

Schriftenreihe Umwelt Nr. 15

Lärm



STRASSENLÄRMMODELL FÜR ÜBERBAUTE GEBIETE

Herausgegeben vom

Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL)

Bern, April 1991 (3. Auflage)

Schriftenreihe Umwelt Nr. 15

Lärm



STRASSENLÄRMMODELL FÜR ÜBERBAUTE GEBIETE

**BALZARI & SCHUDEL, Ingenieure und Planer, BERN
GROLIMUND & PETERMANN, Ingenieure, BERN**

**Herausgegeben vom
Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL)
Bern, April 1991 (3. Auflage)**

Bezugsquelle: Dokumentationsdienst
Bundesamt für Umweltschutz
3003 BERN

Preis: Fr. 20.--

ÜBERSICHT

Das nachstehende Berechnungsmodell dient der Bestimmung von Strassenverkehrslärm bei überbauten, unmittelbar an stark befahrenen Strassen gelegenen Gebieten.

Die Berechnung kann entweder mit Hilfe von Tabellen und Diagrammen als Handrechnung vorgenommen oder mit Hilfe der EDV (programmierter Taschenrechner/PC) durchgeführt werden.

Das massgebende Lärmbelastungsmass ist der Beurteilungspegel L_p . Die Ermittlung des Beurteilungspegels ist im Anhang 3 der Lärmschutz-Verordnung (LSV) vom 15. Dezember 1986 definiert.

Das Berechnungsmodell ist in die beiden Teilmodelle "Verkehr" und "Lärm" unterteilt:

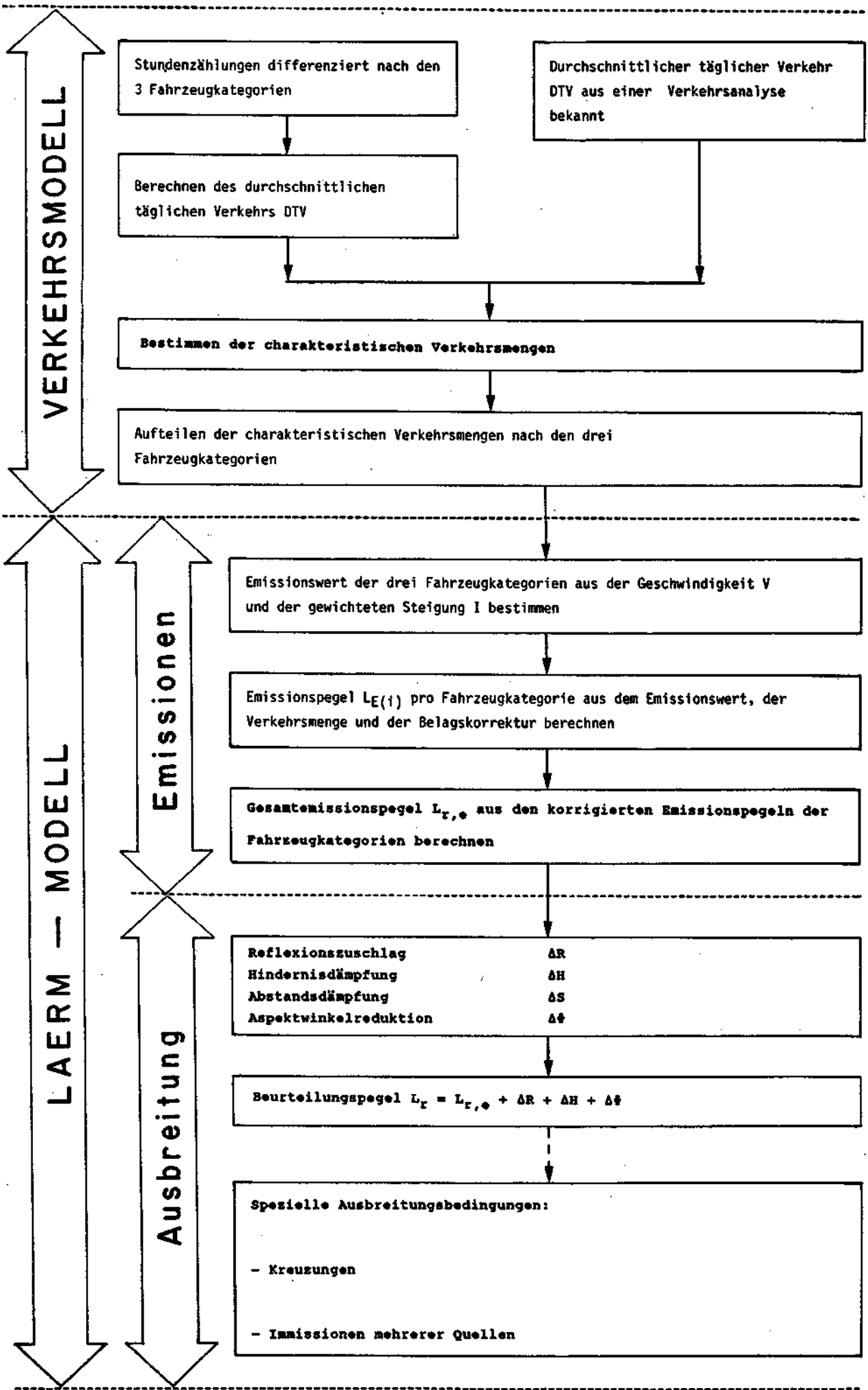
Das Verkehrsmodell dient der Bestimmung der verkehrstechnischen Ausgangsgrössen. Zunächst ist der (jahres-) durchschnittliche tägliche Verkehr DTV der drei Fahrzeugkategorien "Personenwagen", "Lastwagen" und "Tram" zu bestimmen. Diese Verkehrsmengen können entweder vorhandenen Verkehrszählungen entnommen oder mittels Verkehrszählungen in bestimmten Zeitintervallen erhoben werden. Aus den durchschnittlichen täglichen Verkehrsmengen DTV werden sodann die durchschnittlichen Verkehrsmengen in der Tagperiode (06.00 bis 22.00 Uhr) und der Nachtperiode (22.00 bis 06.00 Uhr) berechnet.

Das Lärmmodell beinhaltet die eigentliche akustische Berechnung der Lärmimmissionen. Zunächst werden für die ermittelten Verkehrsmengen der drei Fahrzeugkategorien die Emissionspegel bestimmt. Sowohl die Summe der von den Motorfahrzeugen stammenden Emissionspegel als auch der Emissionspegel des auf der Strasse rollenden Schienenverkehrs werden nun mit einer Pegelkorrektur K verrechnet: Die Pegelkorrektur für den Motorfahrzeuglärm (K_1) dient zur Anpassung der Störwirkung bei relativ schwacher Verkehrsbelastung. Die Pegelkorrektur für den Eisenbahnlärm

auf Strassen (K2) berücksichtigt die Tatsache, dass die Störwirkung des Schienenverkehrslärms bei gleichem Mittelungspegel geringer ist als jene des Lärms von Motorfahrzeugen. - Die derart korrigierten Teilemissionspegel werden nun zum Gesamtemissionspegel addiert.

In einem nächsten Schritt werden die Ausbreitungsdämpfungen zwischen Strasse und Empfängerpunkt berechnet. Der Beurteilungspegel beim Empfänger ergibt sich sodann durch Subtraktion der Ausbreitungsdämpfungen vom Gesamtemissionspegel der Strasse.

Die Modellrechnungen "Verkehr" und "Lärm" sind jeweils anhand von Beispielen illustriert.



VERKEHRSMODELL

LAERM - MODELL

Emissionen

Ausbreitung

Stundenzählungen differenziert nach den 3 Fahrzeugkategorien

Durchschnittlicher täglicher Verkehr DTV aus einer Verkehrsanalyse bekannt

Berechnen des durchschnittlichen täglichen Verkehrs DTV

Bestimmen der charakteristischen Verkehrsmengen

Aufteilen der charakteristischen Verkehrsmengen nach den drei Fahrzeugkategorien

Emissionswert der drei Fahrzeugkategorien aus der Geschwindigkeit V und der gewichteten Steigung I bestimmen

Emissionspegel $L_{E(i)}$ pro Fahrzeugkategorie aus dem Emissionswert, der Verkehrsmenge und der Belagskorrektur berechnen

Gesamtemissionspegel $L_{r,0}$ aus den korrigierten Emissionspegeln der Fahrzeugkategorien berechnen

Reflexionszuschlag	AR
Hindernisdämpfung	AH
Abstandsdämpfung	AS
Aspektwinkelreduktion	Aφ

Beurteilungspegel $L_r = L_{r,0} + AR + AH + Aφ$

Spezielle Ausbreitungsbedingungen:

- Kreuzungen
- Immissionen mehrerer Quellen

INHALTSVERZEICHNIS

	<u>Seite</u>
1. VERKEHRSMODELL	1
1.1 Verkehrstechnische Ausgangsgrößen	1
1.2 Bestimmung der massgebenden Verkehrsmengen	2
2. LÄRMMODELL	8
2.1 Parameter des Lärmmodells	8
2.2 Emissionen	8
2.3 Ausbreitung	12
2.4 Spezielle Ausbreitungsbedingungen	18
2.5 Zusammenfassung	22
2.6. Beispiele	24
3. ANHÄNGE 1 - 16	

1. VERKEHRSMODELL

1.1 Verkehrstechnische Ausgangsgrössen

Strassentypen

Für die Ermittlung der Verkehrsmengen und der Verkehrszusammensetzung gilt die folgende Strassenklassierung nach Netzfunktionen:

- Hochleistungsstrassen (HLS): primär durchleitend, richtungstrennte Fahrbahnen, kreuzungsfrei, nur Motorfahrzeuge zugelassen.
- Hauptverkehrsstrassen (HVS): primär verbindend, Parkieren nur ausserhalb der Fahrstreifen gestattet.
- Sammelstrassen (SS): primär sammelnd, niedrigere Geschwindigkeiten, Fussgängerverkehr und Parkieren i. a. geregelt.

Die Lärmimmissionen von Erschliessungsstrassen sind in der Regel nicht erheblich. Sie können allenfalls wie Sammelstrassen behandelt werden.

Verkehrsmengen

Als Ausgangsgrössen für die Lärmberechnung sind die folgenden charakteristischen Verkehrsmengen als Jahresmittelwerte zu erheben.

- die mittlere stündliche Verkehrsmenge tags N_t
- die mittlere stündliche Verkehrsmenge nachts N_n

Dabei sind folgende Zeitintervalle massgebend:

- N_t von 6.00 h - 22.00 h
- N_n von 22.00 h - 6.00 h

Fahrzeugkategorien

Die Fahrzeuge sind in folgende drei Kategorien zu unterteilen, welche nach Anhang 3 LSV folgende Fahrzeugtypen umfassen:

- Fahrzeugkategorie 1: · Personenwagen
 - Lieferwagen
 - Kleinbusse
 - Motorfahrträder
 - Trolleybusse

- Fahrzeugkategorie 2: · Lastwagen
 - Sattelschlepper
 - Gesellschaftswagen
 - Motorräder
 - Traktoren

- Fahrzeugkategorie 3: Strassenbahnen, Vorortszüge u.a. Schienenverkehr.
Mit dem vorliegenden Modell können Lärmimmissionen von Strassenbahnen nur berechnet werden, wenn deren Trasse auf der Strasse verläuft.

1.2 Bestimmung der massgebenden Verkehrsmengen

Die charakteristischen Verkehrsmengen werden anhand des durchschnittlichen täglichen Verkehrs (DTV) berechnet. Sie müssen für jede Fahrzeugkategorie getrennt ermittelt werden. Für die Ermittlung der charakteristischen Verkehrsmengen sind zwei Fälle zu unterscheiden, je nachdem, ob der DTV bekannt ist oder nicht.

1.2.1 Der DTV ist bekannt

Der DTV wird im allgemeinen durch dauernde automatische Zählungen, oder durch automatische Langzeitzählungen unter Berücksichtigung der saisonalen Schwankungen ermittelt.

Falls keine anderen Angaben zu Verfügung stehen, können die charakteri-

stischen Verkehrsmengen nach der folgenden Beziehung bestimmt werden:

$$N_{(t,n)} = \frac{\alpha_{(t,n)}}{100} \cdot DTV$$

Die Faktoren α können der folgenden Tabelle entnommen werden:

Strassentyp	α_t tags	α_n nachts
HLS	5.82	0.86
HVS	5.78	0.94
SS	5.88	0.75

Beispiel:

Ein automatischer Verkehrszähler auf einer Hochleistungsstrasse ermittelt die folgenden Verkehrsmengen:

- 11. bis 30. Juni : 11'500 Fz/tag
- 1. bis 31. Juli : 12'000 Fz/tag
- 1. bis 15. August : 12'500 Fz/tag

Anhand der Monats-Ganglinienfaktoren (vgl. Anhang 1) wird der DTV bestimmt. Der DTV ist das nach der Anzahl Zähltag gewichtete arithmetische Mittel:

$$DTV = \frac{11'500 \cdot 20 \cdot 0.99 + 12'000 \cdot 31 \cdot 0.93 + 12'500 \cdot 15 \cdot 0.90}{20 + 31 + 15}$$
$$= \underline{11'250 \text{ Fz/tag}}$$

Daraus werden die charakteristischen Verkehrsmengen bestimmt:

$$N_t = 11'250 \cdot \frac{5.82}{100} \approx 650 \text{ Fz/h}$$

$$N_n = 11'250 \cdot \frac{0.86}{100} \approx 100 \text{ Fz/h}$$

Diese Werte entsprechen der gesamten Verkehrsmenge, da die automatischen Zähler die verschiedenen Fahrzeugtypen nicht unterscheiden können.

Ohne genauere Angaben können die charakteristischen Verkehrsmengen wie folgt in die Fahrzeugkategorien 1 und 2 aufgeteilt werden:

$$N_{t1} = \frac{\beta_{t1}}{100} \cdot N_t$$

$$N_{t2} = \frac{\beta_{t2}}{100} \cdot N_t$$

$$N_{n1} = \frac{\beta_{n1}}{100} \cdot N_n$$

$$N_{n2} = \frac{\beta_{n2}}{100} \cdot N_n$$

Die angegebenen Werte für β_{t1} , β_{n1} und β_{t2} , β_{n2} sind Mittelwerte bei normalen Verkehrsverhältnissen. Es empfiehlt sich, diese Werte durch einige Stichproben zu überprüfen.

charakteristische Verkehrsmenge	N_t tags		N_n nachts	
	β_{t1}	β_{t2}	β_{n1}	β_{n2}
Strassentyp				
HLS	92	8	95	5
HVS + SS	90	10	95	5

Für unser Beispiel ergeben sich die folgenden Werte:

N(,1): Teilverkehrsmenge 1:

$$N_{t1} = \frac{92}{100} \cdot 650 = 598 \text{ Fz/h}$$

$$N_{n1} = \frac{95}{100} \cdot 100 = 95 \text{ Fz/h}$$

N(,2): Teilverkehrsmenge 2:

$$N_{t2} = \frac{8}{100} \cdot 650 = 52 \text{ Fz/h}$$

$$N_{n2} = \frac{5}{100} \cdot 100 = 5 \text{ Fz/h}$$

Es bleibt zu ergänzen, dass nicht alle automatischen Verkehrszähler Motorfahräder erfassen können. In diesen Fällen sind die oben gefundenen Werte von N entsprechend zu erhöhen. Wenn keine diesbezüglichen Angaben zur Verfügung stehen, werden die Werte für N_{t1} und N_{t2} auf Hauptverkehrs- und Sammelstrassen um 10 % erhöht.

1.2.2 Der DTV ist nicht bekannt

Wenn der DTV nicht bekannt ist, müssen die Verkehrsmengen durch Stichproben ermittelt werden. Diese müssen bei repräsentativen Verkehrsverhältnissen durchgeführt werden.

An Tagen mit ungünstiger Witterung, während Schulferien, bei kulturellen und sportlichen Anlässen usw., dürfen solche Zählungen nicht durchgeführt werden.

Die Zählungen sollten während den Monaten Mai, Juni, September oder Oktober durchgeführt werden, da dann die Verkehrsmenge und -zusammensetzung dem Jahresmittelwert am nächsten kommt.

Die Zählungen können am Dienstag, Mittwoch und Donnerstag zwischen 14.00 h - 15.00 h oder 17.00 h - 18.00 h und zwischen 22.00 h - 23.00 h durchgeführt werden.

Es versteht sich von selbst, dass die Genauigkeit mit der Anzahl Zählungen zunimmt.

Anhand der folgenden vereinfachten Methode kann der DTV ermittelt werden:

Monate	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
HLS	1.22	1.11	1.08	1.00	0.99	0.99	0.93	0.90	0.95	0.98	1.09	1.15
städt. HVS/SS	1.01	0.96	0.91	0.89	0.88	0.87	0.98	0.94	0.92	0.91	0.90	0.99
regionale HVS/SS	1.22	1.11	1.04	0.99	0.95	0.94	0.93	0.90	0.91	0.97	1.03	1.10

Monats-Ganglinienfaktoren

Wenn der DTV bestimmt ist, können die charakteristischen Verkehrsmengen wie in Kapitel 1.2.1 berechnet werden.

Die Aufteilung nach Fahrzeugkategorien erfolgt unter Berücksichtigung der während den Zählungen erhobenen Aufteilung.

Falls die Differenz zwischen den Werten des DTV (Zählung) tags und nachts 20 % übersteigt, muss eine automatische Langzeit-Verkehrszählung durchgeführt werden (ca. 2 Wochen).

Der DTV wird entsprechend den Angaben von Kapitel 1.2.1 ermittelt und die Stunden-Ganglinienfaktoren aus den Stundenwerten der automatischen Zählung.

Zur Bestimmung der Verkehrsmengen der Strassenbahnen werden die betreffenden Fahrpläne konsultiert.

2. L Ä R M M O D E L L

2.1 Parameter des Lärmmodells

Die Parameter des Lärmmodells sind einerseits die verkehrstechnischen Daten, welche die Lärmmissionen bestimmen:

- Anzahl Fahrzeuge pro Stunde
nach Fahrzeugkategorien N_1, N_2
- Anzahl Strassenbahnen pro Stunde N_b
- Geschwindigkeit nach Fahrzeugkategorien V_1, V_2
- Steigung der Strasse i
- Der Strassenbelag A

und andererseits Grössen, welche die Schallausbreitung bestimmen:

- Der Bebauungsgrad beids. der Strasse B
- Die Distanz zwischen der Quelle und
dem Empfänger S
- ev. der Aspektwinkel ϕ

2.2 Emissionen

Emissionswert E

Für jede Fahrzeugkategorie wird der Emissionswert E als Funktion der Geschwindigkeit V und der gewichteten Steigung I bestimmt.

Die Geschwindigkeit V entspricht im allgemeinen der signalisierten Geschwindigkeit. Bei starken, offensichtlichen Abweichungen muss die mittlere gefahrene Geschwindigkeit eingesetzt werden.

Die gewichtete Steigung I berücksichtigt den Anteil der aufwärtsfahrenden

Fahrzeuge am Gesamtverkehr:

$$I = - \frac{i}{2} \left[1 + \frac{N_{auf} - N_{ab}}{N_{auf} + N_{ab}} \right]$$

I: gewichtete Steigung in %

i: Strassensteigung in %

N_{auf} : aufwärts fahrende Verkehrsmenge in Fz/h

N_{ab} : abwärts fahrende Verkehrsmenge in Fz/h

Wenn $N_{auf} = N_{ab}$, d. h. die Richtungsanteile gleich gross sind, gilt:

$$I = - \frac{i}{2}$$

Emissionswert für Fahrzeugkategorie 1: E_1

Aus der Geschwindigkeit und der gewichteten Steigung ergibt sich der Emissionswert E_1 wie folgt:

$$\begin{aligned} E'_1 &= 12.8 + 19.5 \cdot \log V_1 & 45 \leq V_1 \leq 130 \text{ km/h} \\ E''_1 &= 45 + 0.8 \cdot (I - 2) & 0 \leq I \leq 10 \% \\ E_1 &= \max (E'_1, E''_1) \end{aligned}$$

E_1 : Emissionswert von Fahrzeugkategorie 1 in dB(A)

E'_1 : Emissionswert in Funktion der Geschwindigkeit V

E''_1 : Emissionswert in Funktion der gewichteten Steigung I

V_1 : Geschwindigkeit in km/h

I: gewichtete Steigung in %

Der Emissionswert E_1 kann anhand des Diagrammes im Anhang 2 bestimmt werden.

