenanteil scheibengebremsster Fahrzeuge am Zug einschließlich Lok.	(2)
p_l	%	Längenanteil abschirmender Gebäudelängen an der Teilstücklänge.	(17)
p_a	%	Anteil des Winkels, in dem die Bahn- bzw. Betriebsanlage abgeschirmt wird.	(18)
Rbf	-	Rangierbahnhof.	
S	dB	Korrektur um -5 zur Berücksichtigung der geringeren Störwirkung des Schienenverkehrs (s. dazu /1/).	(6)
SO	-	Schienenoberkante.	
s_0	m	horizontaler Abstand des Immissionsortes von der Gleisachse j bzw. Bereichsachse j.	
$s_{l,j}$	m	kürzester Abstand des Immissionsortes (z.B. betroffenes Fenster) von der Gleisachse j bzw. von der Bereichsachse j.	(A1)
s_k	m	Abstand des Immissionsortes (z.B. betroffenes Fenster) vom Mittelpunkt einer Teilstrecke k.	(5)
s_G	m	Summe der Weglängen des gekrümmten Schallstrahles mit $r = 5$ km durch Gehölz.	(19)
T	INDEX	Tag.	
Ubf	-	Umschlagbahnhof (Containerbahnhof).	
v	km/h	Fahrgeschwindigkeit.	(4)
w	m	mittlerer Abstand zwischen den Häuserzeilen bzw. Stützmauern.	(20)
z	m	Schirmwert.	(13)
			(15)

Anmerkung: Die nach dieser Richtlinie ermittelten Beurteilungspegel gelten für den Fall, daß leichter Wind (etwa 3 m/s) von der Quelle zum Immissionsort weht, und/oder daß Temperaturinversionen immissionsverstärkend wirken. Bei anderen Windrichtungen oder Temperaturschichtungen können - insbesondere in großen Entfernungen von der Quelle - auch erheblich niedrigere Werte vorkommen. Dagegen ist nur selten mit geringfügigen Überschreitungen zu rechnen.

- Beurteilungspegel

Der Beurteilungspegel L_r dient zur Kennzeichnung der Immissionen. Er wird bestimmt aus den relevanten Emissionspegeln, den Pegeldifferenzen auf den jeweiligen Ausbreitungswegen und der Korrektur für die geringere Störwirkung des Schienenverkehrslärms (s. dazu /1/).

Beurteilungspegel werden für die Zeiträume

Tag (6 bis 22 Uhr) und

Nacht (22 bis 6 Uhr)

angegeben.

- Frequenzbewertung A

Durch die Frequenzbewertung A nach DIN IEC 651 /8/ wird die Frequenzabhängigkeit der Empfindlichkeit des Gehörs näherungsweise berücksichtigt. Schallpegel mit dieser Frequenzbewertung werden A-bewertete Schallpegel oder auch A-Schallpegel L_A genannt.

In dieser Richtlinie wird immer mit A-bewerteten Schallpegeln gerechnet und deshalb der Index A bzw. der Zusatz "A-bewertet" fortgelassen.

- Mittelungspegel

Der Mittelungspegel $L_{A,m}$ (hier als Emissionspegel $L_{m,E}$ verwendet) nach DIN 45 641 /9/ dient zur Kennzeichnung der Stärke von Geräuschen mit zeitlich veränderlichen Schallpegeln. In seine Höhe gehen Stärke und Dauer jedes Schallereignisses während des Zeitraumes ein, über den gemittelt wird.

In dieser Richtlinie wird nur mit Mittelungspegeln gerechnet. Der Zusatz "Mittelungs-" wird deshalb in dieser Richtlinie fortgelassen.

- **Schallemission** ist der von einer Schallquelle oder einer Ansammlung von Schallquellen (z.B. Eisenbahnstrecke, Umschlagbahnhof) abgestrahlte Schall. Die Stärke der Schallemission wird durch den —> Emissionspegel beschrieben.

- Emissionspegel

Der Emissionspegel $L_{m,E}$ in dB(A) ist der —> Mittelungspegel in 25 m Abstand, 3,5 m Höhe über SO von der Achse des betrachteten Gleises bei freier Schallausbreitung. Er dient als Ausgangsgröße für die Berechnung des —> Beurteilungspegels.

- **Schallimmission** ist der auf ein Gebiet oder einen Punkt eines Gebietes (—> Immissionsort) einwirkende Schall. Die Stärke der Schallimmission wird durch den —> Beurteilungspegel beschrieben.

- **Immissionsort** ist der Punkt, für den der —> Beurteilungspegel berechnet wird.

Anmerkung:

- InterCityExpress (ICE) sind IC-Triebzüge. Sie werden von scheibengebremsten Triebköpfen, die nicht Lokomotiven im Sinne dieser Richtlinie sind, angetrieben;
- EuroCity (EC) sind international verkehrende IC-Züge;
- InterRegio (IR) sind Züge, die regional die IC-Züge ergänzen und aus Fahrzeugen der IC-Bauart gebildet werden.

4 Ausgangsdaten

Für die Berechnung sind Angaben erforderlich über:

- Fahrzeugarten (s. hierzu Kap. 5.1)
- Bremsbauarten (s. hierzu Kap. 5.2)
- Zuglängen und -zahlen (s. hierzu Kap. 5.3)
- Geschwindigkeiten (s. hierzu Kap. 5.4)
- Fahrbahnarten (s. hierzu Kap. 5.5)
- Brücken (s. hierzu Kap. 5.6)
- Bahnübergänge (s. hierzu Kap. 5.7)
- Gleisbögen (s. hierzu Kap. 5.8)

Die Angaben sind getrennt für Tag und Nacht anzugeben. Sie sind von der für die Bahn- bzw. Betriebsanlage zuständigen Bundesbahndirektion oder der zuständigen Verwaltungsstelle der Nahverkehrsbetriebe einzuholen. Bei Neu- und Ausbaustrecken ist mit den Zugzahlen zu rechnen, die der Vollauslastung der Strecke entsprechen. Hilfsweise können Angaben den Tabellen 2 und 3 entnommen werden.

Tabelle 2: Anhaltswerte für Geschwindigkeiten und Längen verschiedener Zugarten

Spalte	a	b	c
Zeile	Zugart	max. Geschw. [km/h] ¹⁾	mittl. Zuglänge [m]
1	ICE	250	420
2	EC/IC	200	340 ²⁾
3	IR	200	205 ²⁾
4	D/FD-Zug	160	340 ²⁾
5	Eilzug	140	205 ²⁾
6	Nahverkehrszug	120	150 ²⁾
7	S-Bahn (Triebzug)	120	130 ³⁾
8	S-Bahn Berlin	100	70 ⁴⁾
9	S-Bahn Hamburg	100	130 ³⁾
10	S-Bahn Rhein-Ruhr	120	120 ⁵⁾
11	Güterzug (Fernv.)	100	500 ²⁾
12	Güterzug (Nahv.)	90	200 ²⁾
13	U-Bahn	80	80
14	Straßenbahn	60	25

- 1) Ist die zulässige Streckengeschwindigkeit niedriger, so ist diese anzusetzen.
- 2) Die Länge einer Lok wird immer mit 20 m angenommen und ist hierin enthalten.
- 3) Als S-Bahn-Triebzüge können Kurzzüge (65m), Vollzüge (130m) und Langzüge (195m) verkehren.
- 4) Als S-Bahn-Triebzüge in Berlin können 2-, 4-, 6- oder 8-Wagen-Züge verkehren. Der 2-Wagen-Zug ist 35 m lang.
- 5) Als S-Bahnen können 3-, 4- oder 5-Wagenzüge lokbespannt verkehren. Der 4-Wagenzug ist einschl. Lok 120 m lang.

Anmerkung: Zwischen Diesel- und elektrischer Traktion wird nicht unterschieden.

Anmerkung: Die für den Tag berechneten Emissions- bzw. Beurteilungspegel werden mit dem Index T, die für die Nacht Nacht berechneten mit dem Index N versehen.

Tabelle 3: Anhaltswerte für Anteile scheibengebremsster Wagen

Spalte	a	b	c
Zeile	Zugart	Anteil d. Wagen mit Scheibenbrsn. ¹⁾ im Jahr 1988 im Jahr 2000	
1	D/FD-Zug	30 %	100 %
2	Nahverkehrszug, Eilzug	20 %	30 %
3	Güterzug	0 %	0 %
4	alle übrigen Zugarten	100 %	100 %

1) ohne Lok. Diese sind immer Fahrzeuge mit Klotzbremsen.

5 Berechnung des Emissionspegels

Zur Berechnung des Emissionspegels des Verkehrs auf einem Gleis oder einem Teilstück werden Züge gleicher Fahrzeugart (Kap. 5.1), mit gleichem Anteil scheibengebremsster Fahrzeuge (Kap. 5.2) und mit gleicher Geschwindigkeit (Kap. 5.4) zu Klassen i zusammengefaßt. Für jedes Gleis j bzw. Teilstück k wird dann der Emissionspegel $L_{m,E}$ nach (1) berechnet.

$$L_{m,E} = 10 \cdot \lg \left[\sum_i 10^{0,1 \cdot (51 + D_{Fz} + D_D + D_l + D_v)} \right] + D_{Fb} + D_{Br} + D_{Bü} + D_{Ra} \quad (1)$$

Darin sind:

D_{Fz}, D_D, D_l, D_v Pegeldifferenzen nach Kap. 5.1 bis 5.4.

$D_{Fb}, D_{Br}, D_{Bü}, D_{Ra}$ Pegeldifferenzen nach Kap. 5.5 bis 5.8.

Die Berechnung erfolgt für den Tag und für die Nacht getrennt. Abstellgleise und Bahnhofsgleise können zu Bereichen zusammengefaßt werden, da der auf ihnen abgewinkelte Verkehr gegenüber dem der durchgehenden Streckengleise gering ist. Dabei wird für die Berechnung angenommen, daß die Fahrten auf der Mittelachse dieser Bereiche stattfinden.

Anmerkung: Fahrzeuge der Baureihe 401 (ICE) werden von scheibengebremsten Triebköpfen angetrieben, die nicht Lokomotiven im Sinne dieser Richtlinie sind.

Anmerkung: Güterzüge werden in der Regel nur aus klotzgebremsten Fahrzeugen gebildet.

Anmerkung: Die Längen von Zügen gleicher Fahrzeugart gemäß Tab. 4, gleichen Scheibenbremsanteils p und gleicher Geschwindigkeit v können bei der Berechnung der Zuglänge durch Addition der Einzellängen zusammengefaßt werden.

Die Anzahl der Züge wird meistens nicht pro Stunde, sondern für

- den Tag 6 bis 22 Uhr (16 h) bzw.
- die Nacht 22 bis 6 Uhr (8 h).

angegeben. Die damit errechneten Summen der Längen sind deshalb durch 16 bzw. durch 8 zu teilen.

5.1 Einfluß der Fahrzeugarten

Durch D_{Fz} wird in (1) der Einfluß der Fahrzeugarten berücksichtigt. Werte sind Tabelle 4 zu entnehmen:

Tabelle 4: Einfluß der Fahrzeugart

Spalte	a	b
Zeile	Fahrzeugart	$D_{Fz}^{*)}$
1	Fahrzeuge mit zulässigen Geschwindigkeiten $v > 100$ km/h mit <u>Radabsorbern</u> (Baureihe 401)	- 4
2	Fahrzeuge mit <u>Radscheibenbremsen</u> (Baureihen 403, 420, 472)	- 2
3	Fahrzeuge mit <u>Radscheibenbremsen</u> (Bx-Wagen unter Einbeziehung der Lok)	- 1
4	U-Bahn	2
5	Straßenbahn	3
6	alle übrigen Fahrzeugarten	0

*) Für Fahrzeugarten, bei denen aufgrund besonderer Vorkehrungen eine weitergehende, dauerhafte Lärminderung nachgewiesen ist, können die der Lärminderung entsprechenden Korrekturwerte zusätzlich zu den Korrekturwerten D_{Fz} berücksichtigt werden.

5.2 Einfluß der Bremsbauart

Durch D_D wird in (1) der Einfluß der Bremsbauarten berücksichtigt:

$$D_D = 10 \cdot \lg (5 - 0,04 \cdot p) \quad (2)$$

Dabei ist p der prozentuale Anteil scheibengebremster Fahrzeuge an der Länge des Zuges einschl. Lok. Die Länge der Lok ist mit 20 m, die eines Reisezugwagens mit 26,4 m anzusetzen.

5.3 Einfluß der Zuglängen

Durch D_l wird in (1) der Einfluß der Anzahl und Längen der Züge berücksichtigt:

$$D_l = 10 \cdot \lg (0,01 \cdot l) \quad (3)$$

Dabei ist l die Summe der Längen aller Züge der Zugklasse i pro Stunde. d.h. Verdoppelung der Zuglänge entspricht Erhöhung um 3 dB, für n

5.4 Einfluß der Geschwindigkeit

Durch D_v wird in (1) der Einfluß der Geschwindigkeit berücksichtigt:

$$D_v = 20 \cdot \lg (0,01 \cdot v) \quad (4)$$

Dabei ist v die zulässige Streckengeschwindigkeit bzw. für Züge, die diese Geschwindigkeit nicht fahren dürfen, die jeweilige zulässige Fahrgeschwindigkeit.

d.h. Verdoppelung der Geschwindigkeit entspricht Erhöhung um 6 dB, v in km/h

Anmerkung: Holzschwellengleise sind nicht für Hochgeschwindigkeitsverkehr ($v > 200 \text{ km/h}$) geeignet.

Unter besonders überwachten Gleisen (s. Tab. 5, Zeile 3) wird verstanden, daß diese Gleise in regelmäßigen Abständen (6 - 12 Monate) auf evtl. Schallpegelzunahme überprüft und ggf. geschliffen werden.

Anmerkung: Bei den meisten Brücken wäre der Zuschlag von $D_{Br} = 3 \text{ dB}$ nicht erforderlich. Er ist trotzdem als Sicherheitszuschlag anzusetzen, weil bei Brücken tief-frequente Geräusche auftreten können, die durch den A-Schallpegel nicht angemessen berücksichtigt werden.

Damit D_{Br} nicht größer als 3 dB wird, müssen Brücken nach DS 804 "Vorschrift für Eisenbahnbrücken und sonstige Ingenieurbauwerke" /13/ konstruiert werden. Wenn erforderlich, sind zusätzliche Maßnahmen an der Brücke selbst nach /7/ vorzusehen. Solche Maßnahmen sind bei Brücken mit Schallschutzwänden immer erforderlich. Wenn auch damit kein ausreichender Schallschutz erreicht werden kann, sollte ein anderer Brückentyp vorgesehen werden.

Anmerkung: Für Immissionsorte, deren Abstände s_j bzw. s_k größer als das Zehnfache der Straßenbreite sind, kann der Einfluß der zusätzlichen Schallabstrahlung des Bahnüberganges vernachlässigt werden.

5.5 Einfluß der Fahrbahnarten

Durch D_{Fb} wird in (1) der Einfluß der Fahrbahnarten mit durchschnittlichem Zustand der Schienenfahrfläche berücksichtigt. Werte sind der Tabelle 5 zu entnehmen:

Tabelle 5: Einfluß der Fahrbahnarten

Spalte	a	b
Zeile	Fahrbahnart	$D_{Fb}^*)$
1	Rasenbahnkörper- Straßenbahn	-2
2	Schotterbett - Betonschwelle, besonders überwacht	*)
3	Schotterbett - Holzschwelle	0
4	Schotterbett - Betonschwelle	2
5	Feste Fahrbahn - nicht absorbierend	5

*) Für Fahrbahnen, bei denen aufgrund besonderer Vorkehrungen eine weitergehende, dauerhafte Lärminderung nachgewiesen ist, können die der Lärminderung entsprechenden Korrekturwerte zusätzlich zu den Korrekturwerten D_{Fb} berücksichtigt werden.

5.6 Einfluß der Brücken

Der Einfluß von Brücken wird bei Planungen durch einen Zuschlag in (1) von $D_{Br} = 3 \text{ dB}$ für die Gleise auf der Brücke berücksichtigt.

5.7 Einfluß der Bahnübergänge

Im Bereich von Bahnübergängen ist für eine Teilstücklänge gleich der zweifachen Straßenbreite in (1) $D_{Bü} = 5 \text{ dB}$ zu setzen. Andere Korrekturen D_{Fb} sind dann nicht mehr anzuwenden.

Anmerkung: Da erst bei Inbetriebnahme einer Strecke festgestellt werden kann, ob Quietschgeräusche bei Radien < 500 m auftreten oder nicht, ist der gemäß Kap. 5.8 vorgegebene Zuschlag D_{Ra} erst beim tatsächlichen Auftreten von Kurvenquietschen - welches nicht durch zusätzliche technische Maßnahmen beseitigt wird - in Ansatz zu bringen.

Anmerkung: Es ist nicht erforderlich, l_k kleiner als $0,01 \cdot s_k$ zu wählen, weil die Genauigkeit dadurch nicht mehr verbessert wird. Die Beiträge von Teilstücken mit $s_k > 5000$ m können vernachlässigt werden.

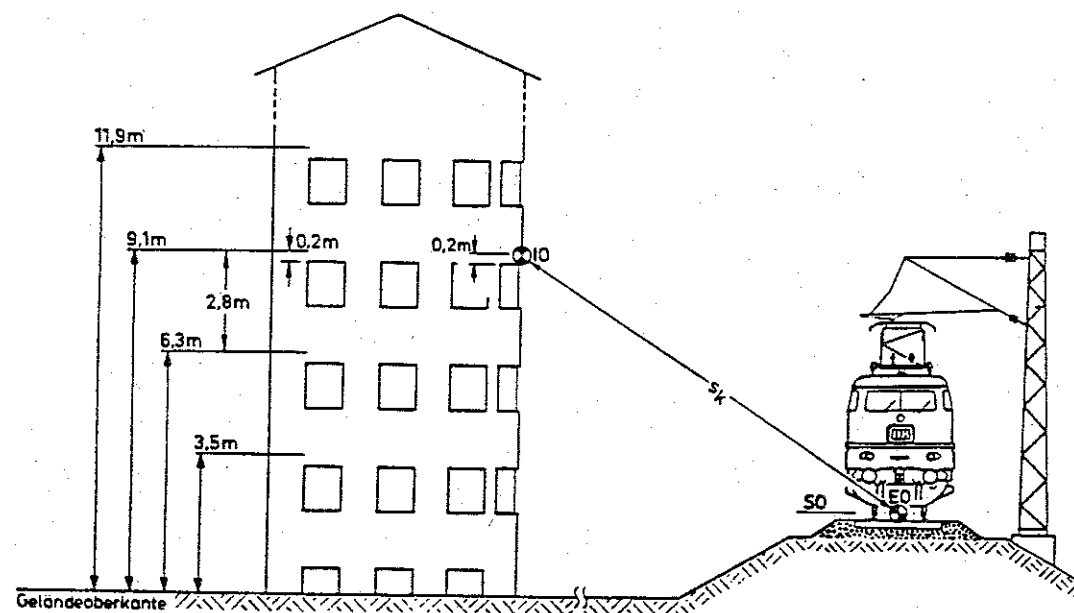


Bild 1: Darstellung der Geschoßhöhen von Häusern

5.8 Einfluß der Kurven

Treten beim Befahren enger Kurvenradien Quietschgeräusche auf, so sind - soweit sie nicht durch technische Maßnahmen ausgeschlossen werden können - folgende Korrekturwerte D_{Ra} für den gesamten Kurvenabschnitt nach Tabelle 6 in Ansatz zu bringen.

Tabelle 6: Einfluß der Kurven

Spalte	a	b
Zeile	Kurvenradius	D_{Ra}
1	< 300 m	8
2	von 300 m bis < 500 m	3
3	≥ 500 m	0

6. Berechnung des Beurteilungspegels

Zur Berechnung des Beurteilungspegels werden die Gleise bzw. Bereiche in Teilstücke k zerlegt. Die Teilstücklänge l_k ist gemäß (5) zu wählen:

$$0,01 \cdot s_k \leq l_k \leq 0,5 \cdot s_k \quad (5)$$

Darin ist

s_k der Abstand des Immissionsortes vom Mittelpunkt der Teilstrecke k .

Emissionsort ist der Mittelpunkt des jeweiligen Teilstücks.

Über die Länge der Teilstücke müssen $L_{m,E,k}$ und die einzelnen Einflußgrößen nach Kap. 7 annähernd konstant sein.

Bei der Berechnung des Beurteilungspegels $L_{r,ges}$ in unbebautem Gelände ist als Höhe des Immissionsortes 3,5 m über Gelände anzunehmen, bei Gebäuden 0,2 m über den Oberkanten der Fenster des betrachteten Geschosses. Ist die Geschosshöhe nicht bekannt, soll mit folgenden Werten gerechnet werden (s. a. Bild 1):

3,5 m über Gelände für das Erdgeschoß
2,8 m zusätzlich für jedes weitere Geschos.

Anmerkung: Die Formeln für Ausbreitung und Abschirmung sind an VDI 2714 /10/ und VDI 2720 E /11/ angelehnt.

Die ersten 3 Terme der Gl. (6) können als Schalleistungspegel der Teilstrecke k (Punktschallquelle) interpretiert werden.

Die Schienenoberkante ist wegen des 0,5 m hohen Schotterbettes 0,6 m über Gelände anzunehmen.

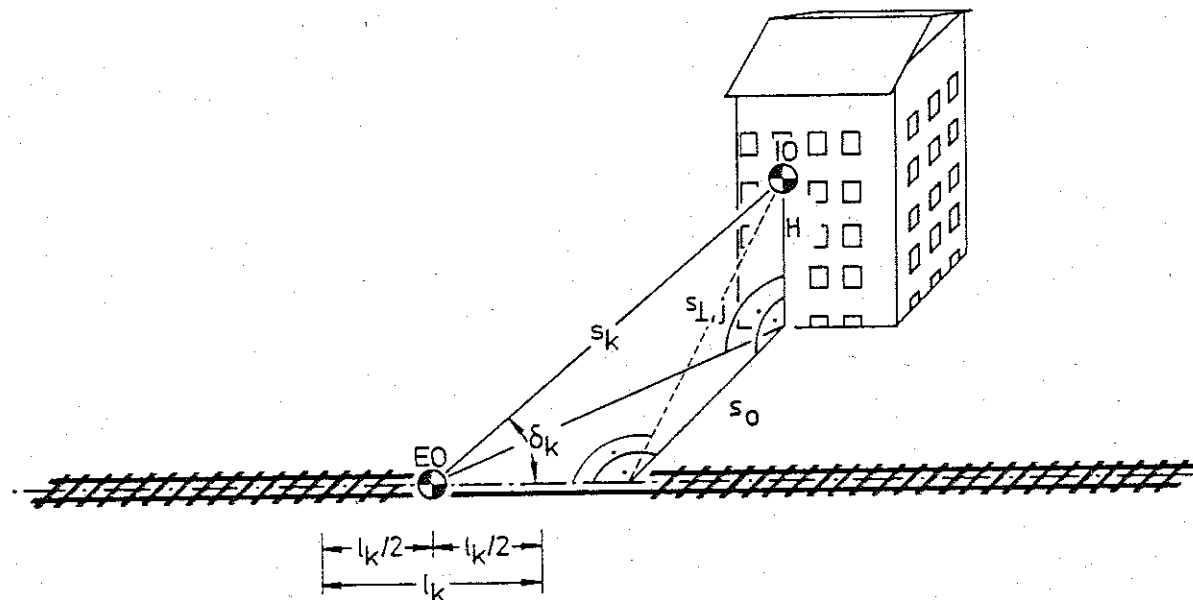


Bild 2: Zur Definition des Winkels δ_k

Anmerkung: δ_k ist als räumlicher Winkel zwischen Gleisachse und s_k anzusetzen (siehe Bild 2). Bei Kurven ist der Winkel δ auf die Tangente an die Gleisachse im Emissionsort zu beziehen.

Im nahezu ebenen Gelände ist es ausreichend, h_m als arithmetischen Mittelwert der Höhen des Emissionsortes und des Immissionsortes über Gelände zu bestimmen.

Für jedes Teilstück k ist $L_{r,k}$ zu berechnen:

$$L_{r,k} = L_{m,E,k} + 19,2 + 10 \cdot \lg l_k + D_{I,k} + D_{s,k} + D_{L,k} + D_{BM,k} + D_{Korr,k} + S \quad (6)$$

Darin sind

$L_{m,E,k}$ der Emissionspegel nach (1),

l_k die Teilstücklänge,

$$D_{I,k} = 10 \cdot \lg (0,22 + 1,27 \cdot \sin^2 \delta_k) \quad (7)$$

die Pegeldifferenz durch Richtwirkung,

δ_k der Winkel am Emissionsort zwischen s_k und der Gleisachse (s. Bild 2),

$$D_{s,k} = 10 \cdot \lg \frac{1}{2\pi s_k^2} \quad (8)$$

die Pegeldifferenz durch Abstand,

s_k der Abstand des Immissionsortes vom Mittelpunkt des Teilstücks,

$$D_{L,k} = - \frac{s_k}{200} \quad (9)$$

die Pegeldifferenz durch Luftabsorption,

$$D_{BM,k} = \frac{h_m}{s_k} \cdot \left(34 + \frac{600}{s_k} \right) - 4,8 \leq 0 \quad (10)$$

die Pegeldifferenz durch Boden- und Meteorologie-dämpfung,

h_m die mittlere Höhe der Verbindungslinie Emissionsort-Immissionsort über Gelände und für jedes Teilstück zu verwenden,

$D_{Korr,k}$ die Summe der nach Kap. 7 "Einflüsse auf dem Ausbreitungsweg" anzusetzenden Pegeldifferenzen,

$S = -5$ die Korrektur zur Berücksichtigung der geringeren Störwirkung des Schienenverkehrslärms gemäß § 3 der 16. BImSchV /1/

Anmerkung: $L_{r,ges}$ kann für den Tag und/oder für die Nacht berechnet werden (s. Vorbemerkungen). $L_{r,ges,T}$ und $L_{r,ges,N}$ können auch vereinfacht $L_{r,T}$ und $L_{r,N}$ genannt werden.

Anmerkung: Für die Wirkung von Schallschutzwänden, -wällen usw. ist der Umweg über das Hindernis gegenüber der direkten Verbindungslinie Emissionsort-Immissionsort maßgebend. Die Differenz beider wird Schirmwert genannt und errechnet sich nach (13). Im Gegensatz zur Schall 03, Ausgabe 1976, ist der Emissionsort in Gleismitte anzusetzen und nicht mehr auf der dem Immissionsort nächstgelegenen Schiene, jedoch weiterhin in Höhe von SO.

Schallschutzwände müssen auf der dem Schienenweg zugewandten Seite immer hochabsorbierend gem. /12/ ausgebildet sein. Wenn das Schalldämm-Maß der Schallschutzwand mehr als 10 dB über der A-Schallpegelminderung liegt, so kann die Transmission in der Regel vernachlässigt werden.

Bei Brücken ist zu beachten, daß die von der Brückenkonstruktion selbst stammende Abstrahlung durch eine Schallschutzwand über SO nicht verringert wird.

Sind keine Abschirmungen vorhanden, ist $D_e = 0$ zu setzen.

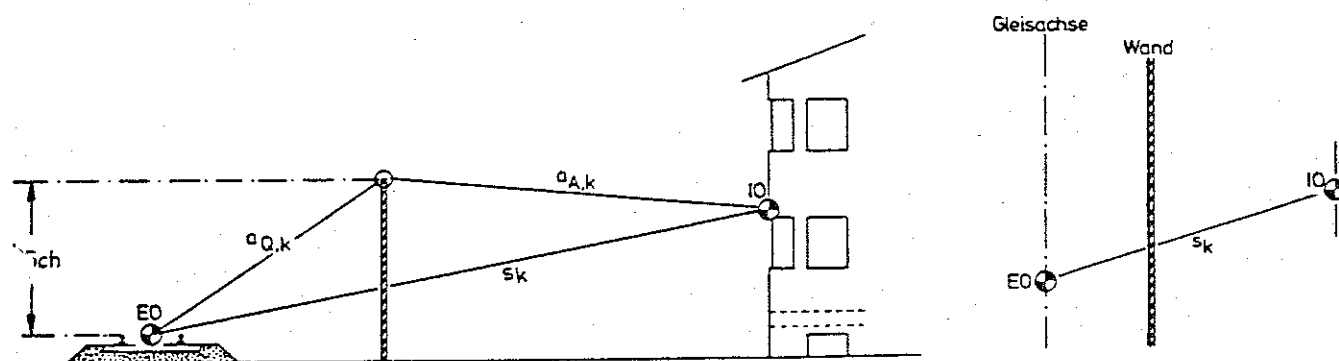


Bild 3: Größen zur Berechnung des Schirmwertes an einer Schallschutzwand

Anmerkung: $K_{w,k}$ kann auch auf der Basis der natürlichen Zahl e berechnet werden:

$$K_{w,k} = e^{-\frac{1}{2000} \cdot \frac{a_{Q,k} \cdot a_{A,k} \cdot s_k}{2 \cdot z_k}} \quad (14 \text{ a})$$

Der Gesamtbeurteilungspegel an einem Immissionsort ergibt sich aus den Beurteilungspegeln $L_{r,k}$ aller Teilstücke und Bereiche k durch energetische Addition nach (11):

$$L_{r,ges} = 10 \cdot \lg \sum_k 10^{0,1 \cdot L_{r,k}} \quad (11)$$

7 Einflüsse auf dem Ausbreitungsweg

Die Summe der nach Kap. 7.1 bis 7.7 berechneten D_e , D_B , D_G , $D_{R,1}$ und $D_{R,2}$ ist als $D_{Korr,k}$ in (6) einzusetzen.

7.1 Schallschutzwände; Berechnung nach dem Teilstückverfahren

Die Pegeldifferenz $D_{e,k}$ eines Schallschirms ist für jedes Teilstück k nach (12) zu berechnen:

$$D_{e,k} = - (10 \cdot \lg (3 + 60 \cdot z_k \cdot K_{w,k}) + D_{BM,k}) \leq 0 \quad (12)$$

mit $z_k > -0,033$

Darin ist

$D_{BM,k}$ die Pegelminderung durch Boden- und Meteorologiedämpfung nach (10),

$$z_k = a_{Q,k} + a_{A,k} - s_k \quad (13)$$

der Schirmwert, d.h. der Umweg über das Hindernis (s. Bild 3).

mit $a_{Q,k}$ Abstand Emissionsort-Hindernisoberkante,

$a_{A,k}$ Abstand Hindernisoberkante-Immissionsort,

s_k Abstand Emissionsort-Immissionsort.

Wenn das Hindernis die Sichtverbindungsline zwischen Emissionsort und Immissionsort nicht überragt, ist z mit negativem Vorzeichen zu versehen;

$K_{w,k}$ Witterungskorrektur nach (14)

$$K_{w,k} = 10^{-\frac{1}{2,3 \cdot 2000} \cdot \frac{a_{Q,k} \cdot a_{A,k} \cdot s_k}{2 \cdot z_k}} \quad (14)$$

Für $z < 0$ ist $K_w = 1$ zu setzen.

Geht die direkte Verbindungslinie Emissionsort - Immissionsort nicht durch das Hindernis hindurch, kann trotzdem ein Schirmwert z bestimmt werden. Der Zahlenwert ist dann mit dem Vorzeichen "Minus" zu versehen. Schirmwerte z bis $-0,033$ ergeben noch eine Pegelminderung durch das Hindernis.