Emissionswert für die Fahrzeugkategorie 2: E_2

Analog wird der Emissionswert für E_2 bestimmt:

$E'_2 = 34 + 13.3 \cdot \log V_2$	$45 \leq V_2 \leq 90 \text{ km/h}$
$E''_2 = 56 + 0.6 \cdot (I - 1.5)$	$0 \leq I \leq 10 \%$
$E_2 = \max (E'_2, E''_2)$	

- E_2 : Emissionswert von Fahrzeugkategorie 2 in dB(A)
- E'_2 : Emissionswert in Funktion der Geschwindigkeit V
- E''_2 : Emissionswert in Funktion der gewichteten Steigung
- V_2 : Geschwindigkeit in km/h
- I: gewichtete Steigung in %

Der Emissionswert E_2 kann anhand des Diagrammes im Anhang 2 bestimmt werden.

Emissionswert von Strassenbahnen E_b

Der Emissionswert von Strassenbahnen E_b ist in grossem Mass vom Zustand der Schienen und vom eingesetzten Rollmaterial abhängig. Bei den niedrig gefahrenen Geschwindigkeiten ist der Einfluss der Geschwindigkeit, der Steigung und des Fahrzeugzustandes gering.

Der Emissionswert E_b variiert zwischen 50 - 60 dB(A). Bei einem geringen Verkehrsanteil ($\leq 10 \%$) kann der Emissionswert $E_b = 56$ dB(A) angenommen werden.

Bei bedeutendem Verkehrsanteil muss der Emissionswert für das eingesetzte Rollmaterial durch Messungen bestimmt werden (vgl. Anhang 11).

Emissionspegel L_E

Der Emissionspegel L_E setzt sich zusammen aus dem Emissionswert E , dem Verkehrsmengenzuschlag $10 \log N$ und einer Belagskorrektur A , welche den Einfluss des Strassenbelages auf die Geräusentwicklung berücksichtigt (vgl. Anhang 3).

Er wird für jede Fahrzeugkategorie gebildet.

$$L_{E1} = E_1 + 10 \log N_1 + A$$

$$L_{E2} = E_2 + 10 \log N_2 + A$$

$$L_{Eb} = E_b + 10 \log N_b$$

L_{E1} , L_{E2} , L_{Eb} : Emissionspegel für die Fahrzeugkategorien in dB(A)

E_1 , E_2 , E_b : Emissionswerte für die Fahrzeugkategorien in dB(A)
(Anhang 2)

N_1 , N_2 , N_b : Verkehrsmenge für die Fahrzeugkategorien in Fz/h resp.
Züge/h (Anhang 4)

A : Belagskorrektur (Anhang 3)

Der Verkehrsmengenzuschlag $10 \log N$ kann dem Diagramm im Anhang 4 entnommen werden.

Teilbeurteilungspegel

Die Teilbeurteilungspegel $L_{r,e,m}$ und $L_{r,e,b}$ werden aus den Emissionspegeln der Motorfahrzeuge und des Schienenverkehrs sowie einer spezifischen Pegelkorrektur K gebildet.

Das folgende Schema verdeutlicht diese Beziehungen:

$$L_{r,e,m} = (L_{E1} \oplus L_{E2}) + K1$$
$$L_{r,e,b} = L_{Eb} + K2$$

- $L_{r,e,m}; L_{r,e,b}$: Teilbeurteilungspegel für den Lärm von Motorfahrzeugen bzw. Eisenbahnen in dB(A).
 L_{E1}, L_{E2}, L_{Eb} : Emissionspegel nach Fahrzeugkategorien in dB(A).
K1: Pegelkorrektur für Motorfahrzeuglärm (Anhänge 5 und 16).
K2: Pegelkorrektur für Bahnlärm (Anhang 16).

Gesamtemissionspegel

Aus den Teilbeurteilungspegeln wird durch energetische Addition der Gesamtemissionspegel gebildet (Anhang 10):

$$L_{r,e} = L_{r,e,m} \oplus L_{r,e,b}$$

oder:

$$L_{r,e} = 10 \log \{ 10^{0.1 \cdot L_{r,e,m}} + 10^{0.1 \cdot L_{r,e,b}} \}$$

2.3 Ausbreitung

Bebauung entlang der Strasse

Durch Bebauungen entlang der Strasse wird der Lärm reflektiert, d.h. die Immissionen werden beim Empfänger gegenüber einer Situation ohne Bebauung erhöht. Diese Reflexionen sind dann zu berücksichtigen, wenn das Verhältnis der mittleren Bebauungshöhe zur Strassenweite grösser als 0.3 ist:

$$h_B: W \geq 0.3$$

- h_B : mittlere Bebauungshöhe
W: Strassenweite, Distanz zwischen den Fassaden

Zur Bestimmung der Reflexionen im Strassenraum muss der Bebauungsgrad beidseits der Strasse ermittelt werden:

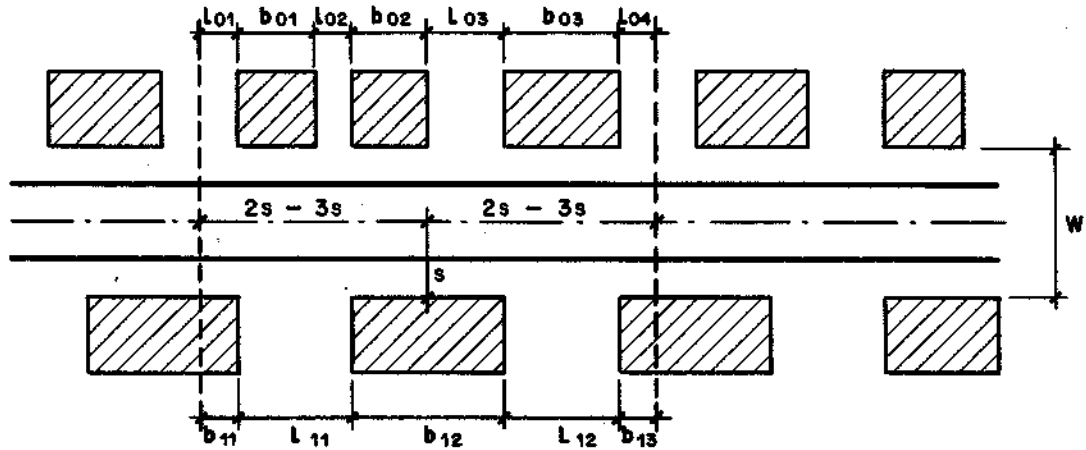


Fig. 2.1: Bebauungsgrad entlang der Strasse

Bebauungsgrad auf der dem Berechnungspunkt gegenüberliegenden Seite:

$$B_0 = \frac{\sum b_{0i}}{\sum b_{0i} + \sum l_{0i}}$$

Bebauungsgrad auf der Seite des Berechnungspunktes (1. Reihe):

$$B_1 = \frac{\sum b_{1i}}{\sum b_{1i} + \sum l_{1i}}$$

Der Reflexionszuschlag ΔR berechnet sich aus den Bebauungsgraden beidseits der Strasse wie folgt:

$$\Delta R = B_0 \cdot (3 + 2 \cdot B_1)$$

ΔR : Reflexionszuschlag

B_0, B_1 : Bebauungsgrad beidseits der Strasse

Für eine erste Abschätzung kann der Reflexionszuschlag ΔR der Tabelle 2.1 entnommen werden:

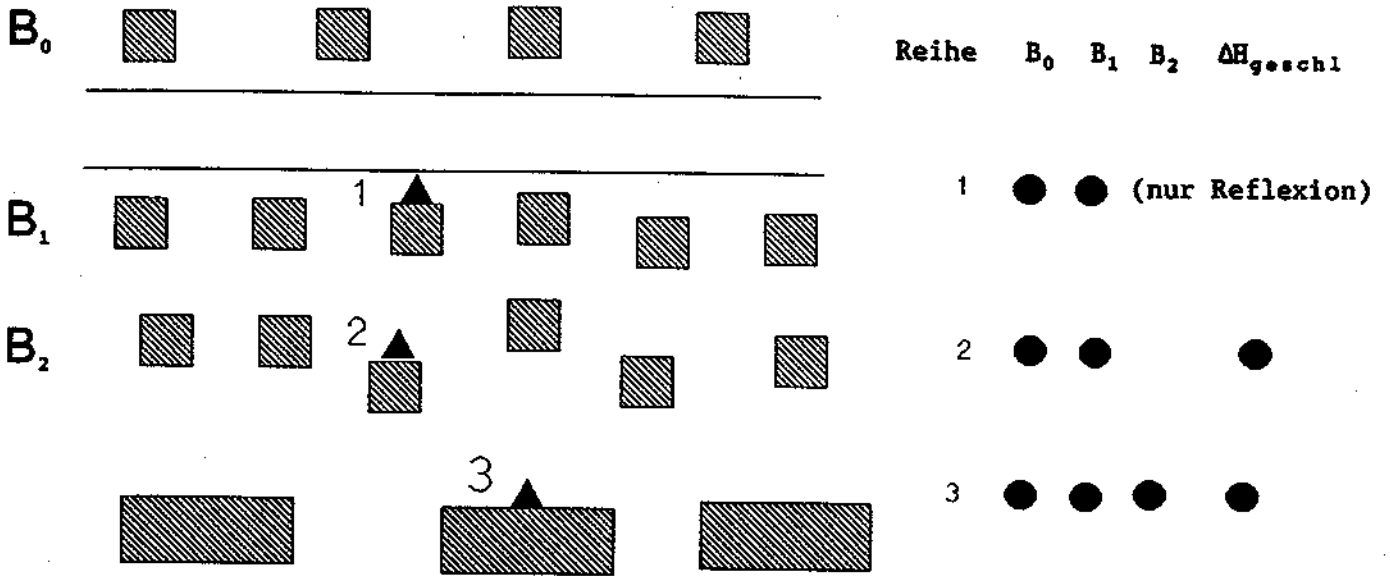
Bauungsgrad auf der Seite des Berechnungspunktes (B_1)	B_0		Bauungsgrad auf der dem Berechnungs- punkt gegenüberliegenden Seite (B_0)			
			keine 0.0	locker 0.3	dicht 0.7	geschlossen 1.0
keine 0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	2.0	3.0
locker 0.3	0.3	0.0	0.0	1.2	2.4	3.7
dicht 0.7	0.7	0.0	0.0	1.4	2.9	4.3
geschl. 1.0	1.0	0.0	0.0	1.7	3.3	5.0

Tab. 2.1 Reflexionszuschlag ΔR in dB, in Funktion des Bauungsgrades B_0 und B_1 beidseits der Strasse

Die Werte des Reflexionszuschlages ΔR in Funktion der Bauungsgrade B_0 und B_1 können dem Diagramm in Anhang 6 entnommen werden.

Hindernisdämpfung ΔH

Hindernisdämpfungen durch Wände, Dämme oder durch Topographie können gleich wie Hindernisdämpfungen durch Bauungen ermittelt werden. Dafür sind die Bauungsgrade B der Hindernisse zwischen Empfänger und Quelle zu berücksichtigen:

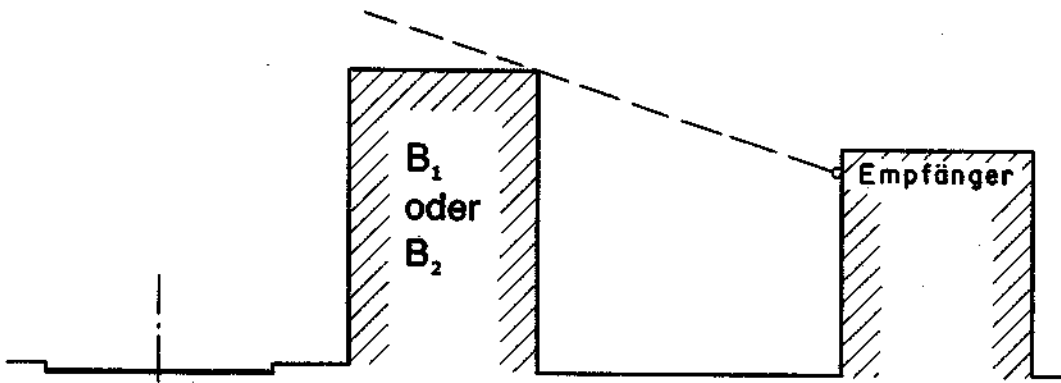


Um den Einfluss zweier Häuserreihen zwischen Empfänger und Quelle zu berücksichtigen, ist allenfalls auch der Bebauungsgrad der 2. Häuserreihe zu bestimmen:

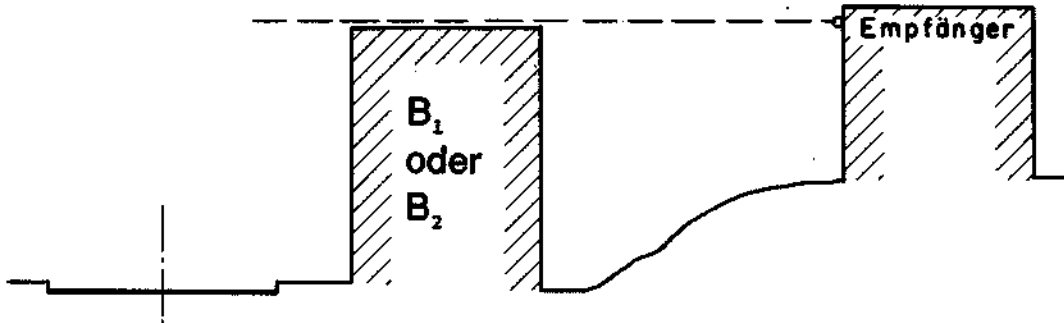
$$B_2 = \frac{\Sigma b_{2i}}{\Sigma b_{2i} + \Sigma l_{2i}}$$

Für die Bestimmung der Hindernisdämpfung durch Bebauung zwischen Empfänger und Quelle wird zunächst eine fiktive Hindernisdämpfung bei geschlossener Bebauung $\Delta H_{g_{eschl}}$ ermittelt:

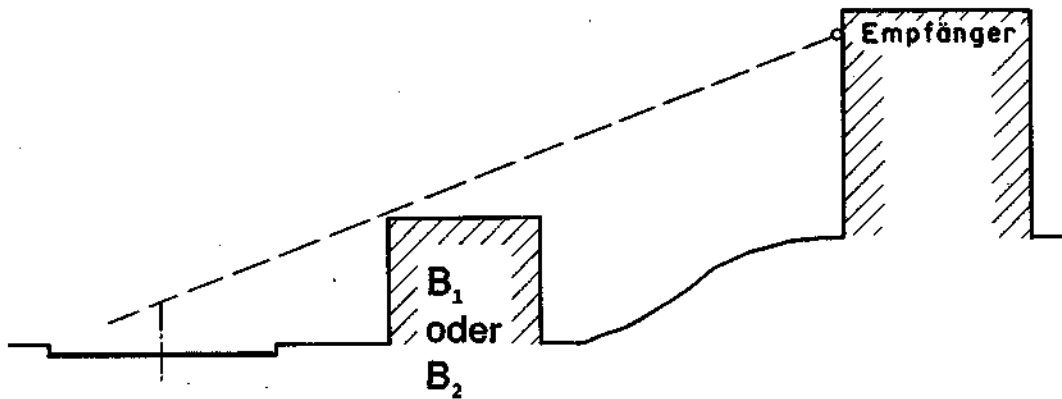
Ist die Bebauung zwischen dem Empfänger und der Quelle höher als der Empfänger, dann gilt: $\Delta H_{g_{eschl}} = 20 \text{ dB}$.



Ist die Bebauung zwischen dem Empfänger und der Quelle gleich hoch wie der Empfänger, dann gilt: $\Delta H_{\text{geschl}} = 10 \text{ dB}$.



Ist die Bebauung zwischen dem Empfänger und der Quelle niedriger als der Empfänger, deckt aber die Quelle ab, dann gilt: $\Delta H_{\text{geschl}} = 5 \text{ dB}$.



Aus der fiktiven Hindernisdämpfung bei geschlossener Bebauung ΔH_{geschl} und dem Bebauungsgrad B wird die tatsächliche Hindernisdämpfung ΔH mit folgender Formel berechnet:

$$\Delta H = 10 \log \left\{ (1-B_1) \cdot (1-B_2) + [1-(1-B_1) \cdot (1-B_2)] \cdot 10^{-0.1 \cdot \Delta H_{\text{geschl}}} \right\}$$

- ΔH : resultierende Hindernisdämpfung
 ΔH_{geschl} : Hindernisdämpfung bei geschlossener Bebauung
 B_1 : Bebauungsgrad in der ersten Häuserreihe
 B_2 : Bebauungsgrad in der zweiten Häuserreihe

Die Werte der resultierenden Hindernisdämpfung ΔH können den Diagrammen in Anhang 7 entnommen werden.

Für eine erste Abschätzung kann die resultierende Hindernisdämpfung der Tabelle 2.2 entnommen werden:

ΔH_{geschl}	B_2	B_1	Bebauungsgrad der 1. Häuserreihe B_1			
			keine 0.0	locker 0.3	dicht 0.7	geschlossen 1.0
5	Bebauungsgrad der 2. Häuserreihe B_2	keine 0.0	0.0	-1.1	-2.6	-5.0
		locker 0.3	-1.1	-2.1	-3.3	-5.0
		dicht 0.7	-2.6	-3.3	-4.1	-5.0
		geschl. 1.0	-5.0	-5.0	-5.0	-5.0
10	Bebauungsgrad der 2. Häuserreihe B_2	keine 0.0	0.0	-1.5	-4.0	-10.0
		locker 0.3	-1.5	-3.0	-5.2	-10.0
		dicht 0.7	-4.0	-5.2	-7.0	-10.0
		geschl. 1.0	-10.0	-10.0	-10.0	-10.0
20	Bebauungsgrad der 2. Häuserreihe B_2	keine 0.0	0.0	-1.7	-4.7	-20.0
		locker 0.3	-1.7	-3.5	-6.4	-20.0
		dicht 0.7	-4.7	-6.4	-9.2	-20.0
		geschl. 1.0	-20.0	-20.0	-20.0	-20.0

Tab. 2.2: resultierende Hindernisdämpfung ΔH in dB in Funktion des Bebauungsgrades B und der Hindernisdämpfung bei geschlossener Bebauung ΔH_{geschl} .