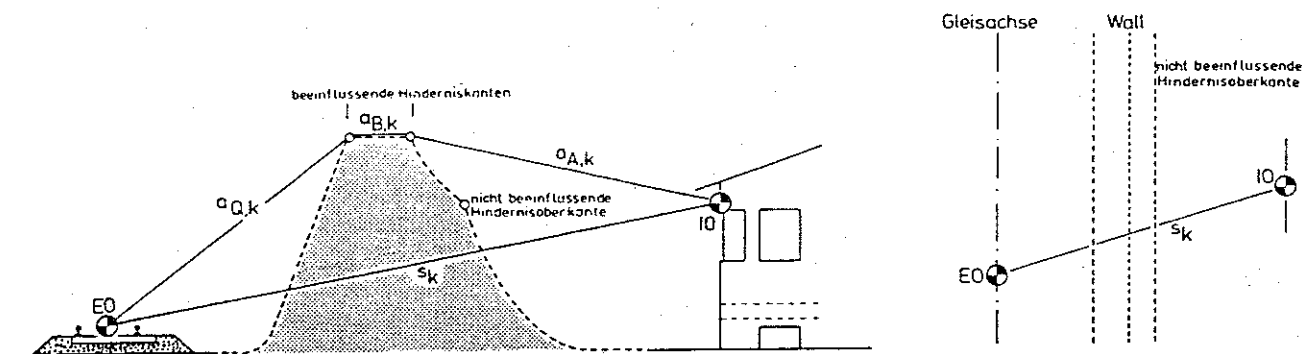


Bild 4: Größen zur Berechnung des Schirmwertes an einem Schallschutzwall

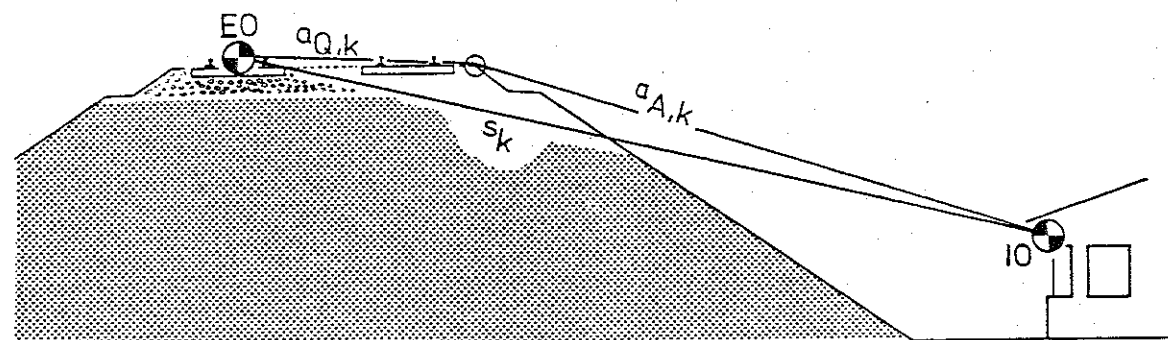


Bild 5: Größen zur Berechnung des Schirmwertes an einem Damm

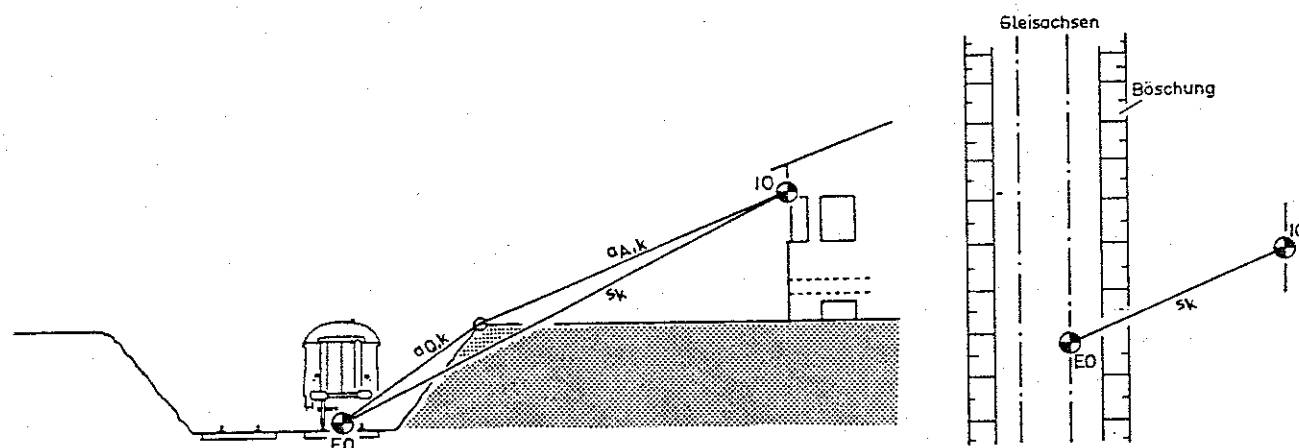


Bild 6: Größen zur Berechnung des Schirmwertes an einer geneigten Böschung

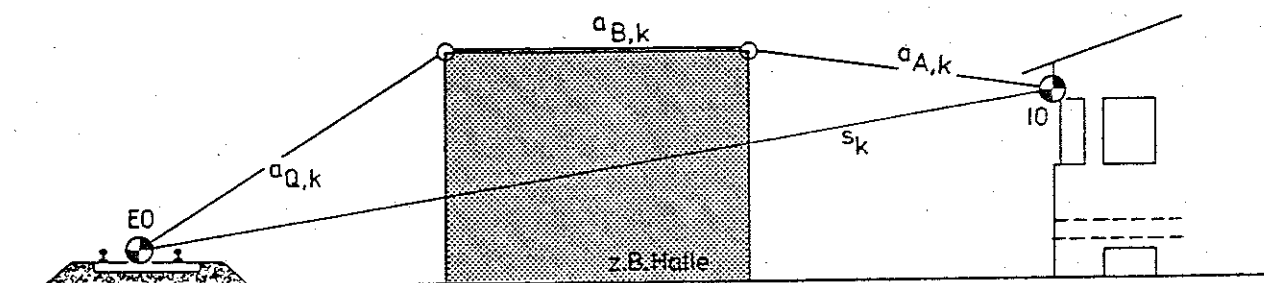


Bild 7: Größen zur Berechnung des Schirmwertes an langen, geschlossenen Häuserzeilen

7.2 Schallschutzwälle

Bei Schallschutzwällen und Dämmen wird der Schirmwert nach (15) berechnet:

$$z_k = a_{Q,k} + a_{A,k} + a_{B,k} - s_k \quad (15)$$

$a_{B,k}$ ist der Abstand zwischen den beeinflussenden Hinderniskanten (s. auch Bild 4). Für die Berechnung der Witterungskorrektur K_w nach (14) wird $a_{B,k}$ zum kleineren der beiden Abstände $a_{Q,k}$ bzw. $a_{A,k}$ addiert. Die Pegeldifferenz $D_{e,k}$ wird nach (12) berechnet.

7.3 Strecken in Dammlage

Bei Strecken auf Dämmen ist für Immissionsorte, die tiefer liegen als SO, ggf. die pegelmindernde Wirkung der Dammkante nach Kap. 7.1 zu berücksichtigen.

7.4 Einschnitte

Für Einschnitte ist $D_{e,k}$ nach Kap. 7.1 zu berechnen (s. Bild 6).

7.5 Gebäude

Die Abschirmung durch eine lange geschlossene Häuserzeile wird nach Abschnitt 7.2 berechnet (s. Bild 7). Zur möglichen Pegelerhöhung auf der gegenüberliegenden Seite durch Reflexion siehe Abschnitt 7.7.

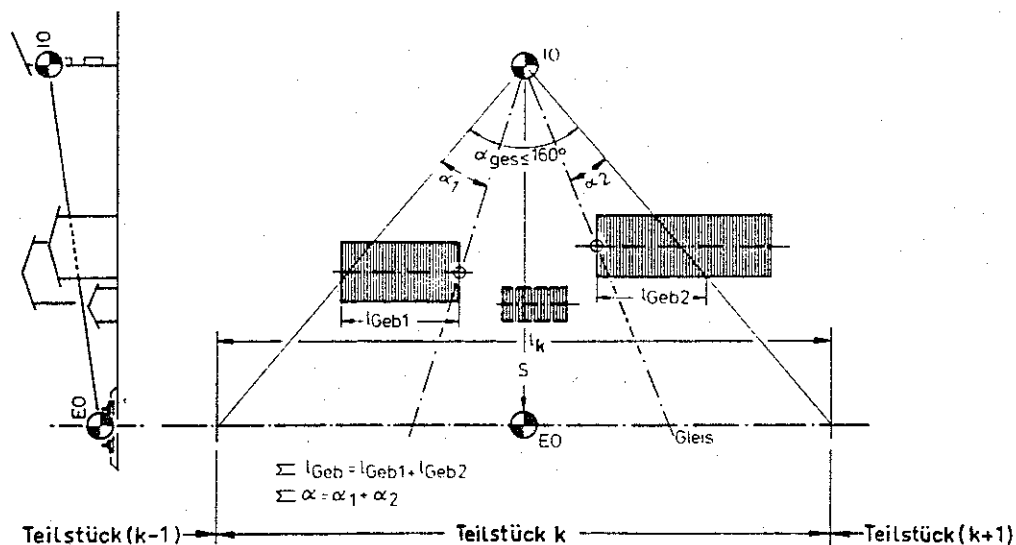


Bild 8: Darstellung der Bebauung längs eines Verkehrsweges

Anmerkung: Spürbare Pegelminderungen werden meist erst bei längeren Schallausbreitungswegen durch Gehölz erreicht. Angaben in der Literatur über die Wirkung verschiedener Gehölzarten und -anordnungen streuen stark. Die Pegelminderung durch Bodenabsorption bei Schallausbreitung über niedrig bewachsenen Bodenflächen wird nicht berücksichtigt.

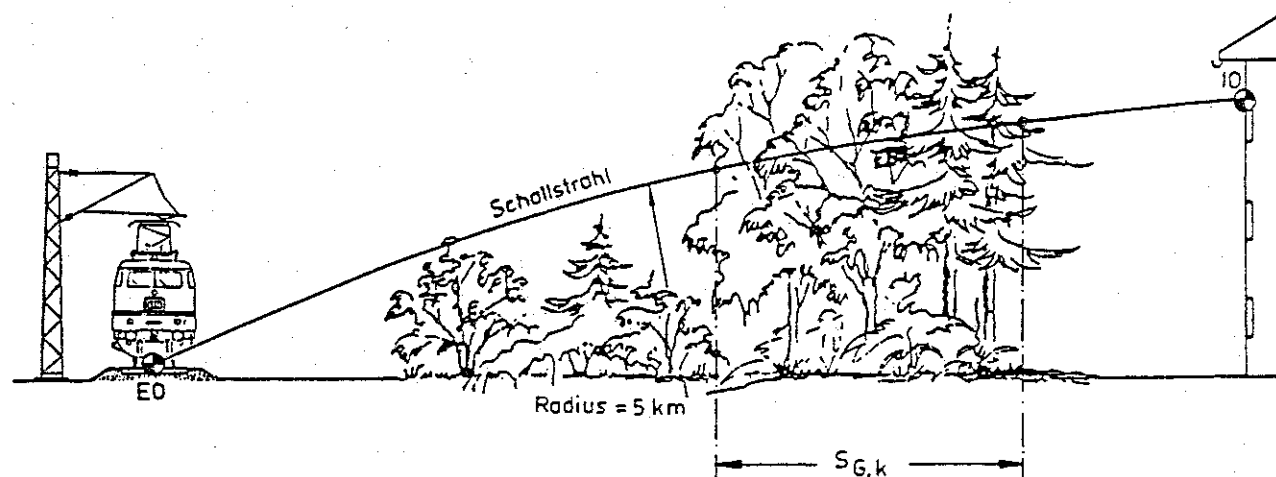


Bild 9: Schallausbreitung durch Gehölz

Bei einer Bebauung mit Lücken wird nur die Abschirmung durch die der Bahn- oder Betriebsanlage nächste Gebäudereihe berücksichtigt (siehe Bild 8) und die Pegeldifferenz nach (16) berechnet:

$$D_{B,k} = 10 \cdot \lg (1 - \text{Min} (P_{l,k}; P_{\alpha,k}) + 10^{-0,1 \cdot D_{e,k}}) \leq 0 \quad (16)$$

$\text{Min} (P_{l,k}; P_{\alpha,k})$ bedeutet, daß der kleinere von beiden Werten einzusetzen ist.

Darin sind

$$P_{l,k} = \frac{\Sigma l_{\text{Geb}}}{l_k} \quad (17)$$

das Verhältnis der wirksamen Gesamtlänge der Gebäudefronten Σl_{Geb} zur Länge des Teilstücks l_k ,

$$P_{\alpha,k} = \frac{\Sigma \alpha_{\text{Geb},k}}{\alpha_{\text{ges},k}} \quad (18)$$

das Verhältnis der Winkelbereiche mit

$\Sigma \alpha_{\text{Geb},k}$ Summe der Winkelbereiche, in denen die Bahn bzw. Betriebsanlage durch die Gebäudereihe verdeckt wird (s. Bild 8),

$\alpha_{\text{ges},k}$ der Winkel, unter dem das Teilstück vom Immissionsort aus erscheint,

$D_{e,k}$ die nach 7.1 berechnete Pegeldifferenz für eine in der gleisparallelen Mittelachse der Gebäudereihe ersatzweise für die erste Gebäudereihe angenommene, nicht unterbrochene Schallschutzwand. Für deren Bestimmung werden eine mittlere Gebäudehöhe und ein mittlerer Abstand der Gebäudemittenachsen vom Gleis angesetzt.

Falls Bebauung und Abschirmung gleichzeitig wirksam sind, ist allein die jeweils größere Pegeldifferenz anzusetzen.

7.6 Gehölz

Die durch dichten Wald mit bleibender Unterholzausbildung verursachte Pegeldifferenz D_G kann wie folgt berücksichtigt werden:

$$D_G = -0,05 \cdot s_{G,k} \geq -5 \quad (19)$$

Darin ist $s_{G,k}$ die Projektion in die Horizontalebene derjenigen Weglängen, die der gekrümmte Schallstrahl mit $r = 5$ km auf dem Weg Emissionsort-Immissionsort durch Gehölz zurücklegt (s. Bild 9).

Anmerkung: $D_{R,2,k}$ findet hauptsächlich für den Nahverkehr in Stadtstraßen Anwendung.

Anmerkung: Messungen /14/ haben ergeben, daß hiernach bei kleineren Bahnhöfen, in denen die meisten Züge durchfahren, ein geringfügig zu hoher, in großen Bahnhöfen, in denen die meisten Züge halten, ein bis zu 5 dB(A) höherer Emissionspegel berechnet wird. In den gemessenen Mittelungspegeln nach /14/ sind bahnhofspezifische Geräusche, wie Türeenschlagen, Karrenfahrten, Lautsprecheransagen, Anfahrgeräusche von Diesellok, Bremsgeräusche usw., ferner bahnhofspezifische Abschirmungen, wie Bahnsteigkanten, Bahnsteigdächer usw. bereits enthalten.

Die Fahrgeschwindigkeit bei Rangierfahrten wird zur Berücksichtigung des Anfahrspegels der Dieselmotorschienenloks und evtl. pegelerhöhender Fahrflächenfehler der in den Abstellgleisen verlegten Schienen mit 35 km/h statt mit 25 km/h angesetzt.

7.7 Reflexionen

Durch die Reflexionen an einer Häuserzeile oder einer nicht schallabsorbierenden Stützmauer parallel zu einem Gleis kann der Beurteilungspegel auf der gegenüberliegenden Seite geringfügig erhöht werden. Das wird dadurch berücksichtigt, daß man für Immissionsorte, die der reflektierenden Fläche gegenüberliegen und vom nächsten Gleis weiter entfernt sind, als die reflektierende Fläche von diesem Gleis, mit einem Zuschlag zum Beurteilungspegel $L_{r,k}$ der Teilstücke vor der reflektierenden Fläche von $D_{R,1,k} = 2$ dB rechnet, wenn keine Abschirmung vorhanden ist.

Bei Situationen mit Abschirmwand auf einer Seite und o.g. reflektierender Fläche auf der anderen Seite einer Bahnanlage wird für Güterzüge die 1. Spiegelschallquelle berücksichtigt. Das anzuwendende Verfahren ist in VDI 2714 /10/, Kapitel 7.1 beschrieben.

Wenn ein Gleis zwischen parallelen reflektierenden Stützmauern oder weitgehend geschlossenen Häuserzeilen verläuft, sind die Beurteilungspegel in diesem Bereich zusätzlich um den Wert $D_{R,2,k}$ zu erhöhen, der nach (20) berechnet wird:

$$D_{R,2,k} = 4 \cdot \frac{h}{w} \leq 3,2 \quad (20)$$

Darin sind

h die mittlere Gebäudehöhe,
 w der mittlere Abstand zwischen den Häuserzeilen bzw. Stützmauern.

8 Bahnhöfe

8.1 Personenbahnhöfe

Die Emissionspegel von Zug- und Rangierfahrten in Personenbahnhöfen werden vereinfachend nach Kap. 5 wie für die freie Strecke berechnet. Abschirmungen durch Bahnsteigkanten u.ä. sind nicht zu berücksichtigen; ebenso nicht die Emissionen von Karrenfahrten, Lautsprecheransagen u.ä.

Dabei ist anzusetzen

- die Fahrgeschwindigkeiten der Züge nach Tabelle 2,
- bei Rangierfahrten jedoch 35 km/h.

8.2 Rangierbahnhöfe; Knotenpunktsysteme in anderen Bahnhöfen

Die Beurteilungspegel von Rangierbahnhöfen und Knotenpunktsystemen in anderen Bahnhöfen sind nach der Information Akustik 04 /4/ zu berechnen. Fehlen einem Knotenpunktsystem charakteristische Einrichtungen in der Verteilzone, wie Ablaufberg und/oder Gleisbremsen, Förderanlagen usw. und ist das System mit den anderen Bahnhofsteilen räumlich verbunden, so ist die Berechnung nach Kap. 8.1 durchzuführen.

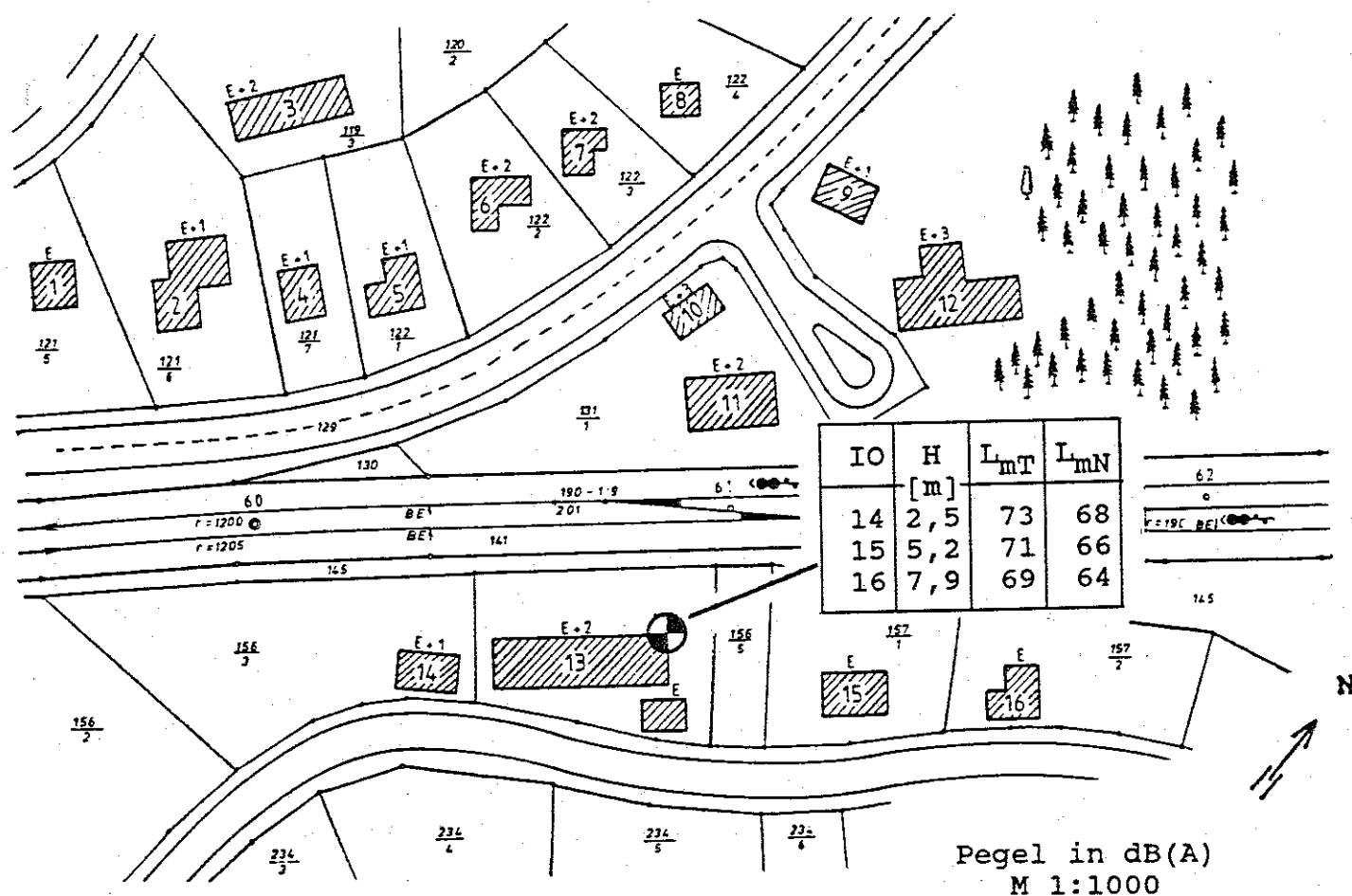


Bild 10: Lageplan mit Immissionsorten und Gesamtbeurteilungspegeln

8.3 Umschlagbahnhöfe

Umschlagbahnhöfe sind nach der Information Akustik 04 /4/ zu berechnen.

Sind jedoch in Anlagen, die nach der Schall 03 zu berechnen sind, nur einzelne Anlagenteile von Umschlagbahnhöfen (z.B. ein Containerkran) vorhanden, so ist L_r für diese Anlagenteile aus dem Emissionspegel und der Ausbreitungsfunktion nach /4/ zu berechnen und als $L_{r,k}$ in (11) zu berücksichtigen.

8.4 Sonstige Bahnhöfe

Andere, hier nicht erwähnte Bahnhofstypen sind entsprechend ihrer überwiegenden Nutzung nach Kap. 8.1, 8.2 oder 8.3 zu berechnen. Haben sie, wie z.B. Güterbahnhöfe, Straßenverkehr als weitere Geräuschquelle, so ist diese nach RLS 90 /5/ zu berechnen.

9 Darstellung der Ergebnisse

Die Ergebnisse sind nach den Vorschriften der Information Akustik 07 /6/ darzustellen. In Ergänzung der Tabellen (Mustertabellen nach /6/) können die Immissionspegel zur besseren Veranschaulichung auch gemäß Bild 10 in Lagepläne eingetragen werden.

10 Quellenverzeichnis^{*)}

- /1/ Sechzehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verkehrslärmschutzverordnung - 16. BImSchV) - 1990
- /2/ Eisenbahn- Bau- und Betriebsordnung (EBO) vom 8.5.1967 (Bundesgesetzblatt 1967, Teil II, Seite 1563)
- /3/ Verordnung über den Bau und Betrieb der Straßenbahnen (Straßenbahn- Bau- und Betriebsordnung - BOStrab) vom 11.12.1987 (Bundesgesetzblatt 1987, Teil I, Seite 2648)
- /4/ INFORMATION Deutsche Bundesbahn·Bundesbahn-Zentralamt München - AKUSTIK 04
Richtlinie zur Berechnung der Schallimmissionen von Rangier- und Umschlagbahnhöfen, Januar 1990
- /5/ Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen (RLS-90), Januar 1990
- /6/ INFORMATION Deutsche Bundesbahn·Bundesbahn-Zentralamt München - AKUSTIK 07
Anweisung zur Erstellung schalltechnischer Untersuchungen für Verkehrslärm - Luftschall -, Januar 1990
- /7/ INFORMATION Deutsche Bundesbahn·Bundesbahn-Zentralamt München - AKUSTIK 22, Verringerung der Schallabstrahlung von Eisenbahnbrücken durch zusätzliche Maßnahmen, Januar 1990
- /8/ DIN IEC 651, Schallpegelmesser, Dezember 1981
- /9/ DIN 45 641, Bl.1, Mittelung von Schallpegeln, Entwurf Juni 1987
- /10/ VDI 2714, Schallausbreitung im Freien, Januar 1988
- /11/ VDI 2720, Bl.1, Schallschutz durch Abschirmung im Freien, Entwurf November 1987
- /12/ DS 800 01 03 Drucksache der Deutschen Bundesbahn, Richtlinien für bauliche Lärmschutzanlagen an Eisenbahnstrecken (RLE), April 1990
- /13/ DS 804 Vorschrift für Eisenbahnbrücken und sonstige Ingenieurbauwerke (VEI), Januar 1990
- /14/ Studie über die Schallemission von Bahnhöfen im Vergleich mit der freien Strecke (Bahnhofstudie 2).
Forschungsvorhaben im Auftrag des Bundesministers für Verkehr und des Bundesbahn-Zentralamtes München
Müller-BBM GmbH, Planegg, -17.01.1986-

^{*)} Die Schriften der Reihe "Information Akustik" der Deutschen Bundesbahn sowie der DS 800/1/III sind zu beziehen von der Drucksachenzentrale BD Karlsruhe, Stuttgarter Straße 61a, 7500 Karlsruhe, Telefon 0721/134-5965

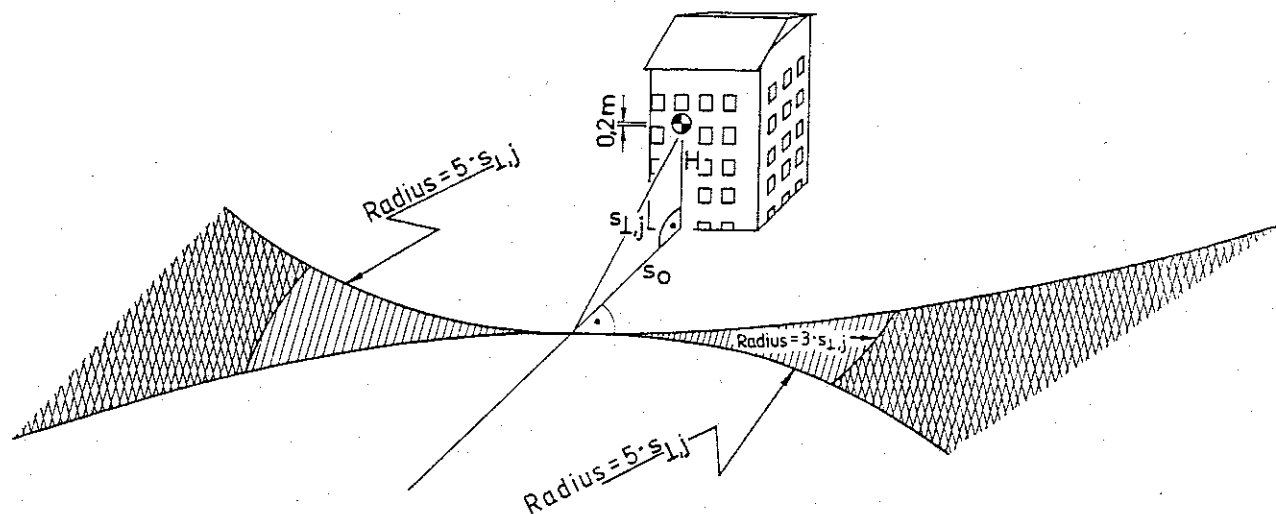


Bild A1: Zur Definition der "langen, geraden" Bahn-/Betriebsanlage

Beginnen und enden Strecken von Bahn- bzw. Betriebsanlagen in den doppelt schraffierten Bereichen und verlaufen sie innerhalb der schraffierten Bereiche, so sind sie lang und gerade.

Anmerkung: Die für den Tag berechneten Emissions- bzw. Beurteilungspegel werden mit dem Index T, die für die Nacht berechneten mit dem Index N versehen.

Die Größe D_{Korr} in (A1) wird in $1/D_B$ genannt.

Anmerkung: Diagramm 7 ist mit den Formeln des Teilstreckenverfahrens berechnet worden. Eine mathematische Beschreibung der Kurvenscharen würde zu komplizierten Formeln, die für eine Überslagsrechnung nicht mehr akzeptabel sind, führen. Deswegen wurde darauf verzichtet.

11 Anhang

Dieser Anhang enthält:

- ein Verfahren zur Ermittlung der Schallimmissionen der "langen, geraden" Strecke
- Diagramme der zur graphischen Darstellung geeigneten Formeln der Schall 03. Sie können hilfsweise verwendet werden.

11.1 Ermittlung des Beurteilungspegels für lange, gerade Strecken

Das Verfahren "lange, gerade" Strecke kann für Strecken angewendet werden, wenn

- diese nach beiden Seiten von dem dem Immissionsort nächsten Punkt der Strecke mindestens $3 \cdot s_{1,j}$ lang sind. $s_{1,j}$ ist der kürzeste Abstand des Immissionsortes von der Gleisachse (s. Bild A1),
- der Gleisbogenradius größer ist als $5 \cdot s_{1,j}$ (s. Bild A1),
- über die gesamte Länge $L_{m,E}$ und D_{Fb} konstant sind,
- $D_{Br} = 0$ und $D_{Bü} = 0$ sind,
- keine Einflüsse nach Kap. 7.5 bis 7.7 zu berücksichtigen sind (Gebäude, Gehölz, Reflexionen).

s_0 ist der horizontale Abstand zwischen Gleis- bzw. Bereichsachse und Immissionsort.

Der Beurteilungspegel $L_{r,j}$ ist für jedes Gleis j bzw. für jeden Bereich j nach (A1) zu berechnen:

$$L_{r,j} = 10 \cdot \lg \left[\sum_i 10^{0,1 \cdot (L_m^{(25)} + D_{Fz} + D_{l,v})} \right] + D_{Fb} + D_{s_{1,j}} + D_{BM} + D_{Korr} + S \quad (A1)$$

Dabei sind

- $L_m^{(25)}$ der Emissionspegel nach Diagramm 7. Aus den für den Beurteilungszeitraum ermittelten Zugzahlen ist die mittlere Zugzahl n_i pro Stunde für die jeweilige Zugklasse i zu bestimmen.
- D_{Fz} Korrektur nach Tabelle 4 zur Berücksichtigung der Fahrzeugart.
- $D_{l,v}$ Korrektur für die Zuglänge l und Geschwindigkeit v nach Diagramm 2. Sind die tatsächlichen Längen und Geschwindigkeiten nicht bekannt, können l und v Tabelle 2 entnommen werden.

- D_{Fb} Korrektur nach Tabelle 5 zur Berücksichtigung unterschiedlicher Fahrbahnen.
- D_{sl} Pegeländerung durch unterschiedliche Abstände s_{ij} zwischen der Gleisachse und dem maßgebenden Immissionsort ohne Boden- und Meteorologiedämpfung nach Diagramm 8.
- D_{BM} Pegeländerung durch Boden- und Meteorologiedämpfung in Abhängigkeit von der mittleren Höhe h_m nach Diagramm 9.
- D_{Korr} Pegeländerung durch topographische Gegebenheiten und bauliche Maßnahmen. Beim Auftreten derartiger Einflüsse auf dem Ausbreitungsweg ist das Teilstückverfahren anzuwenden, da diese Einflüsse meist nur partiell wirksam werden. Diese Größe wird in /1/ D_B genannt.
- S Korrektur um -5 dB(A) zur Berücksichtigung der geringeren Störwirkung des Schienenverkehrslärms (s. dazu /1/).

Die Beurteilungspegel L_r mehrerer Gleise sind sinngemäß nach (11) zum Gesamtbeurteilungspegel $L_{r,ges}$ zusammenzufassen.