Abstandsämpfung ΔS

Die Abstandsämpfung ΔS berechnet sich nach der Formel:

$$\Delta S = - \{ 0.017 \cdot S + 10 \log S \} \quad S \leq 150 \text{ m}$$

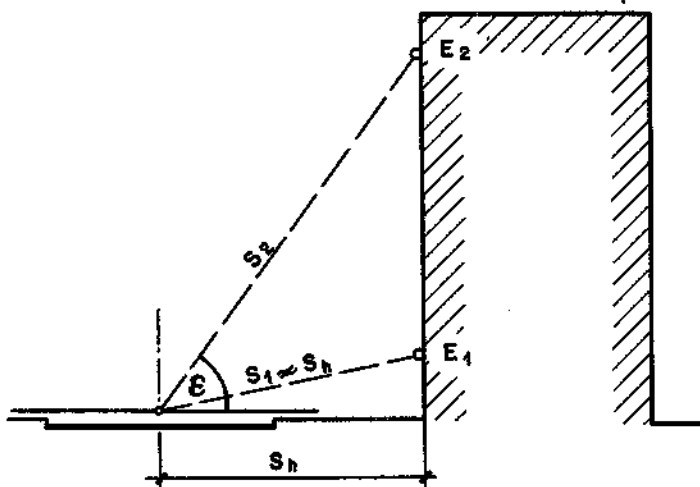
ΔS : Abstandsämpfung in dB(A)

S: kürzester Abstand Quelle - Empfänger in m

Unter Berücksichtigung dieser Abstandsämpfung liefert das Modell zuverlässige Werte bis zu einer Distanz von 150 m.

S ist im Normalfall die Horizontalabstanz Quelle - Empfänger. Bei grossen Höhenunterschieden zwischen der Quelle und dem Empfänger (Höhenwinkel $\epsilon > 40^\circ$) ist die Schrägabstanz einzusetzen.

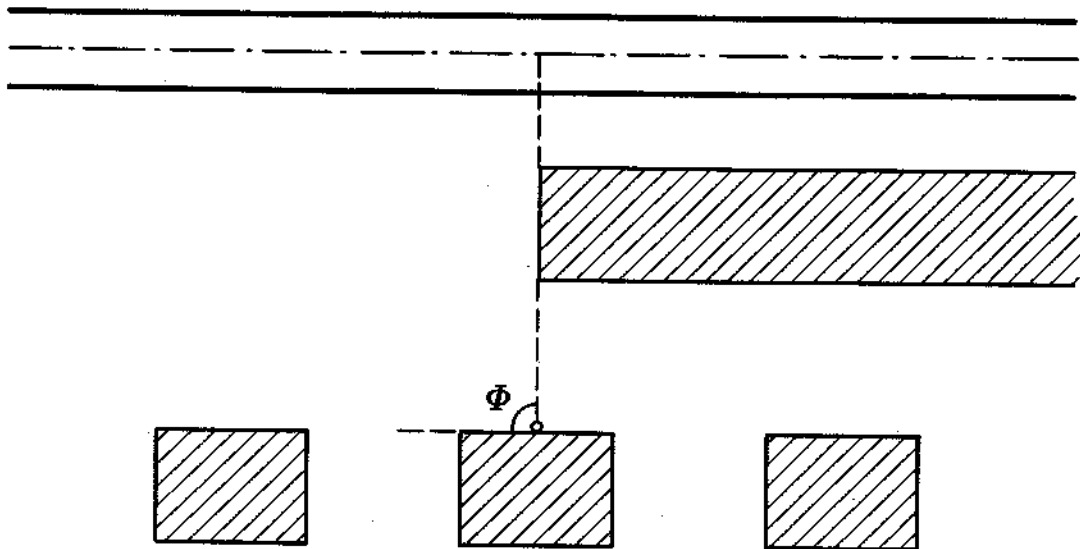
Die Abstandsämpfung kann dem Diagramm in Anhang 8 entnommen werden.



2.4 Spezielle Ausbreitungsbedingungen

Aspektwinkelreduktion $\Delta\phi$

Bei ungleichmässigen Einstrahlverhältnissen muss der Aspektwinkel auf die Strasse unterteilt werden:



Die Aspektwinkelreduktion berechnet sich nach der Formel:

$$\Delta\phi = 10 \log \frac{\phi}{180}$$

$\Delta\phi$: Aspektwinkelreduktion

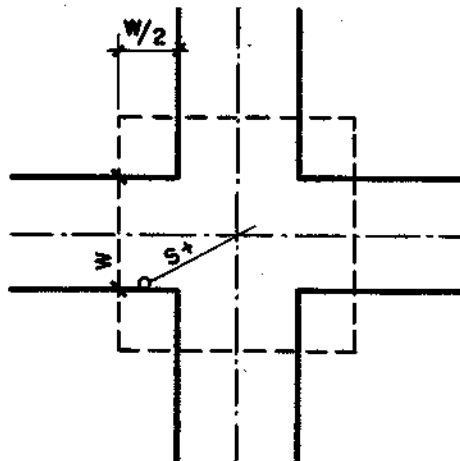
ϕ : Aspektwinkel in Grad

Die Aspektwinkelreduktion $\Delta\phi$ kann dem Diagramm in Anhang 9 entnommen werden.

Kreuzungen

Sind die Lärmimmissionen im Bereich einer Kreuzung zu berechnen, müssen zwei Fälle unterschieden werden:

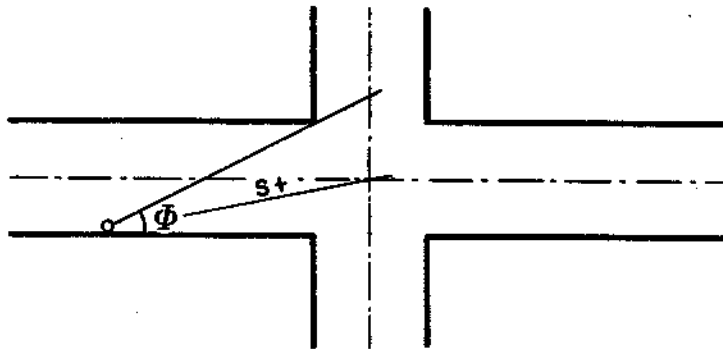
- a) Nahbereich einer Kreuzung
zweier Strassen mit ähnlich grosser Verkehrsbelastung



Ein Berechnungspunkt ist im Nahbereich einer Kreuzung, wenn die Distanz zur kreuzenden Strasse kleiner als die halbe Strassenweite ist. Für die Ermittlung des Emissionspegels wird der gesamte über die Kreuzung fliessende Verkehr berücksichtigt. Die Abstandsdämpfung ΔS wird mit der Distanz $S+$ zwischen dem Empfänger und dem Schnittpunkt der Strassenachsen bestimmt. Die Bebauungsgrade B_0 und B_1 werden wie bei einer geraden Strasse bestimmt.

b) Fernbereich einer Kreuzung

Liegt ein Berechnungspunkt ausserhalb des Nahbereichs einer Kreuzung, werden die Immissionen der kreuzenden Strasse mit Hilfe des Aspektwinkels ϕ berechnet.



Für die Ermittlung der Immissionen werden die Pegel der beiden Strassen berechnet und anschliessend energetisch addiert.

Um den Pegel der kreuzenden Strasse zu ermitteln, wird:

- die Abstandsdämpfung ΔS mit der Distanz $S+$ zwischen dem Empfänger und dem Schnittpunkt der Strassenachsen bestimmt;
- der Reflexionszuschlag ΔR mit den Bebauungsgraden B_0 und B_1 zwischen der Kreuzung und dem Empfänger berechnet.

Einmündungen

Einmündungen sind wie Kreuzungen zu berechnen.

Es ist darauf zu achten, dass der Verkehr in der Berechnung nicht mehrmals berücksichtigt wird.

Der Einfluss von Einmündungen von Strassen mit untergeordneter Netzfunktion (z.B. Einmündung einer Sammelstrasse in eine Hauptverkehrsstrasse) kann in der Regel vernachlässigt werden.

Pegeladdition

Wird der Beurteilungspegel durch mehrere Strassen bestimmt, so wird er durch energetische Addition der Beurteilungspegel der einzelnen Strassen berechnet.

$$L_r = 10 \log \Sigma 10^{0.1 \cdot L_{ri}}$$

Die Berechnung kann mit Hilfe des Diagrammes in Anhang 10 durchgeführt werden.

2.5 Zusammenfassung

Die Berechnung der Lärmimmissionen erfolgt nach folgendem Vorgehen:

Emissionswert der Fahrzeugkategorien:

Der Emissionswert E der Fahrzeugkategorien wird in Funktion der gewichteten Steigung I und der Geschwindigkeit V berechnet:

$$E = E(I, V) \quad (\text{Anhang 2})$$

Emissionspegel

Aus dem Emissionswert E , der Verkehrsmenge N und der Belagskorrektur A wird der Emissionspegel $L_{E(i)}$ pro Fahrzeugkategorie bestimmt. Nach dem Ermitteln der Teilbeurteilungspegel $L_{r,e,(i)}$ kann durch energetische Addition dieser Pegel der Gesamtemissionspegel $L_{r,e}$ berechnet werden:

$$L_{E1} = E_1 + 10 \log N_1 + A$$

$$L_{E2} = E_2 + 10 \log N_2 + A$$

$$L_{Eb} = E_b + 10 \log N_b \quad (\text{Anhang 3 und 4})$$

$$L_{r,e,m} = (L_{E1} \oplus L_{E2}) + K1$$

$$L_{r,e,b} = L_{Eb} + K2$$

$$L_{r,e} = 10 \log \left[\sum_i 10^{0.1 \cdot L_{r,e,(i)}} \right] \quad (\text{Anhang 10})$$

i

Reflexionszuschlag ΔR

In Funktion der Bebauungsgrade B_0 und B_1 beidseits der Strasse wird der Reflexionszuschlag ΔR berechnet:

$$\Delta R = B_0 \cdot (3 + 2 \cdot B_1) \quad (\text{Anhang 6})$$

Hindernisdämpfung ΔH

In Funktion der Bebauungsgrade B_1 und B_2 sowie der Hindernishöhe wird die Hindernisdämpfung ΔH bestimmt:

$$\Delta H = 10 \log \left\{ (1-B_1) \cdot (1-B_2) + [1-(1-B_1) \cdot (1-B_2)] \cdot 10^{-0.1 \cdot \Delta H_{\text{geschl}}} \right\}$$

(Anhang 7)

Abstandsämpfung ΔS

Die Abstandsämpfung ΔS wird nach folgender Formel bestimmt:

$$\Delta S = - (0.017 \cdot S + 10 \log S) \quad (\text{Anhang 8})$$

Aspektwinkelreduktion $\Delta \phi$

Bei ungleichmässigen Einstrahlverhältnissen wird der Beurteilungspegel entsprechend dem Aspektwinkel ϕ reduziert:

$$\Delta \phi = 10 \log \frac{\phi}{180} \quad (\text{Anhang 9})$$

Pegeladdition bei mehreren Strassen

Die Beurteilungspegel der einzelnen Strassen

$$L_{r,i} = L_{r,e,i} + \Delta R_i + \Delta H_i + \Delta S_i + \Delta \phi_i$$

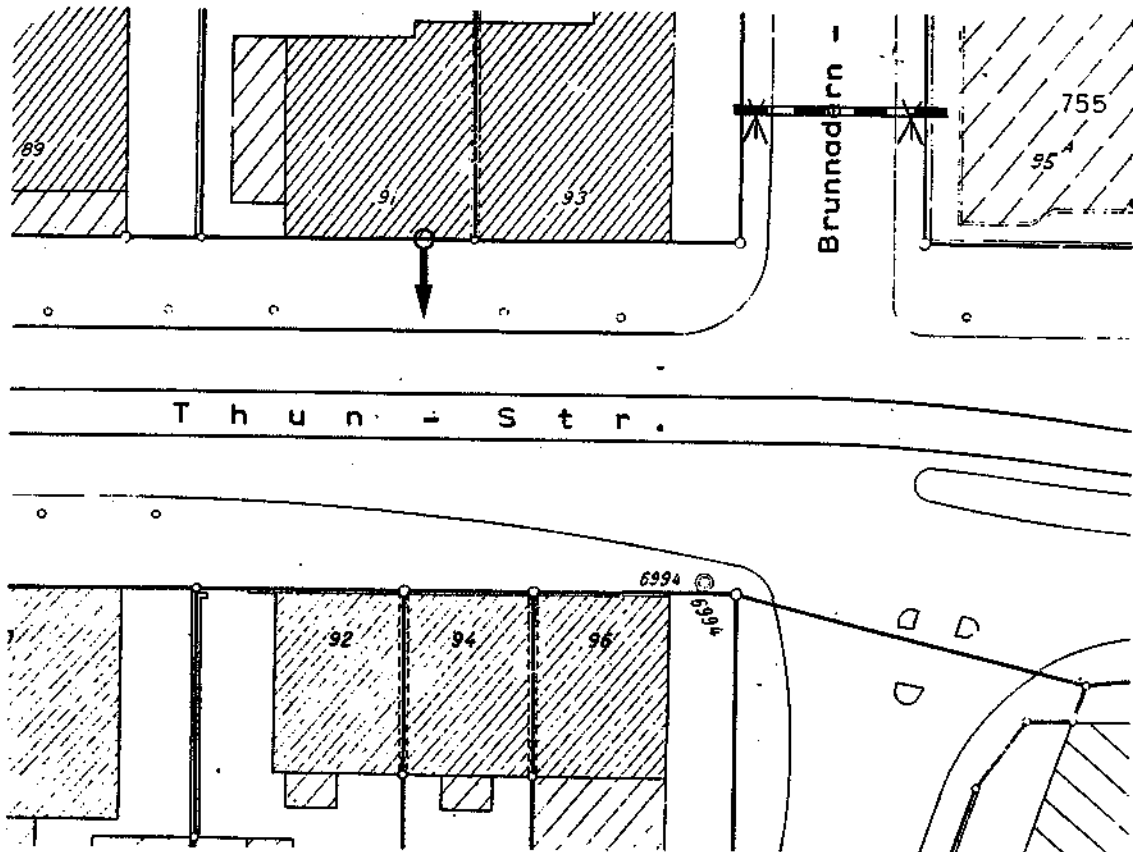
werden energetisch zum Gesamtbeurteilungspegel addiert:

$$L_r = 10 \log \sum 10^{0.1 \cdot L_{r,i}} \quad (\text{Anhang 10})$$

2.6 Beispiele

Beispiel Nr. 1: Thunstrasse 91, Bern

Situationsplan: 1 : 500



STADT - STRASSEN - LÄRM - MODELL

Berechnungsformular mit dem Programm SSLM3 auf HP-41C

<p><u>Berechnungspunkt</u></p> <p>Adresse : <i>Thunstrasse 91</i></p> <p style="margin-left: 40px;"><i>Bern</i></p> <p>Schallquelle(n) : <i>Thunstrasse</i></p>	<p>Situation</p>
---	------------------

Schritt	Eingaben/Ausgaben	Eingabewert	Taste	
Eingabe	1	Programmstart		A
	2	Aufwärts fahrende "Personenwagen" (Kateg. 1)	N1 aufw. = <i>1008</i> Fz/h	R/S
	3	Abwärts fahrende "Personenwagen" (Kateg. 1)	N1 abw. = <i>1008</i> Fz/h	R/S
	4	Aufwärts fahrende "Lastwagen" (Kateg. 2)	N2 aufw. = <i>39</i> Fz/h	R/S
	5	Abwärts fahrende "Lastwagen" (Kateg. 2)	N2 abw. = <i>39</i> Fz/h	R/S
	6	Strassenbahnen (aufwärts + abwärts)	Nb = <i>48</i> Züge/h	R/S
	7	Pegelkorrektur	K2 = <i>-5</i> dB(A)	R/S
	8	Fahrgeschwindigkeit der "PW"	v1 = <i>50</i> km/h	R/S
	9	Fahrgeschwindigkeit der "LW"	v2 = <i>50</i> km/h	R/S
	10	Strassenneigung	i = <i>0</i> %	R/S
	11	Belagskorrektur	A = <i>0</i> dB	R/S
	12	Bebauungsgrad auf gegenüberliegenden Strassenseiten	B ₀ = <i>0,7</i> m/m	R/S
	13	Bebauungsgrad auf Berechnungspunkt-Seite, 1. Häuserreihe	B ₁ = <i>0,7</i> m/m	R/S
	14	Bebauungsgrad auf Ber.-pt.-Seite, 2. vorgelag. Häuserreihe	B ₂ = <i>0</i> m/m	R/S
	15	fiktive Hinderungs-dämpfung bei geschlossener Bebauung	$\Delta H_{\text{geschl.}}$ = <i>0</i> dB	R/S
	16	Distanz Quelle-Empfänger	S = <i>11</i> m	R/S
	17	Aspektwinkel	φ = <i>180</i> Grad	R/S
Ausgabe	18	Berechnung und Ausgabe Schlussresultat (Schritt 31)		E
	19	Berechnung und Ausgabe mit Zwischenresultaten (Schritte 20-31)		f E
	20	Emissionspegel Strasse	Leq,e,m = <i>80,6</i> dB(A)	R/S
	21	Pegelkorrektur Motorfahrzeuflärm	K1 = <i>0</i> dB(A)	R/S
	22	Teilbeurteilungspegel Motorfahrzeugen	Lr,e,m = <i>80,6</i> dB(A)	R/S
	23	Emissionspegel Strassenbahn	Leq,e,b = <i>72,8</i> dB(A)	R/S
	24	Pegelkorrektur Bahnlärm	K2 = <i>-5</i> dB(A)	R/S
	25	Teilbeurteilungspegel Bahnen	Lr,e,b = <i>67,8</i> dB(A)	R/S
	26	Gesamtemissionspegel	Lr,e = <i>80,8</i> dB(A)	R/S
	27	Reflexionszuschlag	ΔR = + <i>3,1</i> dB(A)	R/S
	28	Hindernisdämpfung	ΔH = - <i>0</i> dB(A)	R/S
	29	Abstands-dämpfung	ΔS = - <i>10,6</i> dB(A)	R/S
	30	Aspektwinkelreduktion	$\Delta \varphi$ = - <i>0</i> dB(A)	R/S
	31	Beurteilungspegel	<u>Lr = <i>73,3</i> dB(A)</u>	
Änderung	32	<u>Änderung der Eingabewerte</u> Schrittnummer des zu ändernden Eingabewertes		B
	33	Neuer Wert eingeben		R/S
	34	Weiterfahren bei 18,19 oder 32		
	35	Nächste Berechnung mit gleichem Emissionspegel 12		F

STADT - STRASSEN - LÄRM - MODELL

Berechnungsformular Handrechnung

<u>Berechnungspunkt</u> Adresse : <u>Thunstrasse 91</u> <u>Bern</u> Schallquelle(n): <u>Thunstrasse</u>	Situation
---	-----------