11.2 Diagramme

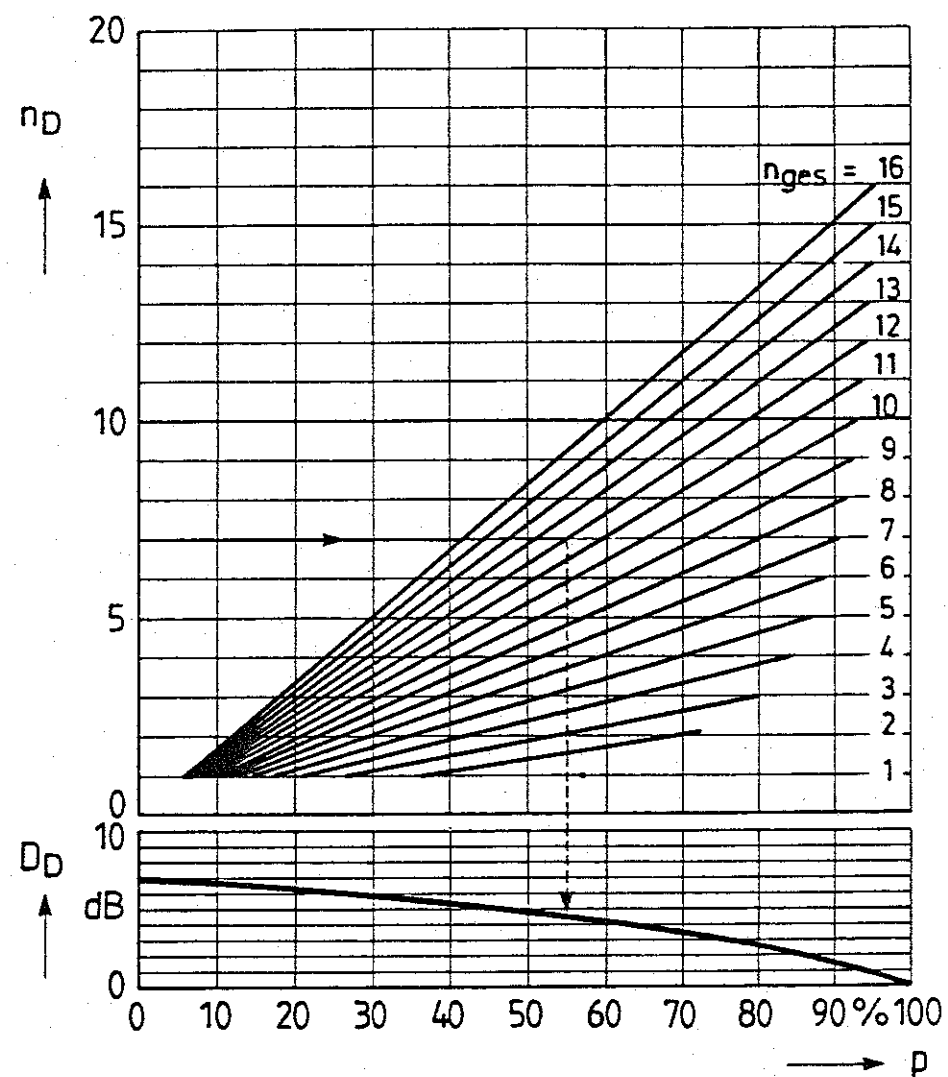


Diagramm 1: Pegeldifferenz nach (2) durch unterschiedliche Bremsbauarten

Gilt für lokbespannte Reisezüge mit bis zu 16 Wagen, deren Lok klotzgebremst und 20m lang ist.

n_{ges} : Gesamtzahl der Wagen

n_D : Anzahl scheibengebremsster Wagen

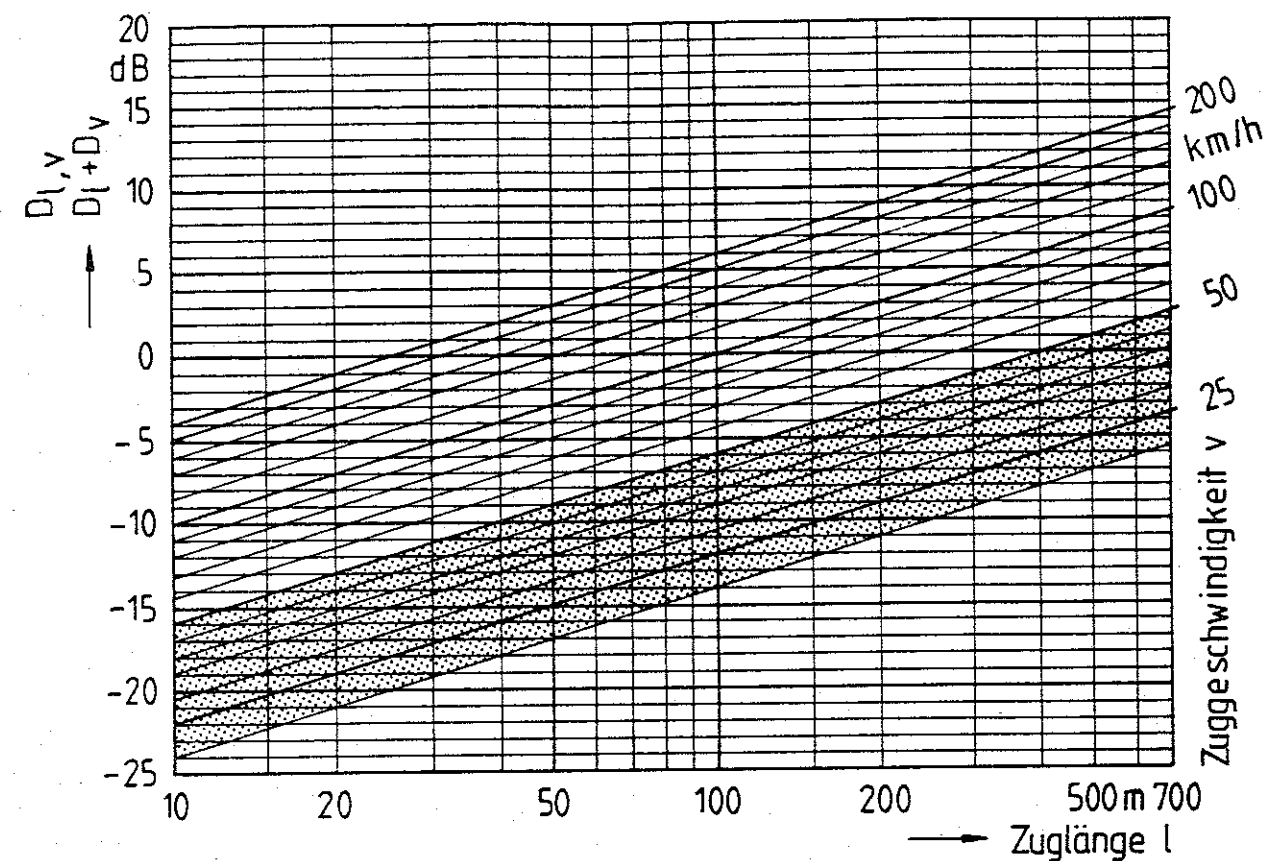


Diagramm 2: Pegeldifferenz nach (3) und (4) durch unterschiedliche Zuglängen und Geschwindigkeiten

$$D_{l,v} = 10 \cdot \lg(l \cdot v^2) - 60$$

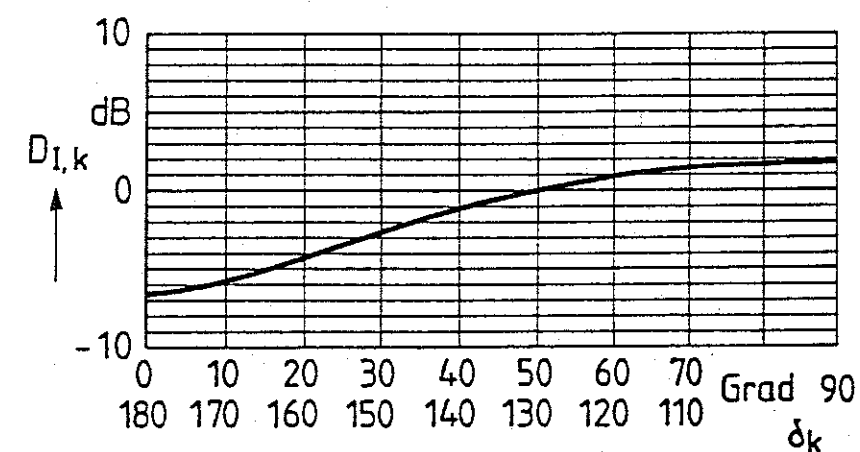


Diagramm 3: Pegeldifferenz nach (7) durch Richtwirkung

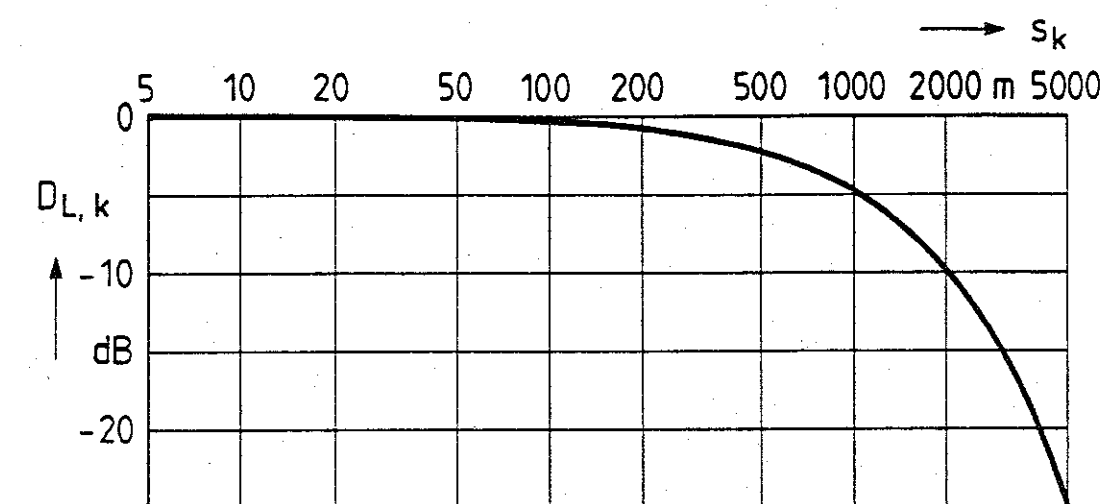
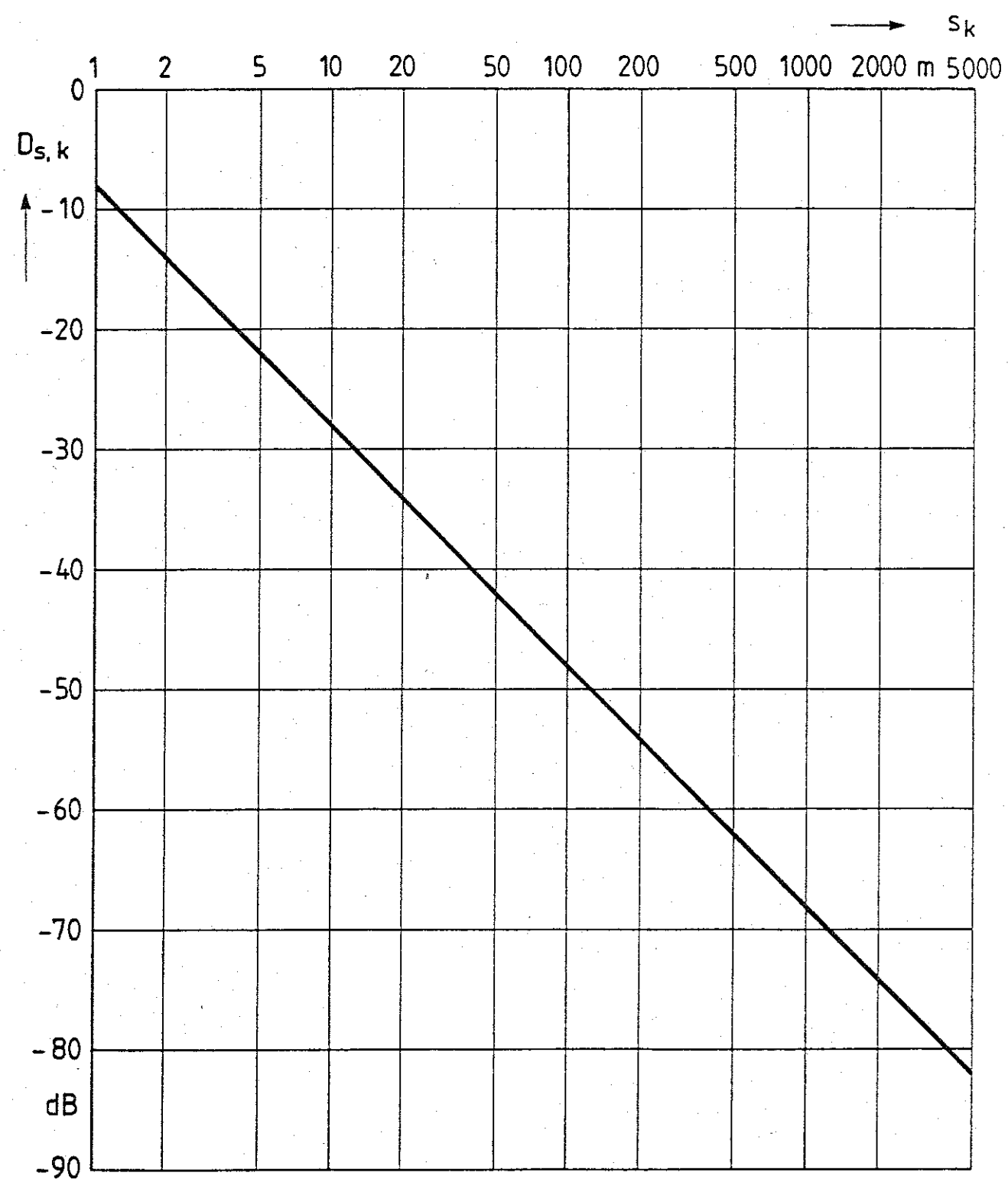