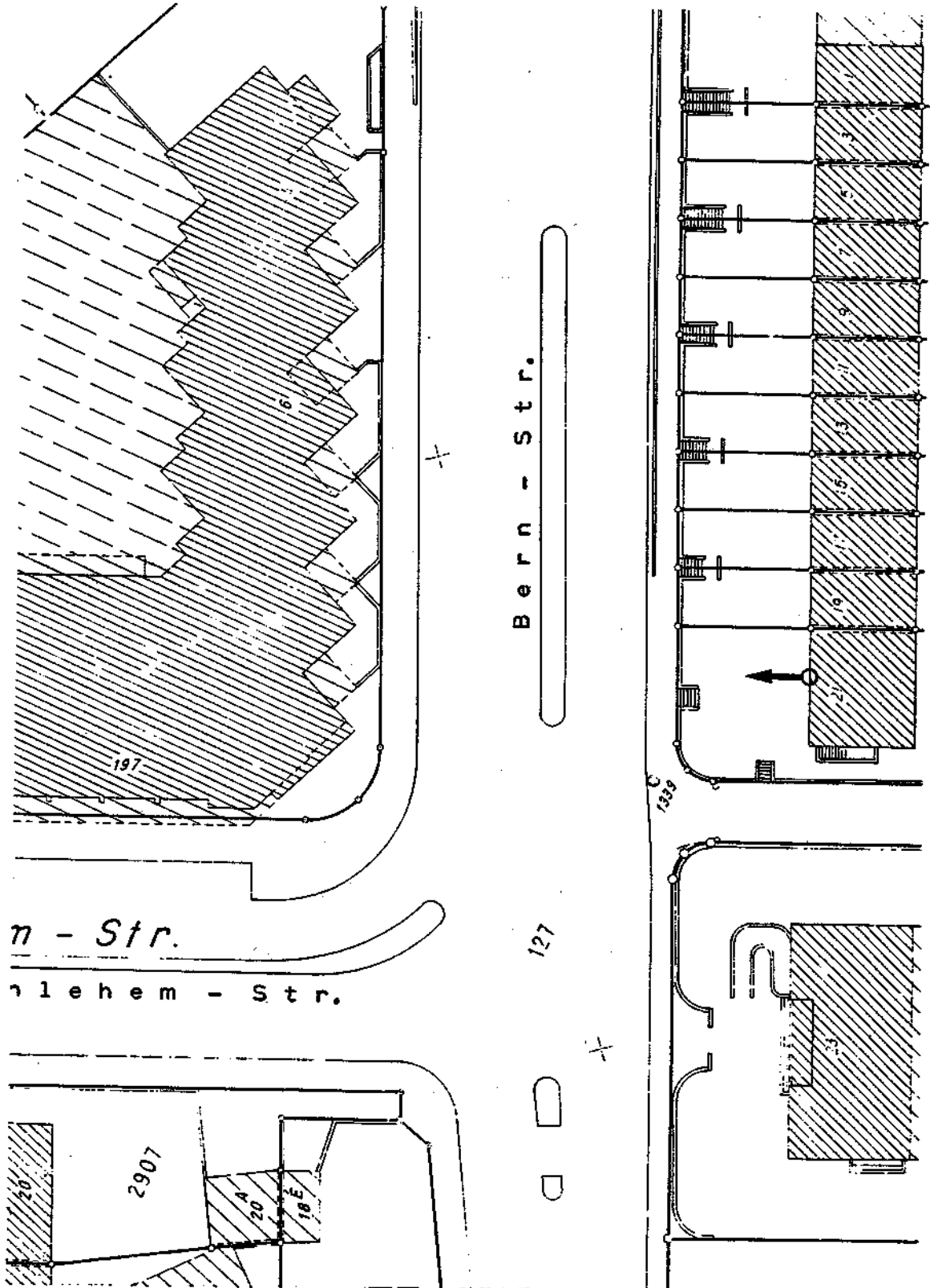
Schritt		1 ("FW")	2 ("LW")	BAHN	Anhang
Bestimmung des Emissionspegels der Fz-Kategorien	Fahrzeugkategorie				
	1 Geschwindigkeit in km/h V:	50	50		
	2 gewichtete Steigung in % I:	-	-		
	3 EMISSIONSWERT E _i :	45,9	56,6	56	2
	4 BELAGSKORREKTUR A:	-	-		3
	5 Verkehrsmenge in Fz/h N:	2016	78	48	
	6 VERKEHRSMENGENZUSCHLAG 10 log N:	33,0	18,9	16,8	4
7 Emissionspegel (Summe 3+ 4 + 6) L _{Ei} :	78,9	75,5	72,8		
Emissionspegeladdition	8 L _{z1} ⊕ L _{z2} :	80,5			
	9 Pegelkorrektur Motorfahrzeuglärm K1:	-			5
	10 Pegelkorrektur Bahnlärm K2:			-5	
	11 Teilbeurteilungspegel Motorfahrzeugen L _{r,e,m} :	80,5			
	12 Teilbeurteilungspegel Bahnen L _{r,e,b} :			67,8	
	13 Gesamtemissionspegel L _{r,e} :	80,7			
Bestimmung der Ausbreitungsdämpfung	14 Bebauungsgrad auf gegenüberliegender Strassenseite B ₀ :	0,7			
	15 Bebauungsgrad auf Berechnungspunkt-Seite, 1. Häuserreihe B ₁ :	0,7			
	16 REFLEXIONSZUSCHLAG ΔR :			+ 3,1	6
	17 Bebauungsgrad auf Berechnungpt.-Seite, 2. vorgelag. Häuserreihe B ₂ :	0			
	18 Hindernisdämpfung bei geschlossener Bebauung H _{geschl.} :	0			
	19 HINDERNISDAEMPfung ΔH :			- 0	7
	20 Abstand Quelle-Empfänger in m S :	11			
	21 ABSTANDSDAEMPfung ΔS :			- 10,6	8
	22 Aspektwinkel in ° φ :	180			
	23 ASPEKTWINKELREDUKTION Δφ :			- 0	9
24 Beurteilungspegel (Summe 13 + 16 + 19 + 21 + 23) L _r :	73,2			dB(A)	

Beispiel Nr. 2:

Kirchackerstrasse 21, Bümpliz

(Im Bereich der Einmündung Bernstrasse -
Bethlehemstrasse)

Situation: 1 : 500



STADT - STRASSEN - LÄRM - MODELL

Berechnungsformular mit dem Programm SSLM3 auf HP-41C

<p><u>Berechnungspunkt</u></p> <p>Adresse : <u>Kirchgöckerstr. 21</u></p> <p>Schallquelle(n) : <u>Büropl.?</u> <u>Bernstrasse</u></p>	<p>Situation</p>
---	------------------

Schritt	Eingaben/Ausgaben	Eingabewert	Taste	
Eingabe	1	Programmstart	A	
	2	Aufwärts fahrende "Personenwagen" (Kateg. 1)	N1 aufw. = 813 Fz/h	R/S
	3	Abwärts fahrende "Personenwagen" (Kateg. 1)	N1 abw. = 813 Fz/h	R/S
	4	Aufwärts fahrende "Lastwagen" (Kateg. 2)	N2 aufw. = 77 Fz/h	R/S
	5	Abwärts fahrende "Lastwagen" (Kateg. 2)	N2 abw. = 76 Fz/h	R/S
	6	Strassenbahnen (aufwärts + abwärts)	Nb = 0 Züge/h	R/S
	7	Pegelkorrektur	K2 = 0 dB(A)	R/S
	8	Fahrgeschwindigkeit der "PW"	V1 = 50 km/h	R/S
	9	Fahrgeschwindigkeit der "LW"	V2 = 50 km/h	R/S
	10	Strassenneigung	i = 2 %	R/S
	11	Belagskorrektur	A = 0 dB	R/S
	12	Bebauungsgrad auf gegenüberliegenden Strassenseiten	B ₀ = 0,7 m/m	R/S
	13	Bebauungsgrad auf Berechnungspunkt-Seite, 1. Häuserreihe	B ₁ = 0,8 m/m	R/S
	14	Bebauungsgrad auf Ber.-pt.-Seite, 2. vorgelag. Häuserreihe	B ₂ = 0 m/m	R/S
	15	fiktive Hinderungs-dämpfung bei geschlossener Bebauung	ΔH _{geschl.} = 0 dB	R/S
	16	Distanz Quelle-Empfänger	S = 24 m	R/S
	17	Aspektwinkel	φ = 180 Grad	R/S
Ausgabe	18	Berechnung und Ausgabe Schlussresultat (Schritt 31)	E	
	19	Berechnung und Ausgabe mit Zwischenresultaten (Schritte 20-31)	f E	
	20	Emissionspegel Strasse	Leg,e,m = 81,2 dB(A)	R/S
	21	Pegelkorrektur Motorfahrzeuglärm	K1 = - dB(A)	R/S
	22	Teilbeurteilungspegel Motorfahrzeugen	Lr,e,m = 81,2 dB(A)	R/S
	23	Emissionspegel Strassenbahn	Leg,e,b = - dB(A)	R/S
	24	Pegelkorrektur Bahnlärm	K2 = - dB(A)	R/S
	25	Teilbeurteilungspegel Bahnen	Lr,e,b = - dB(A)	R/S
	26	Gesamtemissionspegel	Lr,e = 81,2 dB(A)	R/S
	27	Reflexionszuschlag	ΔR = + 3,2 dB(A)	R/S
	28	Hindernisdämpfung	ΔH = - 0 dB(A)	R/S
	29	Abstands-dämpfung	ΔS = - 14,2 dB(A)	R/S
	30	Aspektwinkelreduktion	Δφ = - 0 dB(A)	R/S
	31	Beurteilungspegel	<u>Lr = 76,2 dB(A)</u>	
Änderung	32	Änderung der Eingabewerte Schrittnummer des zu ändernden Eingabewertes	B	
	33	Neuer Wert eingeben	R/S	
	34	Weiterfahren bei 18,19 oder 32		
	35	Nächste Berechnung mit gleichem Emissionspegel 12	F	

STADT - STRASSEN - LÄRM - MODELL

Berechnungsformular Handrechnung

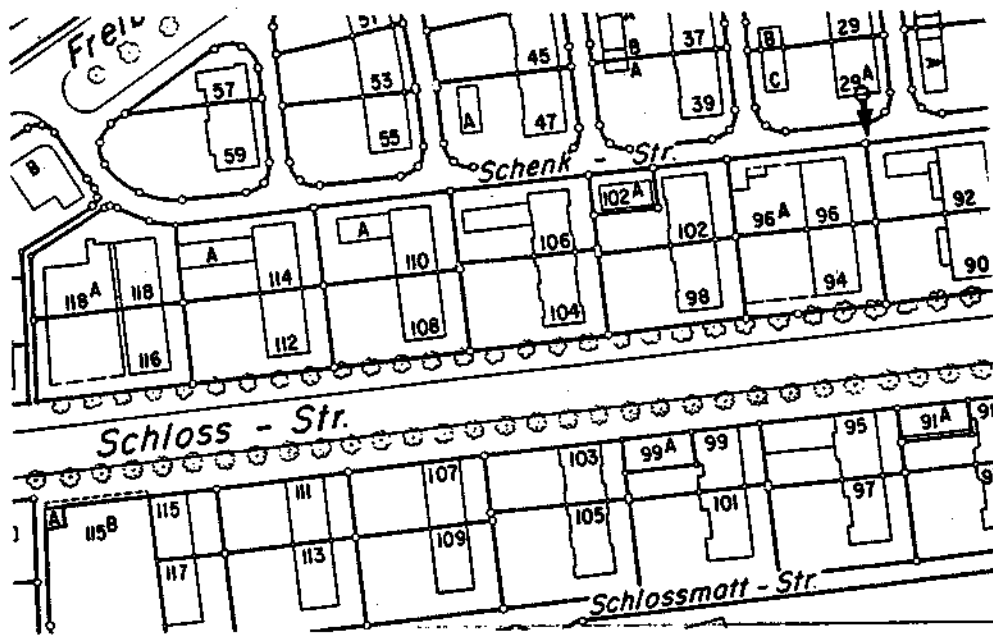
<u>Berechnungspunkt</u> Adresse : <u>Kirchackerstrasse 21</u> <u>Bümpf</u> Schallquelle(n): <u>Bernstrasse</u>	Situation
---	-----------

Schritt		1 ("Pw")	2 ("Lw")	BAHN	Anhang
Bestimmung des Emissionspegels der Fz-Kategorien	Fahrzeugkategorie				
	1 Geschwindigkeit in km/h V:	50	50		
	2 gewichtete Steigung in % I:	2	2		
	3 EMISSIONSWERT E ₁ :	45,9	56,6	-	2
	4 BELAGSKORREKTUR A:	-	-		3
	5 Verkehrsmenge in Fz/h N:	1626	153	-	
	6 VERKEHRSMENGENZUSCHLAG 10 log N:	32,1	21,8	-	4
7 Emissionspegel (Summe 3+ 4 + 6) L _{E1} :	78,0	78,4	-		
Emissionspegeladdition	8 L _{E1} ⊕ L _{E2} :	81,2			
	9 Pegelkorrektur Motorfahrzeuglärm K1:	-			5
	10 Pegelkorrektur Bahnlärm K2:			-	
	11 Teilbeurteilungspegel Motorfahrzeugen L _{r,e,m} :	81,2			
	12 Teilbeurteilungspegel Bahnen L _{r,e,b} :			-	
	13 Gesamtemissionspegel L _{r,e} :	81,2			
Bestimmung der Ausbreitungsdämpfung	14 Bebauungsgrad auf gegenüberliegender Strassenseite B ₀ :	0,7			
	15 Bebauungsgrad auf Berechnungspunkt-Seite, 1. Häuserreihe B ₁ :	0,8			
	16 REFLEXIONSZUSCHLAG ΔR :			+ 3,2	6
	17 Bebauungsgrad auf Berechnungpt.-Seite, 2. vorgelag. Häuserreihe B ₂ :	-			
	18 Hindernisdämpfung bei geschlossener Bebauung H _{geschl.} :	-			
	19 HINDERNISDAEMPfung ΔH :			- -	7
	20 Abstand Quelle-Empfänger in m S :	24			
	21 ABSTANDSDAEMPfung ΔS :			- 14,2	8
	22 Aspektwinkel in ° φ :	180			
23 ASPEKTWINKELREDUKTION Δφ :			- 0,0	9	

24	Beurteilungspegel (Summe 13 + 16 + 19 + 21 + 23)	L _r	70,2	dB(A)
----	--	----------------	------	-------

Beispiel Nr. 3: Schenkstrasse 29a, Bern
(auf Schlosstrasse)

Situation: 1 : 2000



STADT - STRASSEN - LÄRM - MODELL

Berechnungsformular mit dem Programm SSLM3 auf HP-41C

<p><u>Berechnungspunkt</u></p> <p>Adresse : <u>Schentstrasse 29a</u> <u>Bern</u></p> <p>Schallquelle(n) : <u>Schlossstrasse</u></p>	<p>Situation</p>
---	------------------

	Schritt	Eingaben/Ausgaben	Eingabewert	Taste
Eingabe	1	Programmstart		A
	2	Aufwärts fahrende "Personenwagen" (Kateg. 1)	N1 aufw. = 204 Fz/h	R/S
	3	Abwärts fahrende "Personenwagen" (Kateg. 1)	N1 abw. = 204 Fz/h	R/S
	4	Aufwärts fahrende "Lastwagen" (Kateg. 2)	N2 aufw. = 31 Fz/h	R/S
	5	Abwärts fahrende "Lastwagen" (Kateg. 2)	N2 abw. = 32 Fz/h	R/S
	6	Strassenbahnen (aufwärts + abwärts)	Nb = - Züge/h	R/S
	7	Pegelkorrektur	K2 = - dB(A)	R/S
	8	Fahrgeschwindigkeit der "PW"	V1 = 50 km/h	R/S
	9	Fahrgeschwindigkeit der "LW"	V2 = 50 km/h	R/S
	10	Strassenneigung	i = 0 %	R/S
	11	Belagskorrektur	A = - dB	R/S
	12	Bebauungsgrad auf gegenüberliegenden Strassenseiten	B ₀ = 0,3 m/m	R/S
	13	Bebauungsgrad auf Berechnungspunkt-Seite, 1. Häuserreihe	B ₁ = 0,3 m/m	R/S
	14	Bebauungsgrad auf Ber.-pt.-Seite, 2. vorgelag. Häuserreihe	B ₂ = 0 m/m	R/S
	15	fiktive Hinderungsdämpfung bei geschlossener Bebauung	ΔH _{geschl.} = 20 dB	R/S
	16	Distanz Quelle-Empfänger	S = 68 m	R/S
	17	Aspektwinkel	φ = 180 Grad	R/S
Ausgabe	18	Berechnung und Ausgabe Schlussresultat (Schritt 31)		E
	19	Berechnung und Ausgabe mit Zwischenresultaten (Schritte 20-31)		f E
	20	Emissionspegel Strasse	Leq,e,m = 76,5 dB(A)	R/S
	21	Pegelkorrektur Motorfahrzeuglärm	K1 = - dB(A)	R/S
	22	Teilbeurteilungspegel Motorfahrzeugen	Lr,e,m = 76,5 dB(A)	R/S
	23	Emissionspegel Strassenbahn	Leq,e,b = - dB(A)	R/S
	24	Pegelkorrektur Bahnlärm	K2 = - dB(A)	R/S
	25	Teilbeurteilungspegel Bahnen	Lr,e,b = - dB(A)	R/S
	26	Gesamtemissionspegel	Lr,e = 76,5 dB(A)	R/S
	27	Reflexionszuschlag	ΔR = + 1,1 dB(A)	R/S
	28	Hindernisdämpfung	ΔH = - 1,5 dB(A)	R/S
	29	Abstandsämpfung	ΔS = - 19,5 dB(A)	R/S
	30	Aspektwinkelreduktion	Δφ = - 0,0 dB(A)	R/S
	31	Beurteilungspegel	<u>Lr = 56,6 dB(A)</u>	
Änderung	32	Änderung der Eingabewerte Schrittnummer des zu ändernden Eingabewertes		B
	33	Neuer Wert eingeben		R/S
	34	Weiterfahren bei 18,19 oder 32		
	35	Nächste Berechnung mit gleichem Emissionspegel 12		F

STADT - STRASSEN - LÄRM - MODELL

Berechnungsformular Handrechnung

<p><u>Berechnungspunkt</u></p> <p>Adresse : <u>Schenkstrasse 29a</u></p> <p style="margin-left: 20px;"><u>Bern</u></p> <p>Schallquelle(n): <u>Schlosstrasse</u></p> <p>.....</p>	<p>Situation</p>
--	------------------

Schritt						
Bestimmung des Emissionspegels der Fz-Kategorien		Fahrzeugkategorie	1 ("FW")	2 ("LW")	BAHN	Anhang
	1	Geschwindigkeit in km/h V:	50	50		
	2	gewichtete Steigung in % I:	-	-		
	3	EMISSIONSWERT E _i :	45,9	56,6	-	2
	4	BELAGSKORREKTUR A:	-	-		3
	5	Verkehrsmenge in Fz/h N:	408	63	-	
	6	VERKEHRSMENGENZUSCHLAG 10 log N:	26,7	19,0	-	4
7	Emissionspegel (Summe 3+ 4 + 6) L _{Ei} :	72,0	74,6	-		
Emissionspegeladdition	8	L _{E1} ⊕ L _{E2} :	76,5			
	9	Pegelkorrektur Motorfahrzeuglärm K1:	-			5
	10	Pegelkorrektur Bahnlärm K2:			-	
	11	Teilbeurteilungspegel Motorfahrzeugen L _{r,e,m} :	76,5			
	12	Teilbeurteilungspegel Bahnen L _{r,e,b} :			-	
	13	Gesamtemissionspegel L _{r,e} :		76,5		
Bestimmung der Ausbreitungsdämpfung	14	Bebauungsgrad auf gegenüberliegender Strassenseite B ₀ :	0,3			
	15	Bebauungsgrad auf Berechnungspunkt-Seite, 1. Häuserreihe B ₁ :	0,3			
	16	REFLEXIONSZUSCHLAG ΔR :			+ 1,1	6
	17	Bebauungsgrad auf Berechnungpt.-Seite, 2. vorgelag. Häuserreihe B ₂ :	-			
	18	Hindernisdämpfung bei geschlossener Bebauung H _{geschl.} :	20			
	19	HINDERNISDAEMPfung ΔH :			- 1,5	7
	20	Abstand Quelle-Empfänger in m S :	68			
	21	ABSTANDSDAEMPfung ΔS :			- 19,5	8
	22	Aspektwinkel in ° φ :	180			
	23	ASPEKTWINKELREDUKTION Δφ :			- 0	9

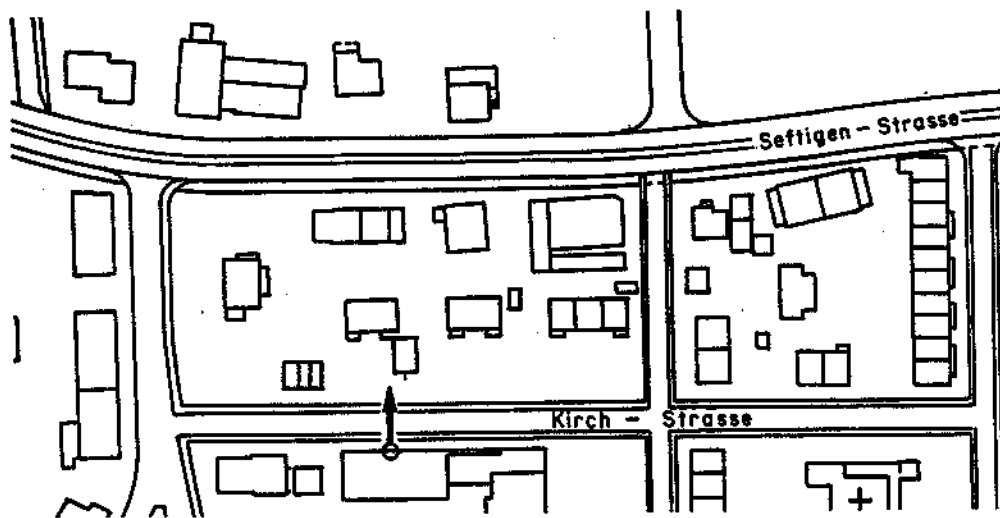
24	Beurteilungspegel (Summe 13 + 16 + 19 + 21 + 23)	L _r :	56,6	dB(A)
----	--	------------------	------	-------

Beispiel Nr. 4:

Dorfstrasse Wabern
(auf Seftigenstrasse)

Situation:

1 : 2000



STADT - STRASSEN - LÄRM - MODELL

Berechnungsformular mit dem Programm SSLM3 auf HP-41C

<p><u>Berechnungspunkt</u></p> <p>Adresse : <i>Dorfseehaus</i>.....</p> <p style="margin-left: 100px;"><i>Wabern</i></p> <p>Schallquelle(n) : <i>Seffigenstrasse</i>.....</p> <p>.....</p>	<p>Situation</p>
--	------------------

Schritt	Eingaben/Ausgaben	Eingabewert	Taste	
Eingabe	1	Programmstart	A	
	2	Aufwärts fahrende "Personenwagen" (Kateg. 1)	N1 aufw. = <i>650</i> Fz/h	R/S
	3	Abwärts fahrende "Personenwagen" (Kateg. 1)	N1 abw. = <i>650</i> Fz/h	R/S
	4	Aufwärts fahrende "Lastwagen" (Kateg. 2)	N2 aufw. = <i>45</i> Fz/h	R/S
	5	Abwärts fahrende "Lastwagen" (Kateg. 2)	N2 abw. = <i>45</i> Fz/h	R/S
	6	Strassenbahnen (aufwärts + abwärts)	Nb = <i>26</i> Züge/h	R/S
	7	Pegelkorrektur	K2 = <i>-5</i> dB(A)	R/S
	8	Fahrgeschwindigkeit der "PW"	V1 = <i>60</i> km/h	R/S
	9	Fahrgeschwindigkeit der "LW"	V2 = <i>60</i> km/h	R/S
	10	Strassenneigung	i = <i>- %</i>	R/S
	11	Belagskorrektur	A = <i>-</i> dB	R/S
	12	Bebauungsgrad auf gegenüberliegenden Strassenseiten	B ₀ = <i>0,3</i> m/m	R/S
	13	Bebauungsgrad auf Berechnungspunkt-Seite, 1. Häuserreihe	B ₁ = <i>0,5</i> m/m	R/S
	14	Bebauungsgrad auf Ber.-pt.-Seite, 2. vorgelag. Häuserreihe	B ₂ = <i>0,5</i> m/m	R/S
	15	fiktive Hinderungsämpfung bei geschlossener Bebauung	ΔH _{geschl.} = <i>20</i> dB	R/S
	16	Distanz Quelle-Empfänger	S = <i>80</i> m	R/S
	17	Aspektwinkel	φ = <i>120</i> Grad	R/S
Ausgabe	18	Berechnung und Ausgabe Schlussresultat (Schritt 31)	E	
	19	Berechnung und Ausgabe mit Zwischenresultaten (Schritte 20-31)	f E	
	20	Emissionspegel Strasse	Leq,e,m = <i>81,0</i> dB(A)	R/S
	21	Pegelkorrektur Motorfahrzeuglärm	K1 = <i>-</i> dB(A)	R/S
	22	Teilbeurteilungspegel Motorfahrzeugen	Lr,e,m = <i>81,0</i> dB(A)	R/S
	23	Emissionspegel Strassenbahn	Leq,e,b = <i>70,1</i> dB(A)	R/S
	24	Pegelkorrektur Bahnlärm	K2 = <i>-5</i> dB(A)	R/S
	25	Teilbeurteilungspegel Bahnen	Lr,e,b = <i>65,7</i> dB(A)	R/S
	26	Gesamtemissionspegel	Lr,e = <i>81,1</i> dB(A)	R/S
	27	Reflexionszuschlag	ΔR = + <i>1,2</i> dB(A)	R/S
	28	Hindernisdämpfung	ΔH = - <i>5,9</i> dB(A)	R/S
	29	Abstandsämpfung	ΔS = - <i>20,4</i> dB(A)	R/S
	30	Aspektwinkelreduktion	Δφ = - <i>1,8</i> dB(A)	R/S
	31	Beurteilungspegel	<u>Lr = <i>54,2</i> dB(A)</u>	
Änderung	32	<u>Änderung der Eingabewerte</u> Schrittnummer des zu ändernden Eingabewertes	B	
	33	Neuer Wert eingeben	R/S	
	34	Weiterfahren bei 18,19 oder 32		
	35	Nächste Berechnung mit gleichem Emissionspegel 12	F	

STADT - STRASSEN - LÄRM - MODELL

Berechnungsformular Handrechnung

<u>Berechnungspunkt</u> Adresse : <i>Dorf schulhaus</i> <i>Wabern</i> Schallquelle(n): <i>Seftigen chaussee</i>	Situation
---	-----------

Schritt						
Bestimmung des Emissionspegels der Fz-kategorien		Fahrzeugkategorie	1 ("PW")	2 ("LW")	BAHN	Anhang
	1	Geschwindigkeit in km/h V:	60	60		
	2	gewichtete Steigung in % I:	0	0		
	3	EMISSIONSWERT E _i :	47,5	57,7	56,0	2
	4	BELAGSKORREKTUR A:	-	-		3
	5	Verkehrsmenge in Fz/h N:	1300	90	26	
	6	VERKEHRSMENGENZUSCHLAG 10 log N:	31,7	19,5	14,1	4
7	Emissionspegel (Summe 3+ 4 + 6) L _{Ei} :	78,6	77,2	70,1		
Emissionspegeladdition	8	L _{E1} ⊕ L _{E2} :	81,0			
	9	Pegelkorrektur Motorfahrzeuglärm K1:	0			5
	10	Pegelkorrektur Bahnlärm K2:			-5	
	11	Teilbeurteilungspegel Motorfahrzeugen L _{r,e,m} :	81,0			
	12	Teilbeurteilungspegel Bahnen L _{r,e,b} :			65,1	
	13	Gesamtemissionspegel L _{r,e} :	81,1			
Bestimmung der Ausbreitungsdämpfung	14	Bebauungsgrad auf gegenüberliegender Strassenseite B ₀ :	0,3			
	15	Bebauungsgrad auf Berechnungspunkt-Seite, 1. Häuserreihe B ₁ :	0,5			
	16	REFLEXIONSZUSCHLAG ΔR :			+ 1,3	6
	17	Bebauungsgrad auf Berechnungpt.-Seite, 2. vorgelag. Häuserreihe B ₂ :	0,5			
	18	Hindernisdämpfung bei geschlossener Bebauung H _{geschl.} :	20			
	19	HINDERNISDAEMPfung ΔH :			- 5,9	7
	20	Abstand Quelle-Empfänger in m S :	80			
	21	ABSTANDSDAEMPfung ΔS :			- 20,5	8
	22	Aspektwinkel in ° φ :	120			
	23	ASPEKTWINKELREDUKTION Δφ :			- 1,8	9

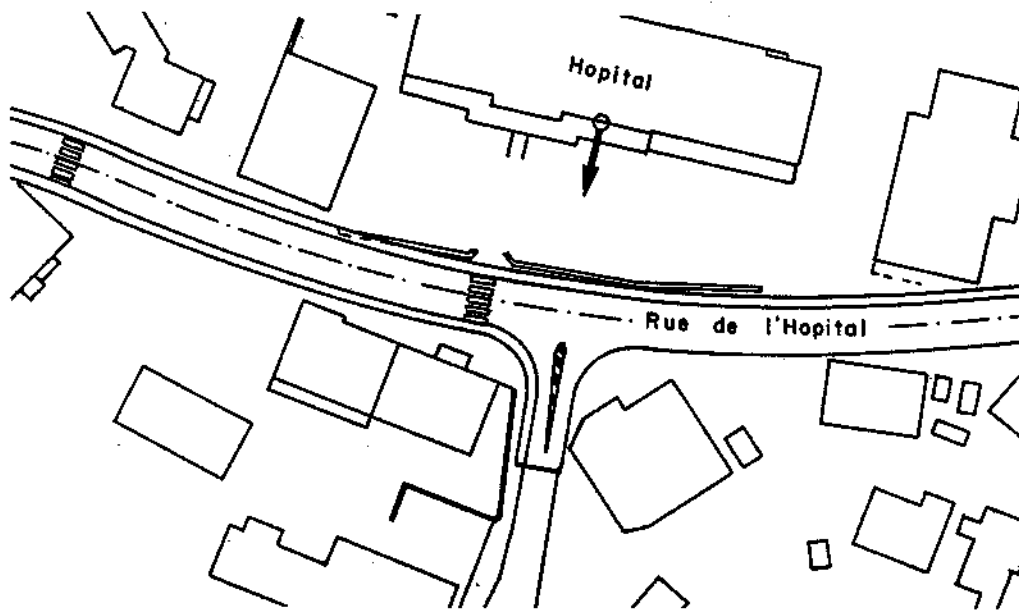
24	Beurteilungspegel (Summe 13 + 16 + 19 + 21 + 23) L _r :	54,2	dB(A)
----	---	------	-------

Beispiel Nr. 5:

Hôpital de Saignelégier
(auf Route de l'Hôpital)

Situation:

~ 1 : 1400



STADT - STRASSEN - LÄRM - MODELL

Berechnungsformular mit dem Programm SSLM3 auf HP-41C

<p><u>Berechnungspunkt</u></p> <p>Adresse: <i>Hôpital de Saïgnelegier</i></p> <p>Schallquelle(n): <i>Saïgnelegier, Route de l'Hôpital</i></p>	<p>Situation</p>
---	------------------

Schritt	Eingaben/Ausgaben	Eingabewert	Taste	
Eingabe	1	Programmstart	A	
	2	Aufwärts fahrende "Personenwagen" (Kateg. 1)	N1 aufw. = <i>83</i> Fz/h	R/S
	3	Abwärts fahrende "Personenwagen" (Kateg. 1)	N1 abw. = <i>83</i> Fz/h	R/S
	4	Aufwärts fahrende "Lastwagen" (Kateg. 2)	N2 aufw. = <i>5</i> Fz/h	R/S
	5	Abwärts fahrende "Lastwagen" (Kateg. 2)	N2 abw. = <i>5</i> Fz/h	R/S
	6	Strassenbahnen (aufwärts + abwärts)	Nb = - Züge/h	R/S
	7	Pegelkorrektur	K2 = - dB(A)	R/S
	8	Fahrgeschwindigkeit der "PW"	V1 = <i>60</i> km/h	R/S
	9	Fahrgeschwindigkeit der "LW"	V2 = <i>60</i> km/h	R/S
	10	Strassenneigung	i = - %	R/S
	11	Belagskorrektur	A = - dB	R/S
	12	Bebauungsgrad auf gegenüberliegenden Strassenseiten	B ₀ = <i>0,5</i> m/m	R/S
	13	Bebauungsgrad auf Berechnungspunkt-Seite, 1. Häuserreihe	B ₁ = <i>0,8</i> m/m	R/S
	14	Bebauungsgrad auf Ber.-pt.-Seite, 2. vorgelag. Häuserreihe	B ₂ = <i>0</i> m/m	R/S
	15	fiktive Hinderungsdämpfung bei geschlossener Bebauung	$\Delta H_{\text{geschl.}}$ = <i>0</i> dB	R/S
	16	Distanz Quelle-Empfänger	S = <i>35</i> m	R/S
	17	Aspektwinkel	φ = <i>135</i> Grad	R/S
Ausgabe	18	Berechnung und Ausgabe Schlussresultat (Schritt 31)	E	
	19	Berechnung und Ausgabe mit Zwischenresultaten (Schritte 20-31)	f E	
	20	Emissionspegel Strasse	Leq,e,m = <i>71,8</i> dB(A)	R/S
	21	Pegelkorrektur Motorfahrzeuglärm	K1 = <i>0</i> dB(A)	R/S
	22	Teilbeurteilungspegel Motorfahrzeugen	Lr,e,m = <i>71,8</i> dB(A)	R/S
	23	Emissionspegel Strassenbahn	Leq,e,b = <i>0</i> dB(A)	R/S
	24	Pegelkorrektur Bahnlärm	K2 = <i>0</i> dB(A)	R/S
	25	Teilbeurteilungspegel Bahnen	Lr,e,b = <i>0</i> dB(A)	R/S
	26	Gesamtemissionspegel	Lr,e = <i>71,8</i> dB(A)	R/S
	27	Reflexionszuschlag	ΔR = + <i>2,3</i> dB(A)	R/S
	28	Hindernisdämpfung	ΔH = - <i>0</i> dB(A)	R/S
	29	Abstandsdämpfung	ΔS = - <i>16,0</i> dB(A)	R/S
	30	Aspektwinkelreduktion	$\Delta \varphi$ = - <i>1,2</i> dB(A)	R/S
	31	Beurteilungspegel	<u>Lr = <i>56,8</i> dB(A)</u>	
Änderung	32	<u>Änderung der Eingabewerte</u> Schrittnummer des zu ändernden Eingabewertes	B	
	33	Neuer Wert eingeben	R/S	
	34	Weiterfahren bei 18,19 oder 32		
	35	Nächste Berechnung mit gleichem Emissionspegel 12	F	

STADT - STRASSEN - LÄRM - MODELL

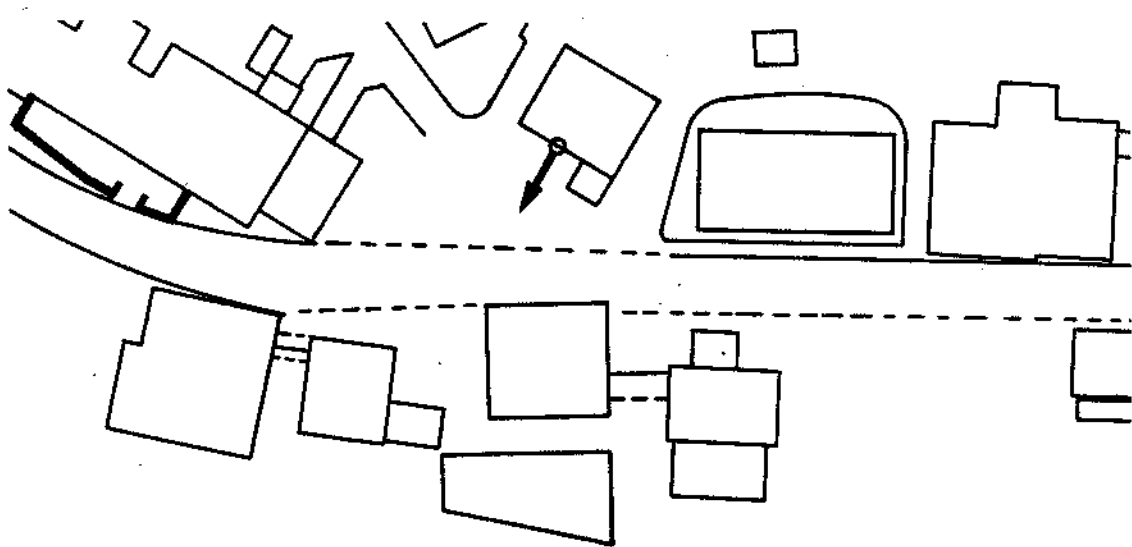
Berechnungsformular Handrechnung

<u>Berechnungspunkt</u> Adresse : <i>Hôpital de Saignelegier</i> <i>Saignelegier</i> Schallquelle(n): <i>Park de l'hôpital</i>	Situation
--	-----------

Schritt			1 ("PW")	2 ("LW")	BAHN	Anhang
Bestimmung des Emissionspegels der Fz-Kategorien	Fahrzeugkategorie					
	1	Geschwindigkeit in km/h V:	60	60		
	2	gewichtete Steigung in % I _t :	0	0		
	3	EMISSIONSWERT E _t :	47,5	57,2	-	2
	4	BELAGSKORREKTUR A:	0	0		3
	5	Verkehrsmenge in Fz/h N:	166	10	-	
	6	VERKEHRSMENGENZUSCHLAG 10 log N:	22	10	-	4
7	Emissionspegel (Summe 3+ 4 + 6) L _{Ei} :	69,5	67,2	-		
Emissionspegeladdition	8	L _{E1} ⊕ L _{E2} :	71,5			
	9	Pegelkorrektur Motorfahrzeuglärm K1:	0			5
	10	Pegelkorrektur Bahnlärm K2:			-	
	11	Teilbeurteilungspegel Motorfahrzeugen L _{r,e,m} :	71,5			
	12	Teilbeurteilungspegel Bahnen L _{r,e,b} :			-	
	13	Gesamtemissionspegel L _{r,e} :	71,5			
Bestimmung der Ausbreitungsdämpfung	14	Bebauungsgrad auf gegenüberliegender Strassenseite B ₀ :	0,5			
	15	Bebauungsgrad auf Berechnungspunkt-Seite, 1. Häuserreihe B ₁ :	0,8			
	16	REFLEXIONSZUSCHLAG ΔR :			+ 2,3	6
	17	Bebauungsgrad auf Berechnungpt.-Seite, 2. vorgelag. Häuserreihe B ₂ :	0			
	18	Hindernisdämpfung bei geschlossener Bebauung H _{geschl.} :	0			
	19	HINDERNISDAEMPfung ΔH :			- 0	7
	20	Abstand Quelle-Empfänger in m S :	35			
	21	ABSTANDSDAEMPfung ΔS :			- 16,0	8
	22	Aspektwinkel in ° φ :	135			
23	ASPEKTWINKELREDUKTION Δφ :			- 1,2	9	
24	Beurteilungspegel (Summe 13 + 16 + 19 + 21 + 23) L _r :	56,6			dB(A)	

Beispiel Nr. 6: Route de Bâle 9
 Soyhières

Situation: 1 : 1000



STADT - STRASSEN - LÄRM - MODELL

Berechnungsformular mit dem Programm SSLM3 auf HP-41C

<u>Berechnungspunkt</u> Adresse : <i>Route de Bâle 9</i> <i>Soyhières (LU)</i> Schallquelle(n) : <i>Route de Bâle.....</i>	Situation
--	-----------