Diagramm 5: Pegeldifferenz nach (9) durch Luftabsorption

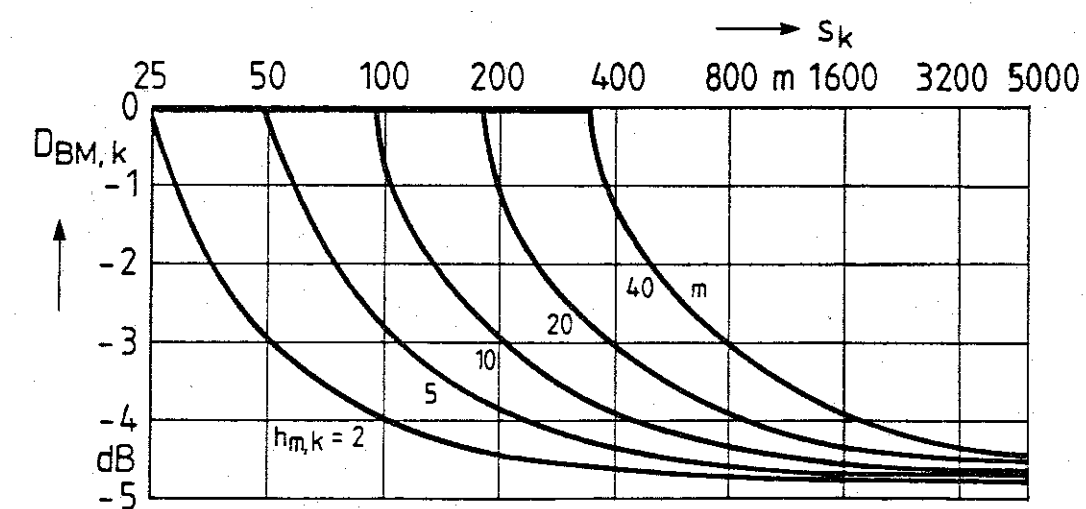


Diagramm 6: Pegeldifferenz nach (10) durch Boden- und Meteorologiedämpfung

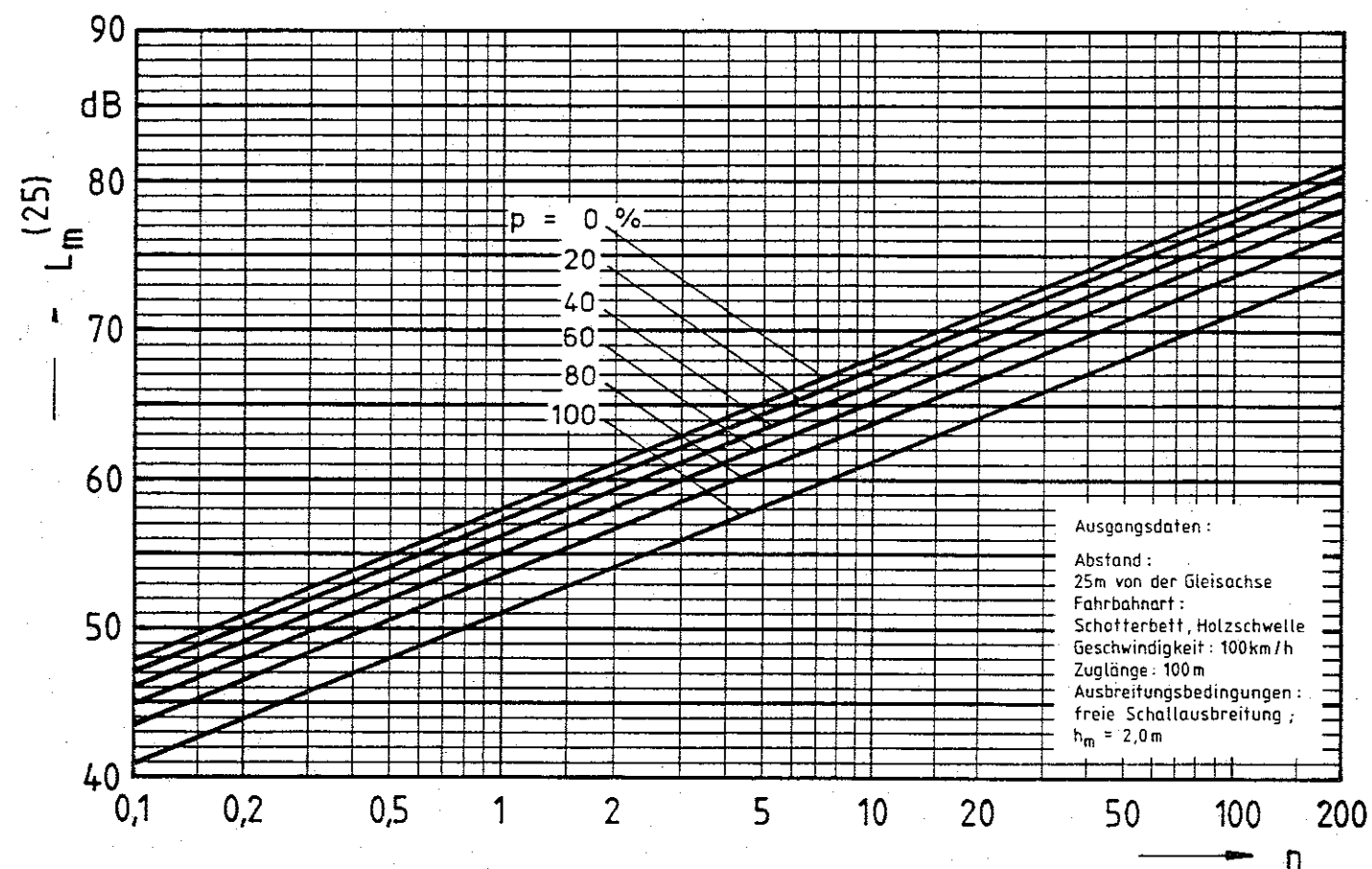


Diagramm 7: Mittelungspegel $L_m^{(25)}$
(lange, gerade Strecke)

n = mittlere Anzahl der Züge einer Zugklasse pro Stunde

p = Anteil der Fahrzeuge mit Scheibenbremsen in %
des gesamten Zuges einer Zugklasse

$$L_m^{(25)} = 51 + 10 \lg (n \cdot (5 - 0,04 \cdot p))$$

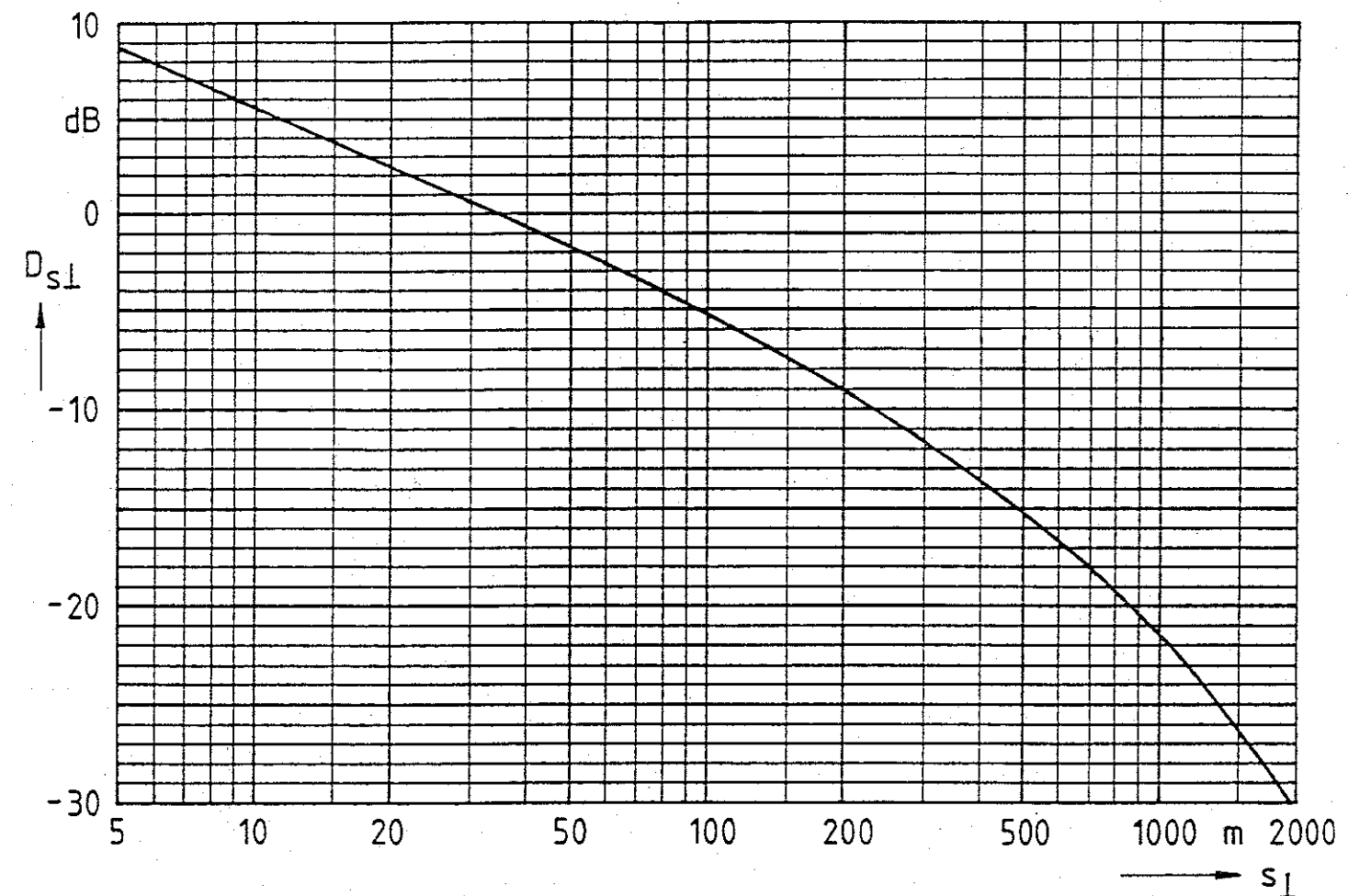


Diagramm 8: Pegeländerung D_{sL} durch unterschiedliche Abstände s_L
zwischen der Gleisachse und dem Immissionsort
(lange, gerade Strecke)

$$D_{sL} = 15,8 - 10 \cdot \lg (s_L) - 0,0142 \cdot (s_L)^{0,9}$$

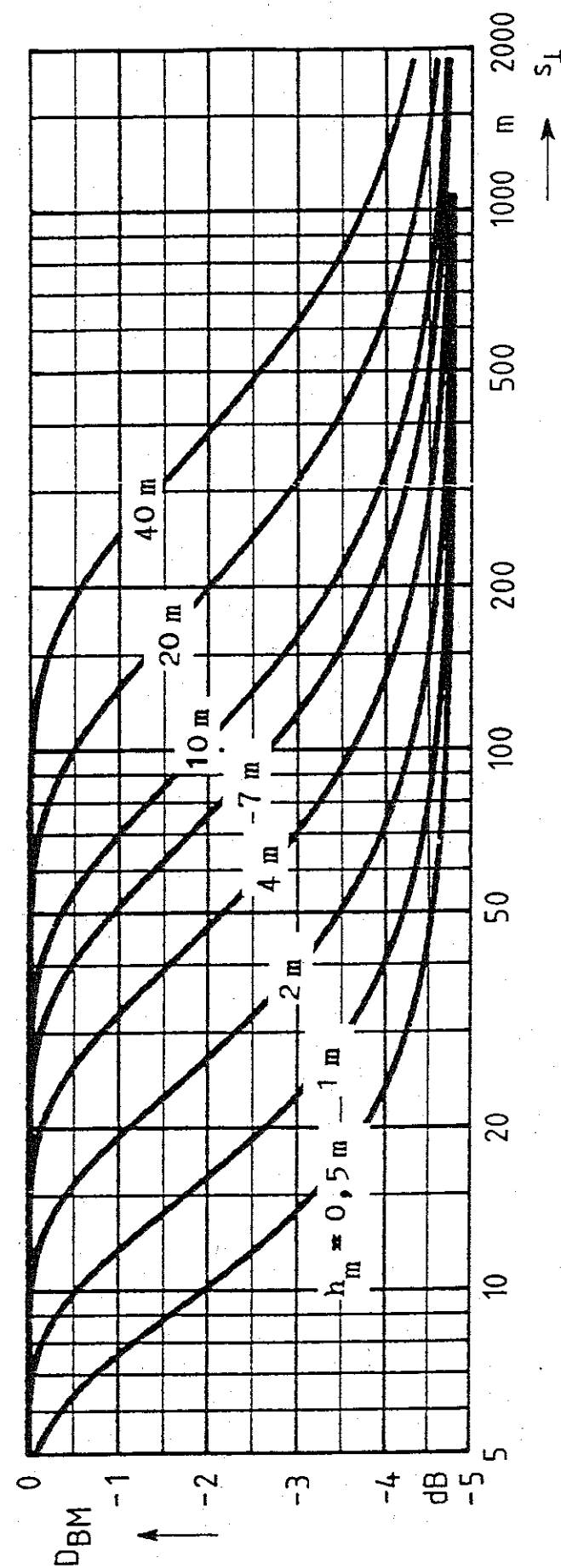


Diagramm 9: Pegeländerung D_{BM} durch Boden- und Meteorologiedämpfung in Abhängigkeit von der mittleren Höhe h_m (lange, gerade Strecke)

$$D_{BM} = -4,8 \cdot e \left[-\left(\frac{h_m}{s_L} \cdot \left(8,5 + \frac{100}{s_L}\right)\right)^{1,3} \right] = -4,8 \cdot 10 \left[-\left(\frac{h_m}{s_L} \cdot \left(8,5 + \frac{100}{s_L}\right)\right)^{1,3} \right]$$

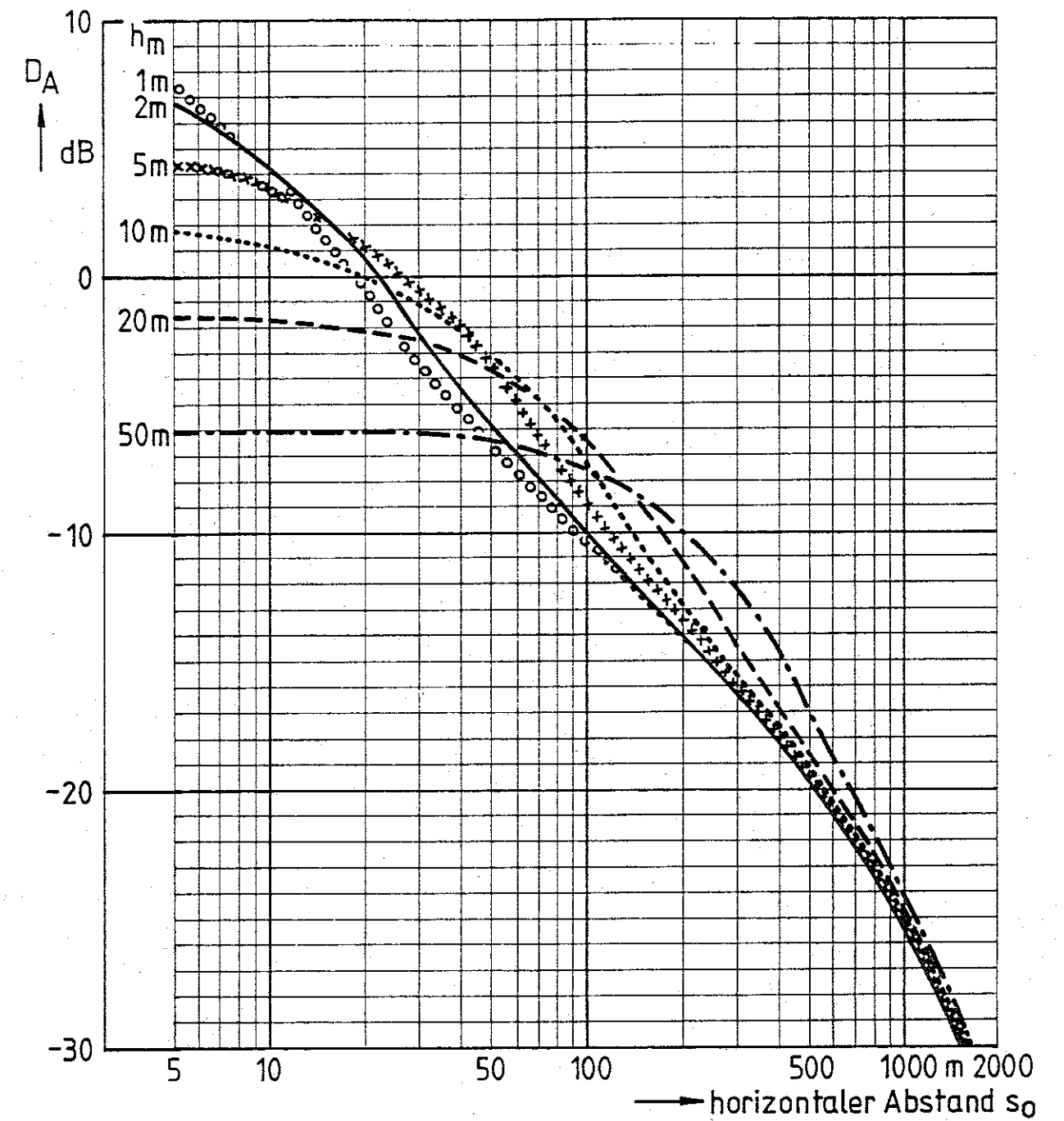


Diagramm 10: Pegeldifferenz durch Abstand (lange, gerade Strecke)

12.5 Berechnung des Beurteilungspegels $L_{r,ges}$ <Kapitel 6>

Immissionsorthöhe: 3,5 m über SO, 4,1 m über Grund.
Höhe Schienenoberkante (SO): 0,6 m über Grund

Kein aktiver Schallschutz.

$L_{m,E,k}$ ist konstant.

$D_{fb,k}$ ist konstant.

$D_{Br,k} = D_{Bü,k} = 0$ dB.

Länge der Bahnstrecke beidseitig von s_j : ∞

Gleisbogenradien: ∞ ; $D_{Ra,k} = 0$ dB

12.5.1 Berechnung für Gleis 1

$s_0 = 40$ m

Berechnungsgrenzen: $0,01 \cdot s_k \leq l_k \leq 0,5 \cdot s_k$ <Gleichung 5>

$s_k \leq 5000$ m <Kap.6, Anmerkung>

Nachfolgend wird die Berechnung für $k = 112$ ausführlich dargestellt. Alle übrigen Beurteilungspegel sind in Tabelle 8 enthalten.