Schritt	Eingaben/Ausgaben	Eingabewert	Taste	
Eingabe	1	Programmstart	A	
	2	Aufwärts fahrende "Personenwagen" (Kateg. 1)	N1 aufw. = <i>116</i> Fz/h	R/S
	3	Abwärts fahrende "Personenwagen" (Kateg. 1)	N1 abw. = <i>116</i> Fz/h	R/S
	4	Aufwärts fahrende "Lastwagen" (Kateg. 2)	N2 aufw. = <i>23</i> Fz/h	R/S
	5	Abwärts fahrende "Lastwagen" (Kateg. 2)	N2 abw. = <i>22</i> Fz/h	R/S
	6	Strassenbahnen (aufwärts + abwärts)	Nb = <i>0</i> Züge/h	R/S
	7	Pegelkorrektur	K2 = <i>0</i> dB(A)	R/S
	8	Fahrgeschwindigkeit der "PW"	V1 = <i>60</i> km/h	R/S
	9	Fahrgeschwindigkeit der "LW"	V2 = <i>60</i> km/h	R/S
	10	Strassenneigung	i = <i>0</i> %	R/S
	11	Belagskorrektur	A = <i>0</i> dB	R/S
	12	Bebauungsgrad auf gegenüberliegenden Strassenseiten	B ₀ = <i>0,6</i> m/m	R/S
	13	Bebauungsgrad auf Berechnungspunkt-Seite, 1. Häuserreihe	B ₁ = <i>0,6</i> m/m	R/S
	14	Bebauungsgrad auf Ber.-pt.-Seite, 2. vorgelag. Häuserreihe	B ₂ = <i>0</i> m/m	R/S
	15	fiktive Hinderungs-dämpfung bei geschlossener Bebauung	$\Delta H_{\text{geschl.}}$ = <i>0</i> dB	R/S
	16	Distanz Quelle-Empfänger	S = <i>17</i> m	R/S
	17	Aspektwinkel	φ = <i>135</i> Grad	R/S
Ausgabe	18	Berechnung und Ausgabe Schlussresultat (Schritt 31)	E	
	19	Berechnung und Ausgabe mit Zwischenresultaten (Schritte 20-31)	F E	
	20	Emissionspegel Strasse	Leq,e,m = <i>75,9</i> dB(A)	R/S
	21	Pegelkorrektur Motorfahrzeuglärm	K1 = <i>0</i> dB(A)	R/S
	22	Teilbeurteilungspegel Motorfahrzeugen	Lr,e,m = <i>75,9</i> dB(A)	R/S
	23	Emissionspegel Strassenbahn	Leq,e,b = <i>-</i> dB(A)	R/S
	24	Pegelkorrektur Bahnlärm	K2 = <i>-</i> dB(A)	R/S
	25	Teilbeurteilungspegel Bahnen	Lr,e,b = <i>-</i> dB(A)	R/S
	26	Gesamtemissionspegel	Lr,e = <i>75,9</i> dB(A)	R/S
	27	Reflexionszuschlag	ΔR = + <i>2,5</i> dB(A)	R/S
	28	Hindernisdämpfung	ΔH = - <i>0</i> dB(A)	R/S
	29	Abstands-dämpfung	ΔS = - <i>12,6</i> dB(A)	R/S
	30	Aspektwinkelreduktion	$\Delta \varphi$ = - <i>12</i> dB(A)	R/S
	31	Beurteilungspegel	<u>Lr = <i>64,6</i> dB(A)</u>	
Änderung	32	<u>Änderung der Eingabewerte</u> Schrittnummer des zu ändernden Eingabewertes	B	
	33	Neuer Wert eingeben	R/S	
	34	Weiterfahren bei 18,19 oder 32		
	35	Nächste Berechnung mit gleichem Emissionspegel 12	F	

STADT - STRASSEN - LÄRM - MODELL

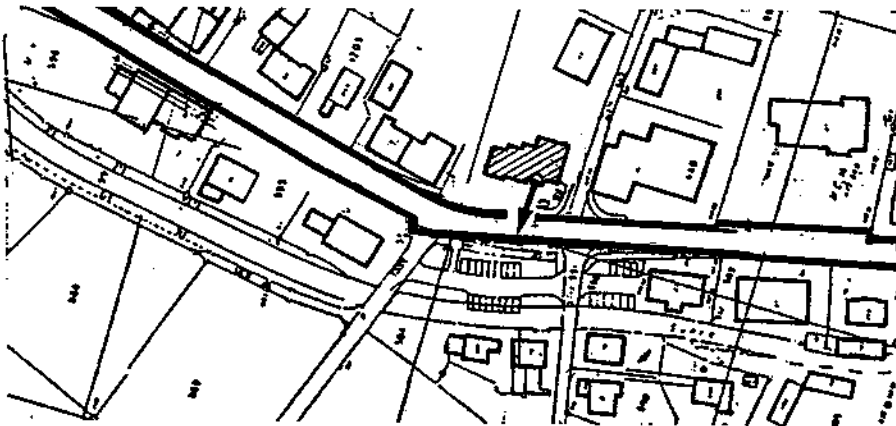
Berechnungsformular Handrechnung

<u>Berechnungspunkt</u> Adresse : <u>Zank de Bäle 9</u> <u>Soyhières (LU)</u> Schallquelle(n): <u>Zank de Bäle</u>	Situation
--	-----------

Schritt		1 ("Pw")	2 ("Lw")	BAHN	Anhang
Bestimmung des Emissionspegels der Fz-Kategorien	Fahrzeugkategorie				
	1 Geschwindigkeit in km/h V:	60	60		
	2 gewichtete Steigung in ‰ I:	0	0		
	3 EMISSIONSWERT E _i :	47,5	57,7	-	2
	4 BELAGSKORREKTUR A:	0	0		3
	5 Verkehrsmenge in Fz/h N:	232	45	-	
	6 VERKEHRSMENGENZUSCHLAG 10 log N:	23,6	16,5	-	4
7 Emissionspegel (Summe 3+ 4 + 6) L _{Ei} :	71,1	74,2	-		
Emissionspegeladdition	8 L _{E1} ⊕ L _{E2} :	75,9			
	9 Pegelkorrektur Motorfahrzeuglärm K1:	0			5
	10 Pegelkorrektur Bahnlärm K2:			-	
	11 Teilbeurteilungspegel Motorfahrzeugen L _{r,e,m} :	75,9			
	12 Teilbeurteilungspegel Bahnen L _{r,e,b} :			-	
	13 Gesamtemissionspegel L _{r,e} :	75,9			
Bestimmung der Ausbreitungsdämpfung	14 Bebauungsgrad auf gegenüberliegender Strassenseite B ₀ :	0,6			
	15 Bebauungsgrad auf Berechnungspunkt-Seite, 1. Häuserreihe B ₁ :	0,6			
	16 REFLEXIONSZUSCHLAG ΔR :			2,5	6
	17 Bebauungsgrad auf Berechnungpt.-Seite, 2. vorgelag. Häuserreihe B ₂ :	0			
	18 Hindernisdämpfung bei geschlossener Bebauung H _{geschl.} :	0			
	19 HINDERNISDAEMPfung ΔH :			- 0	7
	20 Abstand Quelle-Empfänger in m S :	17			
	21 ABSTANDSDAEMPfung ΔS :			- 1,6	8
	22 Aspektwinkel in ° φ :	135			
	23 ASPEKTWINKELREDUKTION Δφ :			- 1,2	9
24 Beurteilungspegel (Summe 13 + 16 + 19 + 21 + 23) L _r :	64,6			dB(A)	

Beispiel Nr. 7: Baumgartenstrasse 1
Oberentfelden (AG)

Situation: 1 : 2000



STADT - STRASSEN - LÄRM - MODELL

Berechnungsformular mit dem Programm SSLM3 auf HP-41C

<p><u>Berechnungspunkt</u></p> <p>Adresse : <i>Baumgartenstrasse 1</i> <i>Oberentfelden (AG)</i></p> <p>Schallquelle(n) : <i>Parauerstrasse</i></p>	<p>Situation</p>
---	------------------

Schritt	Eingaben/Ausgaben	Eingabewert	Taste	
Eingabe	1	Programmstart		A
	2	Aufwärts fahrende "Personenwagen" (Kateg. 1)	N1 aufw. = <i>155</i> Fz/h	R/S
	3	Abwärts fahrende "Personenwagen" (Kateg. 1)	N1 abw. = <i>155</i> Fz/h	R/S
	4	Aufwärts fahrende "Lastwagen" (Kateg. 2)	N2 aufw. = <i>14</i> Fz/h	R/S
	5	Abwärts fahrende "Lastwagen" (Kateg. 2)	N2 abw. = <i>14</i> Fz/h	R/S
	6	Strassenbahnen (aufwärts + abwärts)	Nb = <i>3</i> Züge/h	R/S
	7	Pegelkorrektur	K2 = <i>-5</i> dB(A)	R/S
	8	Fahrgeschwindigkeit der "PW"	V1 = <i>60</i> km/h	R/S
	9	Fahrgeschwindigkeit der "LW"	V2 = <i>60</i> km/h	R/S
	10	Strassenneigung	i = <i>0</i> ‰	R/S
	11	Belagskorrektur	A = <i>0</i> dB	R/S
	12	Bebauungsgrad auf gegenüberliegenden Strassenseiten	B ₀ = <i>0,6</i> m/m	R/S
	13	Bebauungsgrad auf Berechnungspunkt-Seite, 1. Häuserreihe	B ₁ = <i>0,6</i> m/m	R/S
	14	Bebauungsgrad auf Ber.-pt.-Seite, 2. vorgelag. Häuserreihe	B ₂ = <i>0</i> m/m	R/S
	15	fiktive Hinderungs-dämpfung bei geschlossener Bebauung	$\Delta H_{\text{geschl.}}$ = <i>0</i> dB	R/S
	16	Distanz Quelle-Empfänger	S = <i>15</i> m	R/S
	17	Aspektwinkel	φ = <i>180</i> Grad	R/S
Ausgabe	18	Berechnung und Ausgabe Schlussresultat (Schritt 31)		E
	19	Berechnung und Ausgabe mit Zwischenresultaten (Schritte 20-31)		f E
	20	Emissionspegel Strasse	Leq,e,m = <i>75,2</i> dB(A)	R/S
	21	Pegelkorrektur Motorfahrzeuglärm	K1 = <i>0</i> dB(A)	R/S
	22	Teilbeurteilungspegel Motorfahrzeugen	Lr,e,m = <i>75,2</i> dB(A)	R/S
	23	Emissionspegel Strassenbahn	Leq,e,b = <i>60,8</i> dB(A)	R/S
	24	Pegelkorrektur Bahnlärm	K2 = <i>-5</i> dB(A)	R/S
	25	Teilbeurteilungspegel Bahnen	Lr,e,b = <i>55,8</i> dB(A)	R/S
	26	Gesamtemissionspegel	Lr,e = <i>75,3</i> dB(A)	R/S
	27	Reflexionszuschlag	ΔR = + <i>2,5</i> dB(A)	R/S
	28	Hindernisdämpfung	ΔH = - <i>0</i> dB(A)	R/S
	29	Abstandsdämpfung	ΔS = - <i>12,0</i> dB(A)	R/S
	30	Aspektwinkelreduktion	$\Delta \varphi$ = - <i>0</i> dB(A)	R/S
	31	Beurteilungspegel	<u>Lr = <i>65,8</i> dB(A)</u>	
Änderung	32	<u>Änderung der Eingabewerte</u> Schrittnummer des zu ändernden Eingabewertes		B
	33	Neuer Wert eingeben		R/S
	34	Weiterfahren bei 18,19 oder 32		
	35	Nächste Berechnung mit gleichem Emissionspegel 12		F

STADT - STRASSEN - LÄRM - MODELL

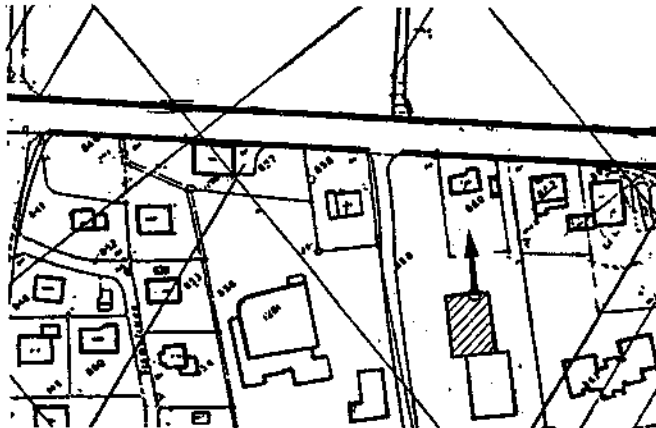
Berechnungsformular Handrechnung

<p><u>Berechnungspunkt</u></p> <p>Adresse : <u>Baumgartenstrasse 1</u> <u>Oberentfelden (AG)</u></p> <p>Schallquelle(n): <u>Harzauerstrasse</u></p>	<p>Situation</p>
---	------------------

Schritt						
Bestimmung des Emissionspegels der Fz-Kategorien		Fahrzeugkategorie	1 ("PW")	2 ("LW")	BAHN	Anhang
	1	Geschwindigkeit in km/h V:	60	60		
	2	gewichtete Steigung in % I:	0	0		
	3	EMISSIONSWERT E ₁ :	47,5	57,2	56	2
	4	BELAGSKORREKTUR A:	0	0		3
	5	Verkehrsmenge in Fz/h N:	310	28	3	
	6	VERKEHRSMENGENZUSCHLAG 10 log N:	24,9	14,5	4,8	4
7	Emissionspegel (Summe 3+ 4 + 6) L _{E1} :	72,4	71,7	60,8		
Emissionspegeladdition	8	L _{E1} ⊕ L _{E2} :	75,1			
	9	Pegelkorrektur Motorfahrzeuglärm K1:	0			5
	10	Pegelkorrektur Bahnlärm K2:			-5	
	11	Teilbeurteilungspegel Motorfahrzeugen L _{r,e,m} :	75,1			
	12	Teilbeurteilungspegel Bahnen L _{r,e,b} :			55,8	
	13	Gesamtemissionspegel L _{r,e} :	75,2			
Bestimmung der Ausbreitungsdämpfung	14	Bebauungsgrad auf gegenüberliegender Strassenseite B ₀ :	0,6			
	15	Bebauungsgrad auf Berechnungspunkt-Seite, 1. Häuserreihe B ₁ :	0,6			
	16	REFLEXIONSZUSCHLAG ΔR :			+ 2,5	6
	17	Bebauungsgrad auf Berechnungpt.-Seite, 2. vorgelag. Häuserreihe B ₂ :	0			
	18	Hindernisdämpfung bei geschlossener Bebauung H _{geschl.} :	0			
	19	HINDERNISDAEMPfung ΔH :			- 0	7
	20	Abstand Quelle-Empfänger in m S :	15			
	21	ABSTANDSDAEMPfung ΔS :			- 12,0	8
	22	Aspektwinkel in ° φ :	180			
23	ASPEKTWINKELREDUKTION Δφ :			- 0	9	
24	Beurteilungspegel (Summe 13 + 16 + 19 + 21 + 23) L _r :	65,7				dB(A)

Beispiel Nr. 8: Pfrundweg 3
Oberentfelden (AG)
(auf Aarauerstrasse)

Situation: 1 : 2000



STADT - STRASSEN - LÄRM - MODELL

Berechnungsformular mit dem Programm SSLM3 auf HP-41C

<u>Berechnungspunkt</u> Adresse : <u>Grundweg 3</u> <u>Oberentfelden</u> Schallquelle(n) : <u>Parquerstrasse</u>	Situation
---	-----------

Schritt	Eingaben/Ausgaben	Eingabewert	Taste	
Eingabe	1	Programmstart	A	
	2	Aufwärts fahrende "Personenwagen" (Kateg. 1)	N1 aufw. = <u>123</u> Fz/h	R/S
	3	Abwärts fahrende "Personenwagen" (Kateg. 1)	N1 abw. = <u>123</u> Fz/h	R/S
	4	Aufwärts fahrende "Lastwagen" (Kateg. 2)	N2 aufw. = <u>7</u> Fz/h	R/S
	5	Abwärts fahrende "Lastwagen" (Kateg. 2)	N2 abw. = <u>7</u> Fz/h	R/S
	6	Strassenbahnen (aufwärts + abwärts)	Nb = <u>0</u> Züge/h	R/S
	7	Pegelkorrektur	K2 = <u>0</u> dB(A)	R/S
	8	Fahrgeschwindigkeit der "PW"	v1 = <u>60</u> km/h	R/S
	9	Fahrgeschwindigkeit der "LW"	v2 = <u>60</u> km/h	R/S
	10	Strassenneigung	i = <u>0</u> %	R/S
	11	Belagskorrektur	A = <u>0</u> dB	R/S
	12	Bebauungsgrad auf gegenüberliegenden Strassenseiten	B ₀ = <u>0</u> m/m	R/S
	13	Bebauungsgrad auf Berechnungspunkt-Seite, 1. Häuserreihe	B ₁ = <u>0,3</u> m/m	R/S
	14	Bebauungsgrad auf Ber.-pt.-Seite, 2. vorgelag. Häuserreihe	B ₂ = <u>0</u> m/m	R/S
	15	fiktive Hinderungsämpfung bei geschlossener Bebauung	ΔH _{geschl.} = <u>10</u> dB	R/S
	16	Distanz Quelle-Empfänger	S = <u>45</u> m	R/S
	17	Aspektwinkel	φ = <u>180</u> Grad	R/S
Ausgabe	18	Berechnung und Ausgabe Schlussresultat (Schritt 31)	E	
	19	Berechnung und Ausgabe mit Zwischenresultaten (Schritte 20-31)	f E	
	20	Emissionspegel Strasse	Leq,e,m = <u>73,4</u> dB(A)	R/S
	21	Pegelkorrektur Motorfahrzeuglärm	K1 = <u>0</u> dB(A)	R/S
	22	Teilbeurteilungspegel Motorfahrzeugen	Lr,e,m = <u>73,4</u> dB(A)	R/S
	23	Emissionspegel Strassenbahn	Leq,e,b = <u>0</u> dB(A)	R/S
	24	Pegelkorrektur Bahnlärm	K2 = <u>0</u> dB(A)	R/S
	25	Teilbeurteilungspegel Bahnen	Lr,e,b = <u>0</u> dB(A)	R/S
	26	Gesamtemissionspegel	Lr,e = <u>73,4</u> dB(A)	R/S
	27	Reflexionszuschlag	ΔR = + <u>0</u> dB(A)	R/S
	28	Hindernisdämpfung	ΔH = - <u>1,4</u> dB(A)	R/S
	29	Abstandsämpfung	ΔS = - <u>17,3</u> dB(A)	R/S
	30	Aspektwinkelreduktion	Δφ = - <u>0</u> dB(A)	R/S
	31	Beurteilungspegel	<u>Lr = 54,7</u> dB(A)	
Änderung	32	<u>Änderung der Eingabewerte</u> Schrittnummer des zu ändernden Eingabewertes	B	
	33	Neuer Wert eingeben	R/S	
	34	Weiterfahren bei 18,19 oder 32		
	35	Nächste Berechnung mit gleichem Emissionspegel 12	F	

STADT - STRASSEN - LÄRM - MODELL

Berechnungsformular Handrechnung

<u>Berechnungspunkt</u> Adresse : <u>Pfundweg 3</u> <u>Oberentfelden</u> Schallquelle(n): <u>Aargauerstrasse</u>	Situation
---	-----------

Schritt		1 ("PW")	2 ("LW")	BAHN	Anhang
Bestimmung des Emissionspegels der Fz-Kategorien	Fahrzeugkategorie				
	1 Geschwindigkeit in km/h V:	60	60		
	2 gewichtete Steigung in % I:	0	0		
	3 EMISSIONSWERT E _i :	47,5	57,7	-	2
	4 BELAGSKORREKTUR A:	0	0		3
	5 Verkehrsmenge in Fz/h N:	246	74	-	
	6 VERKEHRSMENGENZUSCHLAG 10 log N:	24	71,5	-	4
7 Emissionspegel (Summe 3+ 4 + 6) L _{Ei} :	71,5	69,2	-		
Emissionspegeladdition	8 L _{E1} ⊕ L _{E2} :	73,5			
	9 Pegelkorrektur Motorfahrzeuglärm K1:	0			5
	10 Pegelkorrektur Bahnlärm K2:			-	
	11 Teilbeurteilungspegel Motorfahrzeugen L _{r,e,m} :	73,5			
	12 Teilbeurteilungspegel Bahnen L _{r,e,b} :			-	
	13 Gesamtemissionspegel L _{r,e} :	73,5			
Bestimmung der Ausbreitungsdämpfung	14 Bebauungsgrad auf gegenüberliegender Strassenseite B ₀ :	0			
	15 Bebauungsgrad auf Berechnungspunkt-Seite, 1. Häuserreihe B ₁ :	0,3			
	16 REFLEXIONSZUSCHLAG ΔR :			+ 0	6
	17 Bebauungsgrad auf Berechnungpt.-Seite, 2. vorgelag. Häuserreihe B ₂ :	0			
	18 Hindernisdämpfung bei geschlossener Bebauung H _{geschl.} :	10			
	19 HINDERNISDAEMPfung ΔH :			- 1,4	7
	20 Abstand Quelle-Empfänger in m S :	45			
	21 ABSTANDSDAEMPfung ΔS :			- 7,3	8
	22 Aspektwinkel in ° φ :	78°			
	23 ASPEKTWINKELREDUKTION Δφ :			- 0	9

24	Beurteilungspegel (Summe 13 + 16 + 19 + 21 + 23)	L _r :	54,8	dB(A)
----	--	------------------	------	-------

Beispiel Nr. 9:

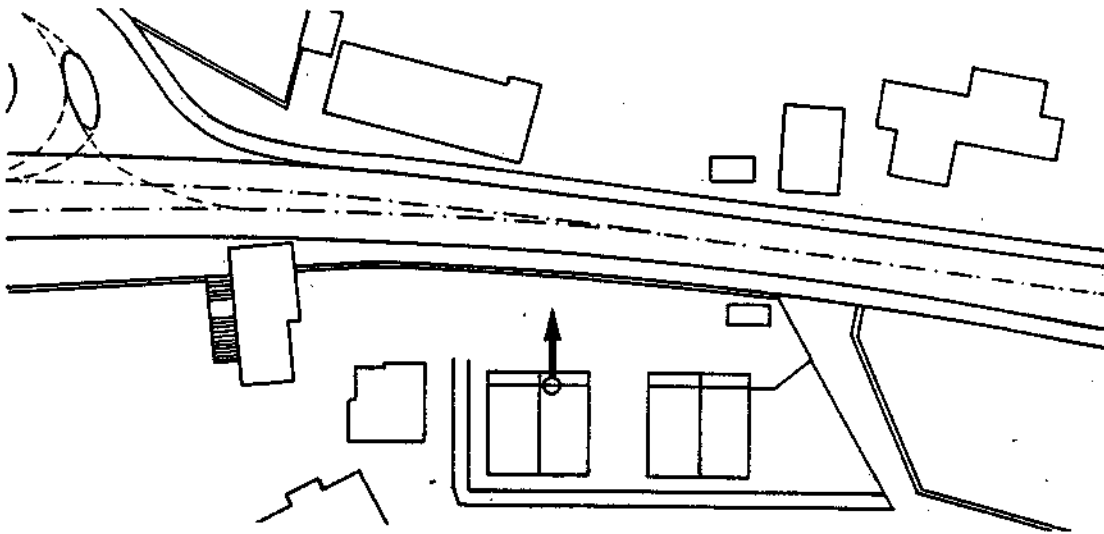
Vorstadt 25

Brugg

(auf Mittlere Umfahrung, Zurzacherstrasse)

Situation:

1 : 1000



STADT - STRASSEN - LÄRM - MODELL

Berechnungsformular mit dem Programm SSLM3 auf HP-41C

<p><u>Berechnungspunkt</u></p> <p>Adresse : <i>Vorstadt 25</i></p> <p style="margin-left: 100px;"><i>Brugg</i></p> <p>Schallquelle(n) : <i>mittlere Umföhrung</i></p> <p>.....</p>	<p>Situation</p>
--	------------------

Schritt	Eingaben/Ausgaben	Eingabewert	Taste	
Eingabe	1	Programmstart		A
	2	Aufwärts fahrende "Personenwagen" (Kateg. 1)	N1 aufw. = <i>267</i> Fz/h	R/S
	3	Abwärts fahrende "Personenwagen" (Kateg. 1)	N1 abw. = <i>267</i> Fz/h	R/S
	4	Aufwärts fahrende "Lastwagen" (Kateg. 2)	N2 aufw. = <i>72</i> Fz/h	R/S
	5	Abwärts fahrende "Lastwagen" (Kateg. 2)	N2 abw. = <i>73</i> Fz/h	R/S
	6	Strassenbahnen (aufwärts + abwärts)	Nb = <i>0</i> Züge/h	R/S
	7	Pegelkorrektur	K2 = <i>0</i> dB(A)	R/S
	8	Fahrgeschwindigkeit der "PW"	V1 = <i>60</i> km/h	R/S
	9	Fahrgeschwindigkeit der "LW"	V2 = <i>60</i> km/h	R/S
	10	Strassenneigung	i = <i>0</i> %	R/S
	11	Belagskorrektur	A = <i>0</i> dB	R/S
	12	Bebauungsgrad auf gegenüberliegenden Strassenseiten	B ₀ = <i>0,5</i> m/m	R/S
	13	Bebauungsgrad auf Berechnungspunkt-Seite, 1. Häuserreihe	B ₁ = <i>0,6</i> m/m	R/S
	14	Bebauungsgrad auf Ber.-pt.-Seite, 2. vorgelag. Häuserreihe	B ₂ = <i>0</i> m/m	R/S
	15	fiktive Hinderungs-dämpfung bei geschlossener Bebauung	$\Delta H_{\text{geschl.}}$ = <i>0</i> dB	R/S
	16	Distanz Quelle-Empfänger	S = <i>21</i> m	R/S
	17	Aspektwinkel	φ = <i>180</i> Grad	R/S
Ausgabe	18	Berechnung und Ausgabe Schlussresultat (Schritt 31)		E
	19	Berechnung und Ausgabe mit Zwischenresultaten (Schritte 20-31)		f E
	20	Emissionspegel Strasse	Leq,e,m = <i>80,6</i> dB(A)	R/S
	21	Pegelkorrektur Motorfahrzeuglärm	K1 = <i>0</i> dB(A)	R/S
	22	Teilbeurteilungspegel Motorfahrzeugen	Lr,e,m = <i>80,6</i> dB(A)	R/S
	23	Emissionspegel Strassenbahn	Leq,e,b = <i>0</i> dB(A)	R/S
	24	Pegelkorrektur Bahnlärm	K2 = <i>0</i> dB(A)	R/S
	25	Teilbeurteilungspegel Bahnen	Lr,e,b = <i>0</i> dB(A)	R/S
	26	Gesamtemissionspegel	Lr,e = <i>80,6</i> dB(A)	R/S
	27	Reflexionszuschlag	ΔR = + <i>2,1</i> dB(A)	R/S
	28	Hindernisdämpfung	ΔH = - <i>0</i> dB(A)	R/S
	29	Abstandsdämpfung	ΔS = - <i>13,6</i> dB(A)	R/S
	30	Aspektwinkelreduktion	$\Delta \varphi$ = - <i>0</i> dB(A)	R/S
	31	Beurteilungspegel	<u>Lr = <i>69,1</i> dB(A)</u>	
Änderung	32	<u>Änderung der Eingabewerte</u> Schrittnummer des zu ändernden Eingabewertes		B
	33	Neuer Wert eingeben		R/S
	34	Weiterfahren bei 18,19 oder 32		
	35	Nächste Berechnung mit gleichem Emissionspegel 12		F

STADT - STRASSEN - LÄRM - MODELL

Berechnungsformular Handrechnung

<u>Berechnungspunkt</u> Adresse : <u>Verstadt 25</u> <u>Bm99</u> Schallquelle(n): <u>mehrere Umfahrung</u>	Situation
--	-----------

Schritt							
Bestimmung des Emissionspegels der Fz-Kategorien		Fahrzeugkategorie		1 ("PW")	2 ("LW")	BAHN	Anhang
	1	Geschwindigkeit in km/h	V:	60	60		
	2	gewichtete Steigung in ‰	I:	0	0		
	3	EMISSIONSWERT	E _i :	47,5	57,7	-	2
	4	BELAGSKORREKTUR	A:	0	0		3
	5	Verkehrsmenge in Fz/h	N:	534	145	-	
	6	VERKEHRSMENGENZUSCHLAG	10 log N:	27,2	21,8	-	4
7	Emissionspegel (Summe 3+ 4 + 6)	L _{Ei} :	74,7	79,5	-		
Emissionspegeladdition	8		L _{e1} ⊕ L _{e2} :	80,7			
	9	Pegelkorrektur Motorfahrzeuglärm	K1:	0			5
	10	Pegelkorrektur Bahnlärm	K2:			-	
	11	Teilbeurteilungspegel Motorfahrzeugen	L _{r,e,m} :	80,7			
	12	Teilbeurteilungspegel Bahnen	L _{r,e,b} :			-	
	13	Gesamtemissionspegel	L _{r,e} :	80,7			
Bestimmung der Ausbreitungsdämpfung	14	Bebauungsgrad auf gegenüberliegender Strassenseite	B ₀ :	0,5			
	15	Bebauungsgrad auf Berechnungspunkt-Seite, 1. Häuserreihe	B ₁ :	0,6			
	16	REFLEXIONSZUSCHLAG	ΔR :			+ 2,1	6
	17	Bebauungsgrad auf Berechnungpt.-Seite, 2. vorgelag. Häuserreihe B ₂	:	0			
	18	Hindernisdämpfung bei geschlossener Bebauung	H _{geschl.} :	0			
	19	HINDERNISDAEMPfung	ΔH :			- 0	7
	20	Abstand Quelle-Empfänger in m	S :	27			
	21	ABSTANDSDAEMPfung	ΔS :			- 13,6	8
	22	Aspektwinkel in °	φ :	180			
23	ASPEKTWINKELREDUKTION	Δφ :			- 0	9	
24	Beurteilungspegel (Summe 13 + 16 + 19 + 21 + 23)	L _r :	69,2				dB(A)

3. A N H Ä N G E

Zusammenstellung

- 1 - Stunden-Ganglinienfaktoren
 - Monats-Ganglinienfaktoren
 - Prozentualer Anteil der charakteristischen Verkehrsmengen am durchschnittlichen täglichen Verkehr DTV
 - Prozentualer Anteil der Fahrzeugkategorien am DTV
- 2 - Emissionswerte nach Fahrzeugkategorien
- 3 - Belagskorrektur A
- 4 - Verkehrsmengenzuschlag
- 5 - Pegelkorrektur K1
- 6 - Reflexionszuschlag ΔR
- 7 - Hindernisdämpfung ΔH
- 8 - Abstandsdämpfung ΔS
- 9 - Aspektwinkelreduktion $\Delta \phi$
- 10 - Energetische Addition von Schallpegeln
- 11 - Bestimmen des Emissionswertes von Strassenbahnen
- 12 - Programmlisting SSLM3 für HP-41C/CV
- 13 - Programmlisting BASIC (DEC-MICROVAX II)
- 14 - Berechnungsformular für HP-41C/CV
- 15 - Berechnungsformular für Handrechnung
- 16 - Auszüge aus der Lärmschutz-Verordnung (LSV) vom 15. Dezember 1986

STUNDEN-GANGLINIENFAKTOREN

Strassentyp	$f_{(14 - 15)}$	$f_{(17 - 18)}$	$f_{(22 - 23)}$
HLS	17.36	10.53	45.45
HVS	16.80	11.49	36.36
SS	17.53	9.52	38.46

MONATS-GANGLINIENFAKTOREN

Monate	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
HLS	1.22	1.11	1.08	1.00	0.99	0.99	0.93	0.90	0.95	0.98	1.09	1.15
städt. HVS/SS	1.01	0.96	0.91	0.89	0.88	0.87	0.98	0.94	0.92	0.91	0.90	0.99
regionale HVS/SS	1.22	1.11	1.04	0.99	0.95	0.94	0.93	0.90	0.91	0.97	1.03	1.10

PROZENTUALER ANTEIL DER CHARAKTERISTISCHEN VERKEHRSMENGEN AM DTV

Strassentyp	α_t tags	α_n nachts
HLS	5.82	0.86
HVS	5.78	0.94
SS	5.88	0.75

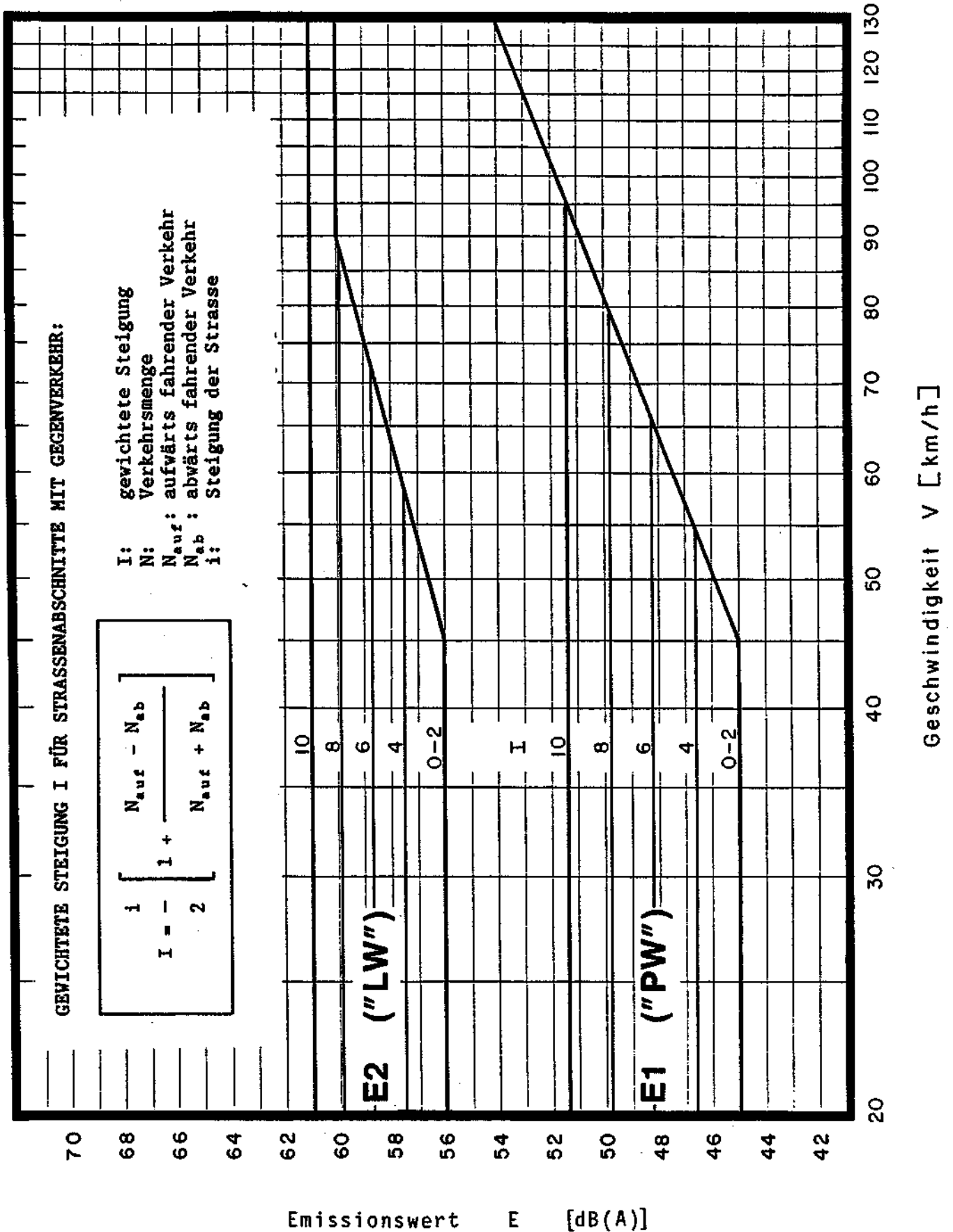
PROZENTUALER ANTEIL DER FAHRZEUGKATEGORIEN AM DTV

charakteristische Verkehrsmenge	N_t tags		N_n nachts	
	$\beta_{t,1}$	$\beta_{t,2}$	$\beta_{n,1}$	$\beta_{n,2}$
HLS	92	8	95	5
HVS + SS	90	10	95	5

- Motorfahrradanteil: 10X für HVS und SS, 0X für HLS
 - Tram, Linienbusse gemäss Fahrplan

EMISSIONSWERT E

Emissionswert E für Fahrzeugkategorie 1 (E1) resp. Fahrzeugkategorie 2 (E2):