$k = 112$

$l_{112} = 20$ m

$s_{112} = \sqrt{40^2 + 10^2 + 3,5^2} = 41,379$ m

$\delta_{112} = \arctan \frac{\sqrt{40^2 + 3,5^2}}{10} = 76,0^\circ$

$L_{r,k} = L_{m,E,k} + 19,2 + 10 \cdot \lg l_k + D_{I,k} + D_{s,k} + D_{L,k} + D_{BM,k} + D_{Korr,k} + S$

<Gleichung 6>

$L_{m,E,112} = 66,9$ dB

(vgl. Seite 45)

$10 \cdot \lg l_{112} = 10 \cdot \lg 20 = 13,0$ dB

$D_{I,112} = 10 \cdot \lg (0,22 + 1,27 \cdot \sin^2 \delta_{112})$ <Gleichung 7>

$D_{I,112} = 10 \cdot \lg (0,22 + 1,27 \cdot \sin^2 76,0^\circ) = 1,5$ dB

$D_{s,112} = 10 \cdot \lg \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot s_{112}^2}$ <Gleichung 8>

$D_{s,112} = 10 \cdot \lg \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 41,38^2} = -40,3$ dB

$D_{L,112} = -\frac{s_{112}}{200}$ <Gleichung 9>

$D_{L,112} = -\frac{41,38}{200} = -0,2$ dB

$D_{BM,112} = \frac{h_m}{s_{112}} \cdot (34 + \frac{600}{s_{112}}) - 4,8 \leq 0$ <Gleichung 10>

$D_{BM,112} = \frac{0,5 (4,1 + 0,6)}{41,38} \cdot (34 + \frac{600}{41,38}) - 4,8 = -2,0$ dB

$D_{Korr,112} = 0$ dB

$S = -5$ dB

$L_{r,112} = 66,9 + 19,2 + 13,0 + 1,5 - 40,3 - 0,2 - 2,0 + 0 - 5 = 53,1$ dB

12.5.2 Berechnung für Gleis 2

$s_0 = 44,5$ m

Die Ergebnisse sind in Tabelle 9 enthalten.

12.5.3 Beurteilungspegel $L_{r,ges}$

$L_{r,ges} = 10 \cdot \lg \sum_k 10^{0,1 \cdot L_{r,k}}$ <Gleichung 11>

$L_{r,ges} = 10 \cdot \lg (10^{0,1 \cdot 58,4} + 10^{0,1 \cdot 57,4}) = 60,9$ dB

aufgerundet: $L_{r,ges} = 61$ dB

<Kapitel 7>

12.6.1 Lageskizze

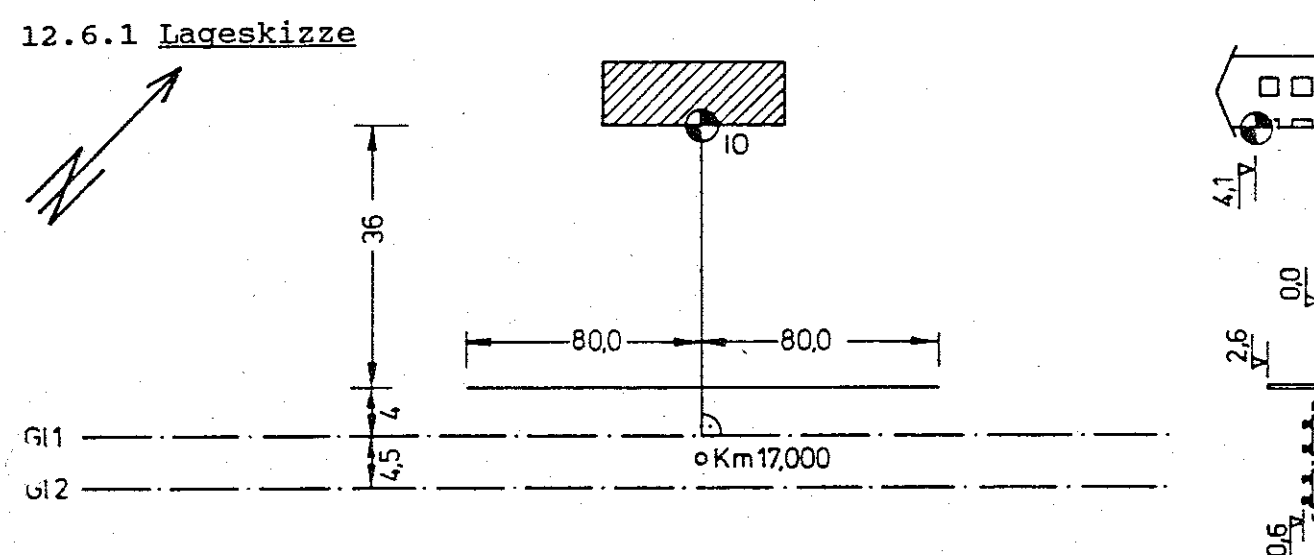


Bild 2

12.6.2.1 Berechnung für Gleis 1

$$D_{e,k} = - (10 \cdot \lg (3 + 60 \cdot z_k \cdot k_{w,k}) + D_{BM,k}) \leq 0$$

Wandhöhe über SO: $h_{Sch} = 2,00 \text{ m}$

$s_{113} = 41,379 \text{ m}$ (vgl. Seite 46, s_{112})

$$\tau_{\text{BM},113} = -2,0 \text{ dB} \quad (\text{vgl. Seite 47, } D_{\text{BM},112})$$

$$z_{113} = a_{A,113} + a_{Q,113} - s_{113} \quad \text{<Gleichung 13>}$$

$$a_{A,113} = \sqrt{\left(\frac{40 - 4}{\sin(\arctan(40:10))}\right)^2 + (3,5-2)^2} = 37,138 \text{ m}$$

$$a_{Q,113} = \sqrt{\left(\frac{4}{\sin(\arctan(40:10))}\right)^2 + 2^2} = 4,582 \text{ m}$$

$$z_{113} = 37,138 + 4,582 - 41,379 = 0,341$$

$$K_{w,113} = 10^{-\frac{1}{2,3 \cdot 2000} \sqrt{\frac{a_{Q,113} \cdot a_{A,113} \cdot s_{113}}{2 \cdot z_{113}}}}$$

<Gleichung 14>

$$K_{w,113} = 10^{-\frac{1}{2,3 \cdot 2000} \sqrt{\frac{37,138 \cdot 4,582 \cdot 41,379}{2 \cdot 0,341}}} = 0,950$$

$$D_{e,113} = - (10 \cdot \lg (3 + 60 \cdot 0,341 \cdot 0,950) - 2,0) = - 11,5 \text{ dB}$$

Beurteilungspegel bei freier Ausbreitung: 53,1 dB (s.S.47, L_{R,112})

Beurteilungspegel mit Schallschutzwand: $L_{r,113} = 53,1 - 11,5 = 41,6 \text{ dB}$

Alle weiteren Beurteilungspegel sind in Tabelle 10 enthalten.

12.6.2.2 Berechnung für Gleis 2

Tabelle 11 enthält die entsprechenden Werte.

12.6.2.3 Gesamtbeurteilungspegel $L_{r,ges}$

$$L_{r,ges} = 10 \cdot \lg (10^{0,1 \cdot 50,0} + 10^{0,1 \cdot 51,9}) = 54,1 \text{ dB}$$

aufgerundet: $L_{r, ges} = 55 \text{ dB}$

Gesamtpegelminderung gegenüber freier Schallausbreitung:

$$60,9 - 54,1 = 6,8 \text{ dB}$$

12.7 Abschnitt mit fester Fahrbahn

Ein Abschnitt der vorbeiführenden Bahnstrecke soll als nicht absorbierende feste Fahrbahn ausgebildet werden (s. Lageskizze).

12.7.1 Lageskizze

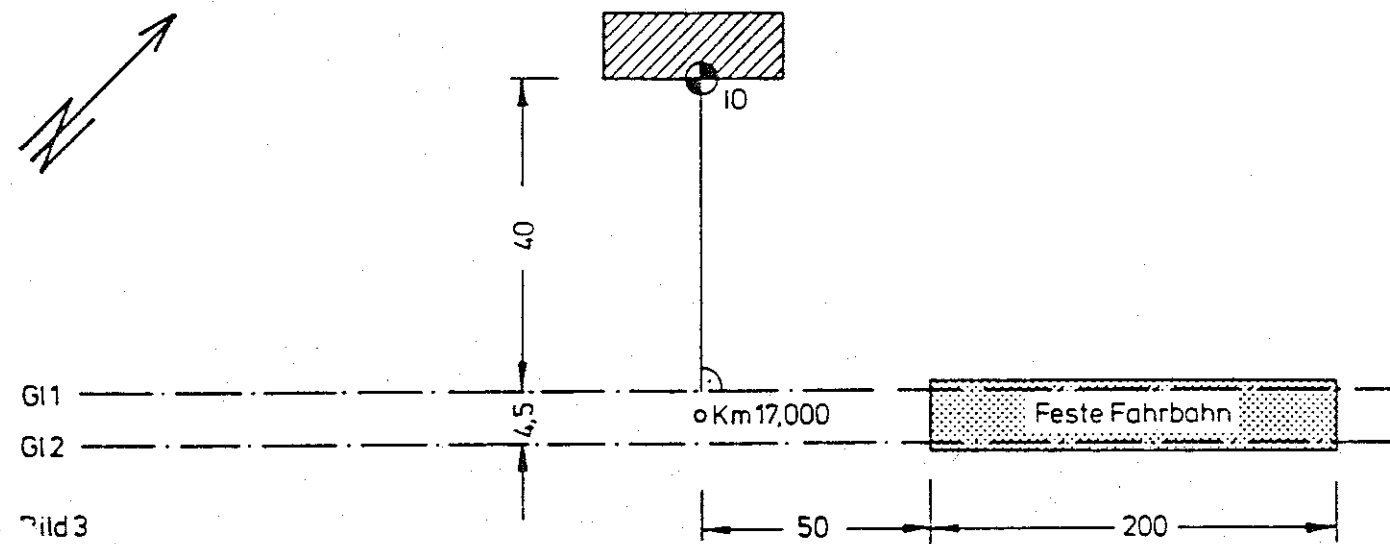


Bild 3

12.7.2 Berechnung der Emissionspegel $L_{m,E}$

Gleis 1: Teilstücke $k = 101$ bis 116 und 120 bis 126 (Schotteroberbau):

$$L_{m,E,k} = 66,9 \text{ dB} \quad (\text{s. S. 45})$$

Teilstücke $k = 117$ bis 119 (feste Fahrbahn):

$$D_{Fb,k} = 5 \text{ dB} \quad \text{<Tabelle 5>}$$

$$L_{m,E,k} = 66,9 + 5 = 71,9 \text{ dB} \quad \text{<Gleichung 1>}$$

Gleis 2: Teilstücke $k = 201$ bis 216 und 220 bis 226 (Schotteroberbau):

$$L_{m,E,k} = 66,7 \text{ dB} \quad (\text{s. S. 45})$$

Teilstücke $k = 217$ bis 219 (feste Fahrbahn):

$$L_{m,E,k} = 66,7 + 5 = 71,7 \text{ dB}$$

12.7.3 Berechnung des Beurteilungspegel $L_{r,ges}$

Alle Werte für Gleis 1 sind in Tabelle 12, für Gleis 2 in Tabelle 13 enthalten. Insgesamt ergibt sich:

$$L_{r,ges} = 10 \cdot \lg (10^{0,1 \cdot 58,9} + 10^{0,1 \cdot 58,1}) = 61,5 \text{ dB}$$

aufgerundet: $L_{r,ges} = 62 \text{ dB}$

12.8 Beispiel für freie Schallausbreitung nach Anhang Schall 03

12.8.1 Voraussetzungen

Örtliche Situation s. S. 41.

- $s_j = \sqrt{40,0^2 + 3,5^2} = 40,2 \text{ m}$
- Strecke länger als $3 \cdot 40,2 = 120,6 \text{ m}$ nach beiden Seiten.
- Gleisbogenradius $= \infty$ (Gleisbogenradius $> 5 \cdot 40 \text{ m}$)
- $L_{m,E}$ und D_{Fb} konstant
- $D_{Br} = 0$
- $D_{Bü} = 0$
- Keine Einflüsse nach Kapitel 7.5 bis 7.7 (Gebäude, Gehölz, Reflexion)

12.8.2 Berechnung für Gleis 1

$$L_{r,j} = 10 \cdot \lg \left[\sum_i 10^{0,1 \cdot (L_m^{(25)} + D_{Fz} + D_{l,v})} \right] + D_{Fb} + D_{sl} + D_{BM} + D_{Korr} + S \quad \text{<Gleichung A1>}$$

D-Zug ($i=1$): $n = 10:8 = 1,25$; $p = 40\%$

$$L_m^{(25)} = 57,1 \text{ dB} \quad \text{<Diagramm 7>}$$

$$D_{Fz} = 0 \text{ dB} \quad \text{<Tabelle 4>}$$

$$l = 310 \text{ m}; v = 150 \text{ km/h} \\ D_{l,v} = 8,5 \text{ dB} \quad \text{<Diagramm 2>}$$

$$L_m^{(25)} + D_{Fz} + D_{l,v} = 57,1 + 0 + 8,5 = 65,6 \text{ dB}$$

G-Zug ($i=2$): $n = 6:8 = 0,75$; $p = 0\%$

$$L_m^{(25)} = 56,7 \text{ dB}$$

$$D_{Fz} = 0 \text{ dB}$$

$$l = 400 \text{ m}; v = 80 \text{ km/h} \\ D_{l,v} = 4,0 \text{ dB}$$

$$L_m^{(25)} + D_{Fz} + D_{l,v} = 56,7 + 0 + 4,0 = 60,7 \text{ dB}$$

$$D_{Fb} = 0 \text{ dB} \quad \text{<Tabelle 5>}$$

$$D_{sl} \text{ für } s_l = 40 \text{ m: } -0,7 \text{ dB} \quad \text{<Diagramm 8>}$$

$$D_{BM} \text{ für } h_m = 0,5 \cdot (4,1 + 0,6) = 2,35 \text{ m: } -2,6 \text{ dB} \quad \text{<Diagramm 9>}$$

$$D_{Korr} = 0 \text{ dB}$$

$$S = -5 \text{ dB}$$

$$L_{r,1} = 10 \cdot \lg (10^{0,1 \cdot 65,6} + 10^{0,1 \cdot 60,7}) + 0 - 0,6 - 2,6 + 0 - 5 = 58,4 \text{ dB}$$

12.8.3 Berechnung für Gleis 2

IC-Zug (i=3): n = 2:8 = 0,25; p = 93,5%

$$L_m^{(25)} = 46,0 \text{ dB}$$

$$D_{Fz} = 0 \text{ dB}$$

$$l = 310 \text{ m; } v = 150 \text{ km/h}$$

$$D_{l,v} = 8,5 \text{ dB}$$

$$L_m^{(25)} + D_{Fz} + D_{l,v} = 46,0 + 0 + 8,5 = 54,5 \text{ dB}$$

D-Zug (i=4): n = 9:8 = 1,12; p = 40%

$$L_m^{(25)} = 56,8 \text{ dB}$$

$$D_{Fz} = 0 \text{ dB}$$

$$l = 310 \text{ m; } v = 150 \text{ km/h}$$

$$D_{l,v} = 8,5 \text{ dB}$$

$$L_m^{(25)} + D_{Fz} + D_{l,v} = 56,8 + 0 + 8,5 = 65,3 \text{ dB}$$

G-Zug (i=5): n = 5:8 = 0,62; p = 0%

$$L_m^{(25)} = 56,0 \text{ dB}$$

$$D_{Fz} = 0 \text{ dB}$$

$$l = 400 \text{ m; } v = 80 \text{ km/h}$$

$$D_{l,v} = 4,0 \text{ dB}$$

$$L_m^{(25)} + D_{Fz} + D_{l,v} = 56,0 + 0 + 4,0 = 60,0 \text{ dB}$$

$$D_{Fb} = 0 \text{ dB}$$

$$D_{sl} \text{ für } s_l = 44,5 \text{ m: } -1,1 \text{ dB}$$

$$D_{BM} \text{ für } h_m = 2,35 \text{ m: } -2,9 \text{ dB}$$

$$D_{Korr} = 0 \text{ dB}$$

$$S = -5 \text{ dB}$$

$$L_{r,2} = 10 \cdot \lg (10^{0,1 \cdot 54,5} + 10^{0,1 \cdot 65,3} + 10^{0,1 \cdot 60,0}) + 0 - 1,1 - 3,0 + 0 - 5 = 57,6 \text{ dB}$$

12.8.4 Beurteilungspegel L_m

$$L_{r,ges} = 10 \cdot \lg (10^{0,1 \cdot 58,4} + 10^{0,1 \cdot 57,6}) = 61,0 \text{ dB}$$

$$\text{aufgerundet: } L_{r,ges} = 61 \text{ dB}$$

EMISSIONEN DES SCHIENENVERKEHRS NACH SCHALL 03 neu

Schalltechnische Untersuchung: Beispielrechnung Schall 03
 Strecke/Streckenabschnitt:
 Belastungsfall: derzeitig/künftig
 Beurteilungszeitraum: Tag/Nacht
 Entfernung: 25 m von der jeweiligen Gleisachse
 Höhe: 3,5 m über Schienenoberkante (SO)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Laufende Nummer	Zugart	Scheiben- brems- anteil	Anzahl der Züge		Länge je Zug	Geschwin- digkeit	Korrektur Fahrzeug- art	Mittelungspegel je Gleis	
			Tag	Nacht				Tag	Nacht
		p				v	D fz	L m,E	
		%			m	km/h	dB		
GLEISNUMMER j: 1									

Streckenkilometer		Gleis-Nummer j	Beschreibung der Fahrwegparameter D _{Fb} , D _{Br} , D _{Bü} , D _{Ra}	Zuschlag (dB)
von	bis			
15,5	40,2	1	Holzschwelle in Schotter	0
15,5	40,2	2	Holzschwelle in Schotter	0

Nichtzutreffendes streichen
 DB Mustertabelle 1, Akustik 07

IMMISSIONEN DES SCHIENENVERKEHRS NACH SCHALL 03 neu

Schalltechnische Untersuchung: Beispielrechnung Schall 03
 Strecke/Streckenabschnitt:
 Belastungsfall: derzeitig/künftig
 Beurteilungszeitraum: Tag/Nacht
 Immissionsort:
 Vorhandene Abschirmung: nein Aktive Schallschutzmaßnahme: nein

Gleisnummer j: 1 Horizontaler Abstand IO-Gleis(s_0): 40,0 m
 Höhen über Grund: IO: 4,1 m SO: 0,6 m mittlere (h_m): 2,35 m

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Teilstrecken			Hindernis; Bebauung					Sonstige	BEURTEIL-
Nummer	Länge	Emissions- pegel	Entf. zur Gleisachse	Höhe über SO	Abstand d. Oberkanten	Anteil d. Abschirm.	Pegel- differenz	Pegel- differenz	LUNGS- PEGEL
k	l_k	$L_{m,E,k}$		h_{Sch}	$a_{B,k}$	$P_{l,k}; P_{\alpha,k}$	$D_{e,k}; D_{B,k}$	$D_{G,k}; D_{R,k}$	$L_{r,k}$
	m	dB		m		%		dB	
101	3000	66,9							-9,8
102	1800	66,9							4,3
103	1100	66,9							13,8
104	680	66,9							20,5
105	410	66,9							25,5
106	250	66,9							29,5
107	150	66,9							33,1
108	90	66,9							36,6
109	55	66,9							40,5
110	35	66,9							45,0
111	25	66,9							49,8
112	20	66,9							53,1
113	20	66,9							53,1
114	25	66,9							49,8
115	35	66,9							45,0
116	55	66,9							40,5
117	90	66,9							36,6
118	150	66,9							33,1
119	250	66,9							29,5
120	410	66,9							25,5
121	680	66,9							20,5
122	1100	66,9							13,8
123	1800	66,9							4,3
124	3000	66,9							-9,8
Beurteilungspegel je Gleis									58,4
Gesamtbeurteilungspegel aller Gleise ($L_{r,ges}$)									

Nichtzutreffendes streichen
 DB Mustertabelle 3, Akustik 07

IMMISSIONEN DES SCHIENENVERKEHRS NACH SCHALL 03 neu

Schalltechnische Untersuchung: Beispielrechnung Schall 03
 Strecke/Streckenabschnitt:
 Belastungsfall: derzeitig/künftig
 Beurteilungszeitraum: Tag/Nacht
 Immissionsort:
 Vorhandene Abschirmung: nein Aktive Schallschutzmaßnahme: nein

Gleisnummer j: 2 Horizontaler Abstand IO-Gleis(s_0): 44,5 m
 Höhen über Grund: IO: 4,1 m SO: 0,6 m mittlere (h_m): 2,35 m

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Teilstrecken			Hindernis; Bebauung					Sonstige	BEURTEIL-
Nummer	Länge	Emissions- pegel	Entf. zur Gleisachse	Höhe über SO	Abstand d. Oberkanten	Anteil d. Abschirm.	Pegel- differenz	Pegel- differenz	LUNGS- PEGEL
k	l_k	$L_{m,E,k}$		h_{Sch}	$a_{B,k}$	$P_{l,k}; P_{\alpha,k}$	$D_{e,k}; D_{B,k}$	$D_{G,k}; D_{R,k}$	$L_{r,k}$
	m	dB		m		%		dB	
201	3000	66,7							-10,0
202	1800	66,7							4,1
203	1100	66,7							13,6
204	680	66,7							20,3
205	410	66,7							25,3
206	250	66,7							29,4
207	150	66,7							32,9
208	90	66,7							36,5
209	55	66,7							40,5
210	35	66,7							44,9
211	25	66,7							49,1
212	20	66,7							51,7
213	20	66,7							51,7
214	25	66,7							49,1
215	35	66,7							44,9
216	55	66,7							40,5
217	90	66,7							36,5
218	150	66,7							32,9
219	250	66,7							29,4
220	410	66,7							25,3
221	680	66,7							20,3
222	1100	66,7							13,6
223	1800	66,7							4,1
224	3000	66,7							-10,0
Beurteilungspegel je Gleis									57,4
Gesamtbeurteilungspegel aller Gleise ($L_{r,ges}$)									60,9

Nichtzutreffendes streichen
 DB Mustertabelle 3, Akustik 07

IMMISSIONEN DES SCHIENENVERKEHRS NACH SCHALL 03 neu

Schalltechnische Untersuchung: Beispielrechnung Schall 03
 Strecke/Streckenabschnitt: mit Schallschutzwand
 Belastungsfall: derzeitig/künftig
 Beurteilungszeitraum: Tag/Nacht
 Immissionsort:
 Vorhandene Abschirmung: nein Aktive Schallschutzmaßnahme: ja

Gleisnummer j: 1 Horizontaler Abstand IO-Gleis(s_0): 40,0 m
 Höhen über Grund: IO: 4,1 m SO: 0,6 m mittlere (h_m): 2,35 m

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Teilstrecken			Hindernis; Bebauung					Sonstige	BEURTEIL-
Nummer	Länge	Emissions- pegel	Entf. zur Gleisachse	Höhe über SO	Abstand d. Oberkanten	Anteil d. Abschirm.	Pegel- differenz	Pegel- differenz	LUNGS- PEGEL
k	l_k	$L_{m,E,k}$		h_{Sch}	$a_{B,k}$	$P_{l,k}; P_{\alpha,k}$	$D_{e,k}; D_{B,k}$	$D_{G,k}; D_{R,k}$	$L_{r,k}$
	m	dB		m		%		dB	
101	3000	66,9					0,0		-13,1
102	2000	66,9					0,0		1,7
103	1250	66,9					0,0		12,1
104	750	66,9					0,0		19,3
105	450	66,9					0,0		24,5
106	270	66,9					0,0		28,5
107	160	66,9					0,0		31,8
108	100	66,9					0,0		35,0
109	60	66,9					0,0		38,2
110	25	66,9					0,0		38,9
111	35	66,9	4,0	2,0	0,0		-7,7		37,3
112	25	66,9	4,0	2,0	0,0		-10,0		39,8
113	20	66,9	4,0	2,0	0,0		-11,5		41,6
114	20	66,9	4,0	2,0	0,0		-11,5		41,6
115	25	66,9	4,0	2,0	0,0		-10,0		39,8
116	35	66,9	4,0	2,0	0,0		-7,7		37,3
117	25	66,9					0,0		38,9
118	60	66,9					0,0		38,2
119	100	66,9					0,0		35,0
120	160	66,9					0,0		31,8
121	270	66,9					0,0		28,5
122	450	66,9					0,0		24,5
123	750	66,9					0,0		19,3
124	1250	66,9					0,0		12,1
125	2000	66,9					0,0		1,7
126	3000	66,9					0,0		-13,1
Beurteilungspegel je Gleis									50,0
Gesamtbeurteilungspegel aller Gleise ($L_{r,ges}$)									

Nichtzutreffendes streichen
 DB Mustertabelle 3, Akustik 07

IMMISSIONEN DES SCHIENENVERKEHRS NACH SCHALL 03 neu

Schalltechnische Untersuchung: Beispielrechnung Schall 03
 Strecke/Streckenabschnitt: mit Schallschutzwand
 Belastungsfall: derzeitig/künftig
 Beurteilungszeitraum: Tag/Nacht
 Immissionsort:
 Vorhandene Abschirmung: nein Aktive Schallschutzmaßnahme: ja

Gleisnummer j: 2 Horizontaler Abstand IO-Gleis(s_0): 44,5 m
 Höhen über Grund: IO: 4,1 m SO: 0,6 m mittlere (h_m): 2,35 m

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Teilstrecken			Hindernis; Bebauung					Sonstige	BEURTEIL-
Nummer	Länge	Emissions- pegel	Entf. zur Gleisachse	Höhe über SO	Abstand d. Oberkanten	Anteil d. Abschirm.	Pegel- differenz	Pegel- differenz	LUNGS- PEGEL
k	l_k	$L_{m,E,k}$		h_{Sch}	$a_{B,k}$	$P_{l,k}; P_{\alpha,k}$	$D_{e,k}; D_{B,k}$	$D_{G,k}; D_{R,k}$	$L_{r,k}$
	m	dB		m		%		dB	
201	3000	66,7					0,0		-13,3
202	2000	66,7					0,0		1,5
203	1250	66,7					0,0		11,9
204	750	66,7					0,0		19,1
205	450	66,7					0,0		24,3
206	270	66,7					0,0		28,4
207	160	66,7					0,0		31,7
208	100	66,7					0,0		34,9
209	60	66,7					0,0		38,1
210	25	66,7					0,0		38,9
211	35	66,7	8,5	2,0	0,0		-4,4		40,5
212	25	66,7	8,5	2,0	0,0		-6,2		42,9
213	20	66,7	8,5	2,0	0,0		-7,4		44,3
214	20	66,7	8,5	2,0	0,0		-7,4		44,3
215	25	66,7	8,5	2,0	0,0		-6,2		42,9
216	35	66,7	8,5	2,0	0,0		-4,4		40,5
217	25	66,7					0,0		38,9
218	60	66,7					0,0		38,1
219	100	66,7					0,0		34,9
220	160	66,7					0,0		31,7
221	270	66,7					0,0		28,4
222	450	66,7					0,0		24,3
223	750	66,7					0,0		19,1
224	1250	66,7					0,0		11,9
225	2000	66,7					0,0		1,5
226	3000	66,7					0,0		-13,3
Beurteilungspegel je Gleis									51,9
Gesamtbeurteilungspegel aller Gleise ($L_{r,ges}$)									54,1

Nichtzutreffendes streichen
 DB Mustertabelle 3, Akustik 07

IMMISSIONEN DES SCHIENENVERKEHRS NACH SCHALL 03 neu

Schalltechnische Untersuchung: Beispielrechnung Schall 03
 Strecke/Streckenabschnitt: mit fester Fahrbahn
 Belastungsfall: derzeitig/künftig
 Beurteilungszeitraum: Tag/Nacht
 Immissionsort:
 Vorhandene Abschirmung: nein Aktive Schallschutzmaßnahme: nein

Gleisnummer j: 1 Horizontaler Abstand IO-Gleis(s_0): 40,0 m
 Höhen über Grund: IO: 4,1 m SO: 0,6 m mittlere (h_m): 2,35 m

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Teilstrecken			Hindernis; Bebauung					Sonstige	BEURTEI-
Nummer	Länge	Emissions- pegel	Entf. zur Gleisachse	Höhe über SO	Abstand d. Oberkanten	Anteil d. Abschirm.	Pegel- differenz	Pegel- differenz	LUNGS- PEGEL
k	l_k	$L_{m,E,k}$		h_{Sch}	$a_{B,k}$	$P_{l,k}; P_{\alpha,k}$	$D_{e,k}; D_{B,k}$	$D_{G,k}; D_{R,k}$	$L_{r,k}$
	m	dB		m	%			dB	
101	3000	66,9							-13,4
102	2000	66,9							1,4
103	1270	66,9							12,0
104	760	66,9							19,3
105	460	66,9							24,6
106	275	66,9							28,8
107	165	66,9							32,3
108	100	66,9							35,8
109	60	66,9							39,6
110	40	66,9							44,3
111	20	66,9							47,2
112	20	66,9							51,5
113	10	66,9							50,5
114	10	66,9							50,5
115	20	66,9							51,5
116	20	66,9							47,2
117	40	71,9							49,3
118	60	71,9							44,6
119	100	71,9							40,8
120	165	66,9							32,3
121	275	66,9							28,8
122	460	66,9							24,6
123	760	66,9							19,3
124	1270	66,9							12,0
125	2000	66,9							1,4
126	3000	66,9							-13,4
Beurteilungspegel je Gleis									58,9
Gesamtbeurteilungspegel aller Gleise ($L_{r,ges}$)									

Nichtzutreffendes streichen
 DB Mustertabelle 3, Akustik 07

IMMISSIONEN DES SCHIENENVERKEHRS NACH SCHALL 03 neu

Schalltechnische Untersuchung: Beispielrechnung Schall 03
 Strecke/Streckenabschnitt: mit fester Fahrbahn
 Belastungsfall: derzeitig/künftig
 Beurteilungszeitraum: Tag/Nacht
 Immissionsort:
 Vorhandene Abschirmung: nein Aktive Schallschutzmaßnahme: nein

Gleisnummer j: 2 Horizontaler Abstand IO-Gleis(s_0): 44,5 m
 Höhen über Grund: IO: 4,1 m SO: 0,6 m mittlere (h_m): 2,35 m

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Teilstrecken			Hindernis; Bebauung					Sonstige	BEURTEI-
Nummer	Länge	Emissions- pegel	Entf. zur Gleisachse	Höhe über SO	Abstand d. Oberkanten	Anteil d. Abschirm.	Pegel- differenz	Pegel- differenz	LUNGS- PEGEL
k	l_k	$L_{m,E,k}$		h_{Sch}	$a_{B,k}$	$P_{l,k}; P_{\alpha,k}$	$D_{e,k}; D_{B,k}$	$D_{G,k}; D_{R,k}$	$L_{r,k}$
	m	dB		m	%			dB	
201	3000	66,7							-13,6
202	2000	66,7							1,2
203	1270	66,7							11,8
204	760	66,7							19,1
205	460	66,7							24,4
206	275	66,7							28,6
207	165	66,7							32,2
208	100	66,7							35,8
209	60	66,7							39,6
210	40	66,7							44,2
211	20	66,7							46,7
212	20	66,7							50,4
213	10	66,7							49,0
214	10	66,7							49,0
215	20	66,7							50,4
216	20	66,7							46,7
217	40	71,7							49,2
218	60	71,7							44,6
219	100	71,7							40,8
220	165	66,7							32,2
221	275	66,7							28,6
222	460	66,7							24,4
223	760	66,7							19,1
224	1270	66,7							11,8
225	2000	66,7							1,2
226	3000	66,7							-13,6
Beurteilungspegel je Gleis									58,1
Gesamtbeurteilungspegel aller Gleise ($L_{r,ges}$)									61,5

Nichtzutreffendes streichen
 DB Mustertabelle 3, Akustik 07