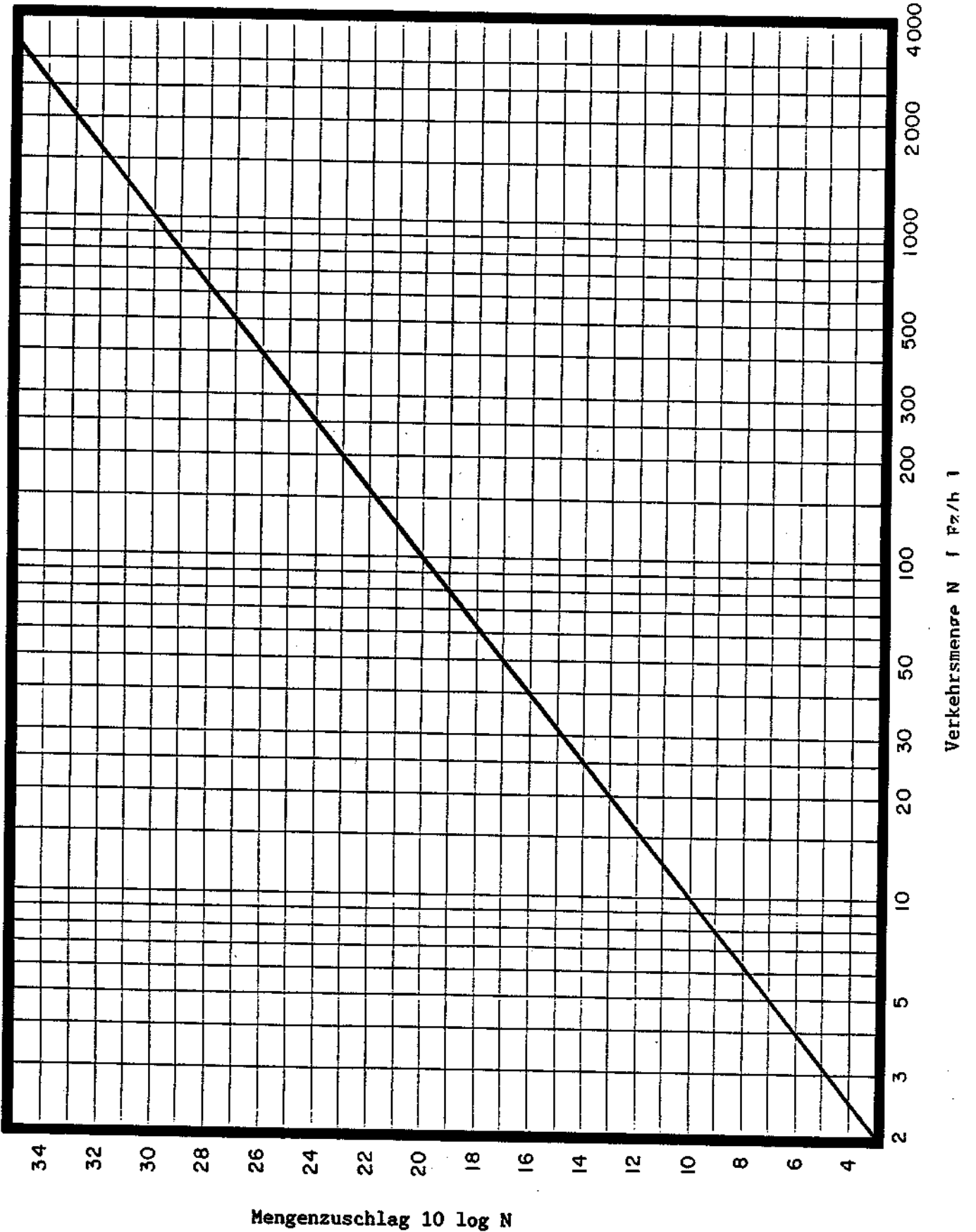


BELAGSKORREKTUR A

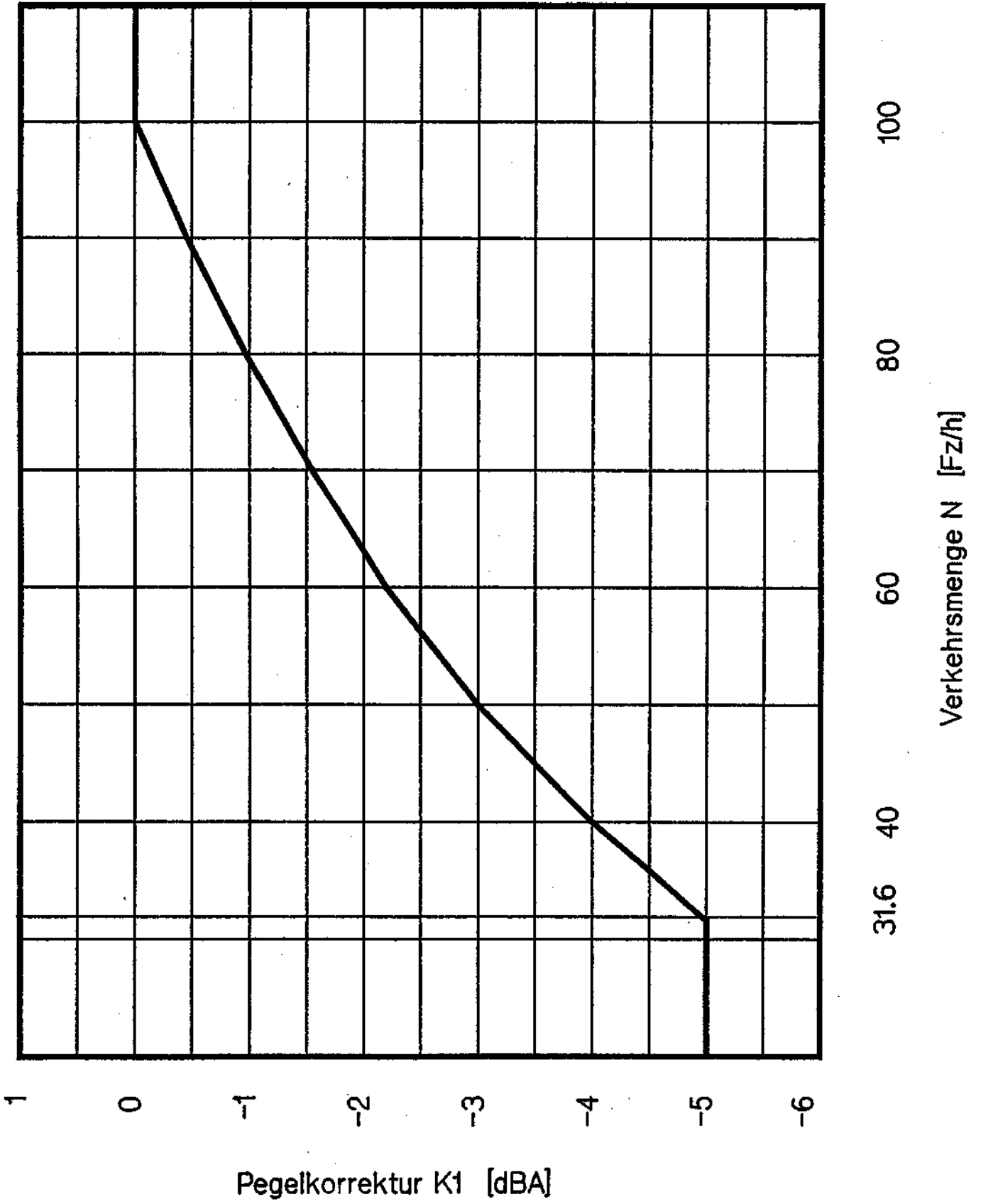
Der Emissionswert muss in Abhängigkeit des Strassenbelags korrigiert werden.

Belag	A
Asphaltbeton, Gussasphalt, Beton ungerillt, fugenlos	0
gerillter Beton, rauher oder gerillter Gussasphalt	+2
Pflastersteine	+6

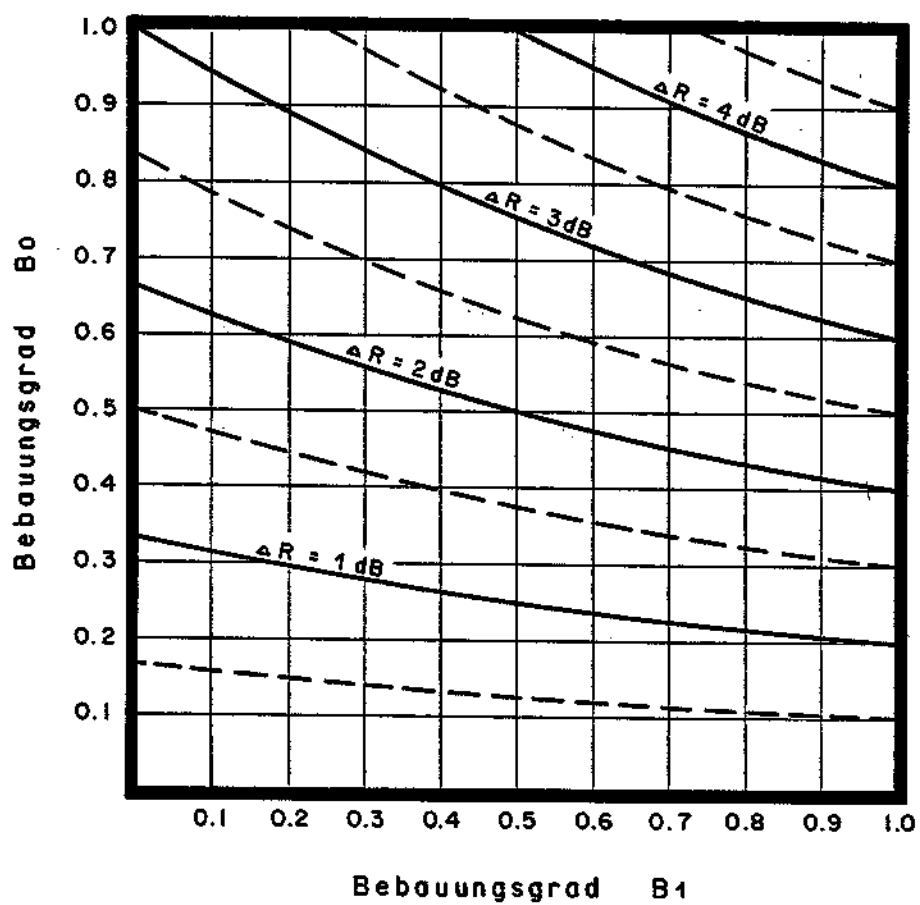
VERKEHRSMENGENZUSCHLAG



PEGELKORREKTUR K1

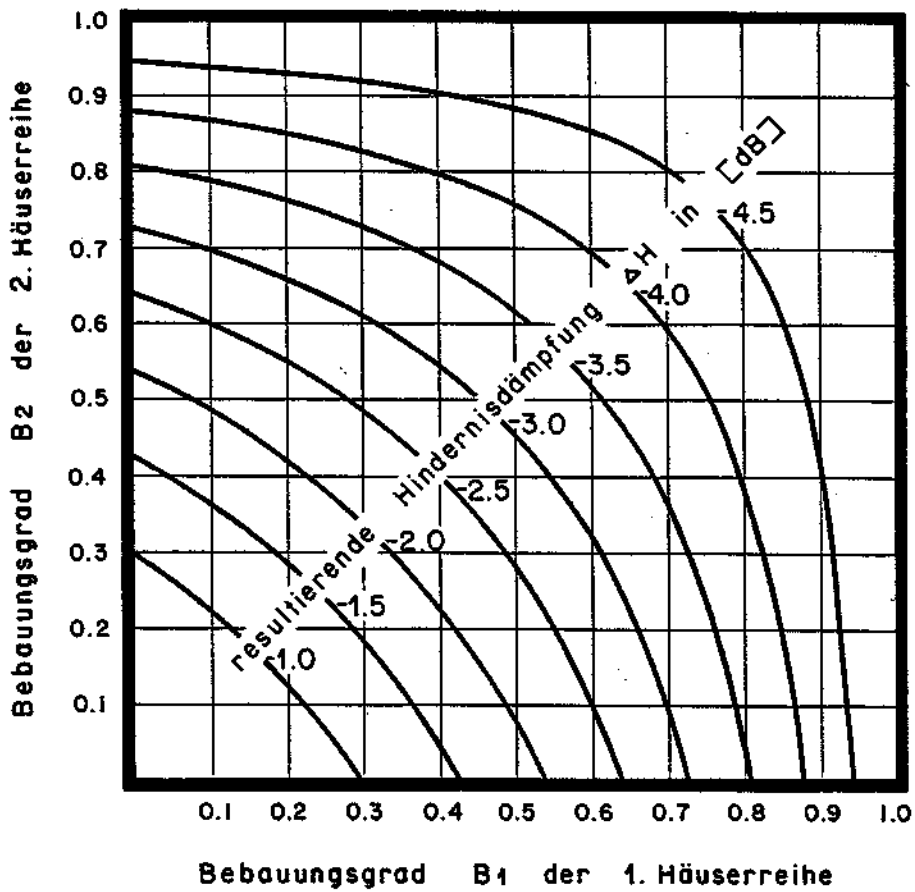
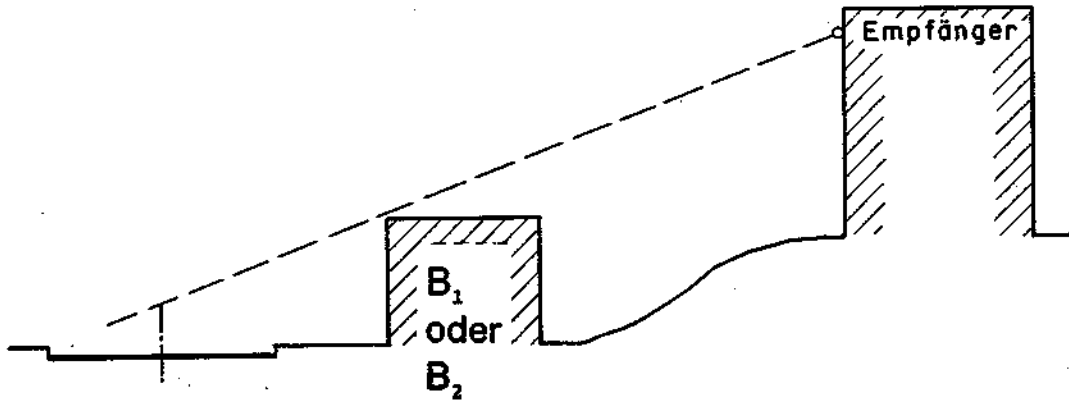


REFLEXIONSZUSCHLAG ΔR



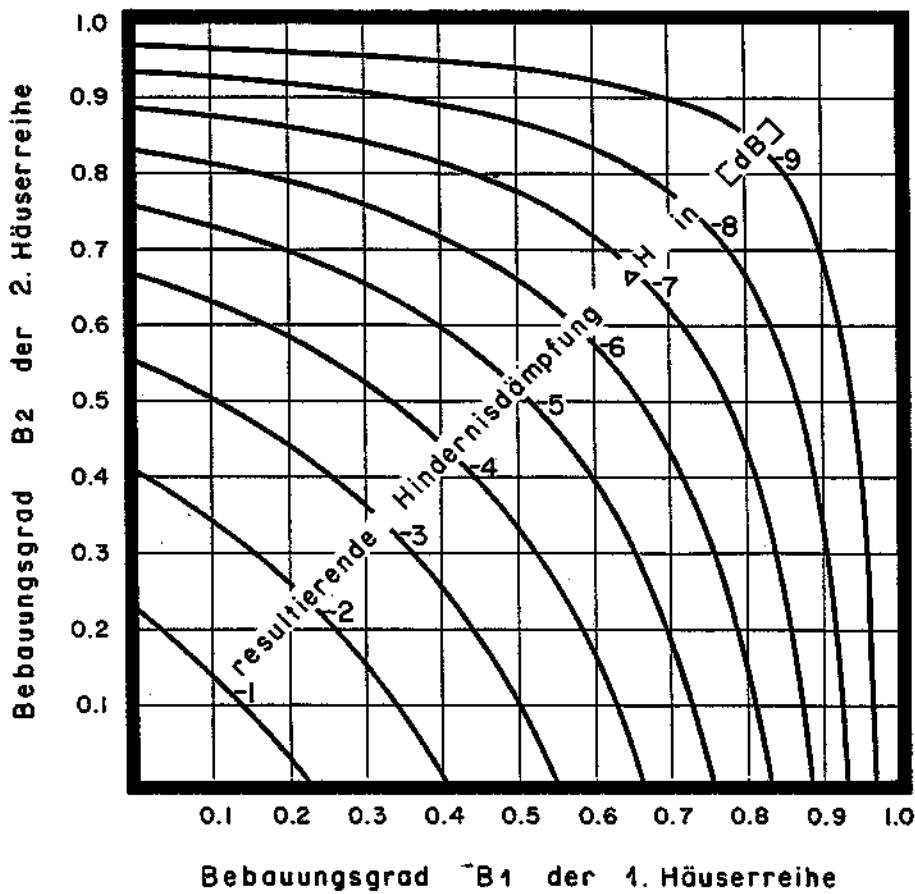
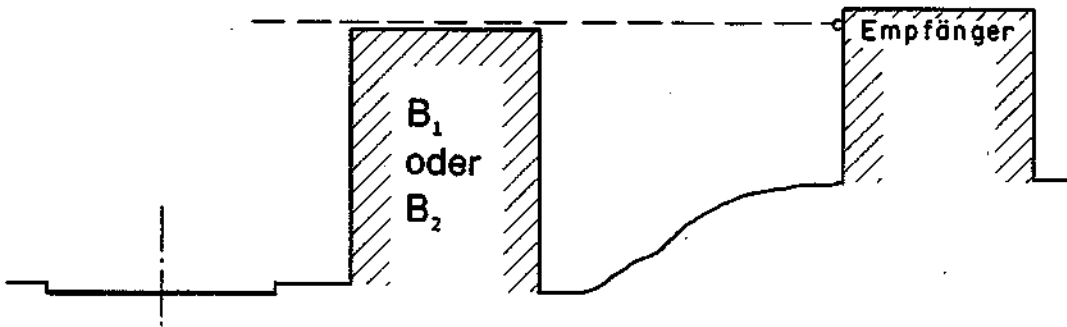
HINDERNISDÄMPFUNG ΔH

Ist die Bebauung zwischen dem Empfänger und der Quelle niedriger als der Empfänger, deckt aber die Quelle ab, dann gilt: $\Delta H_{\text{geschl}} = 5 \text{ dB}$.



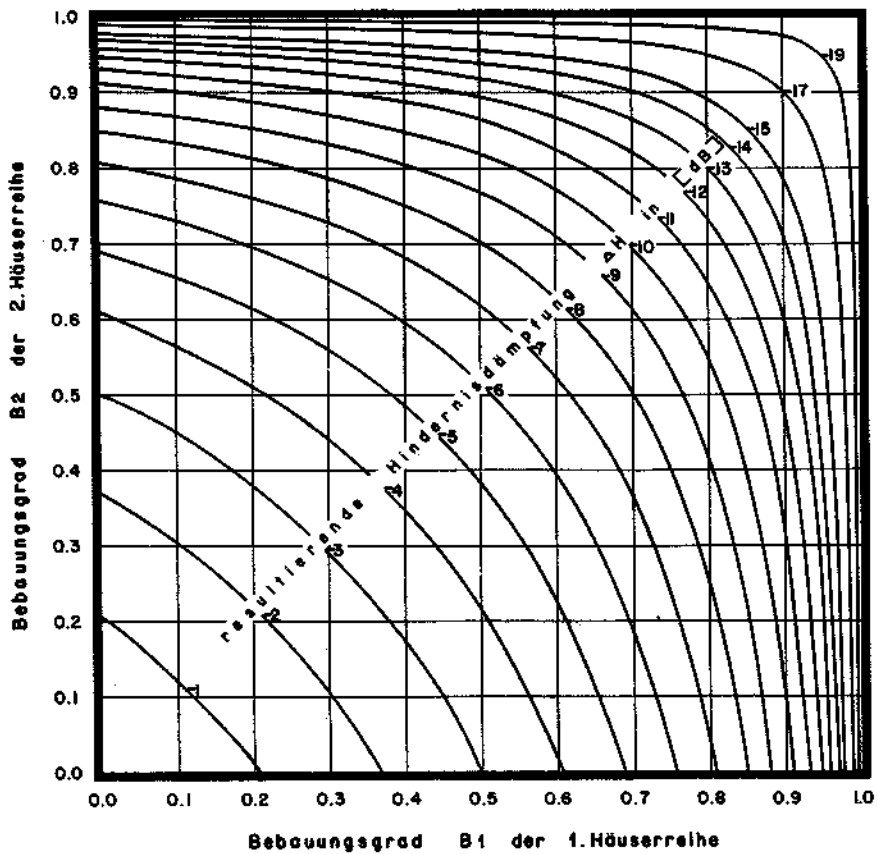
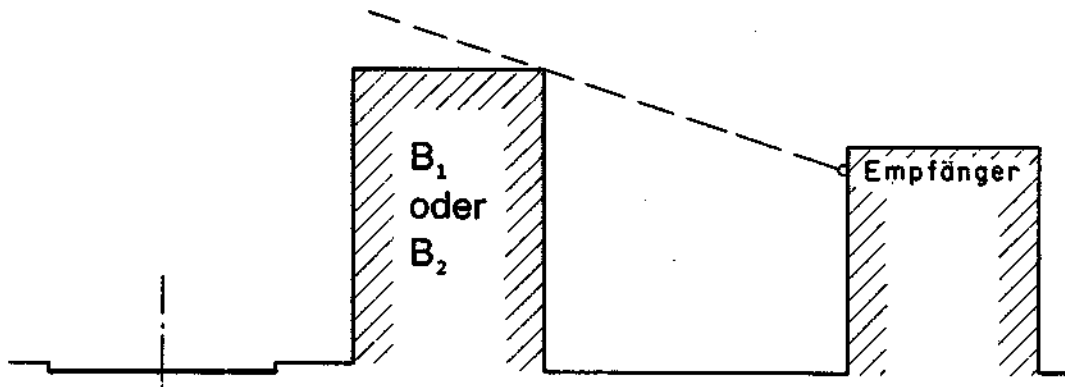
HINDERNISDÄMPFUNG ΔH

Ist die Bebauung zwischen dem Empfänger und der Quelle gleich hoch wie der Empfänger, dann gilt: $\Delta H_{\text{geschl}} = 10 \text{ dB}$.

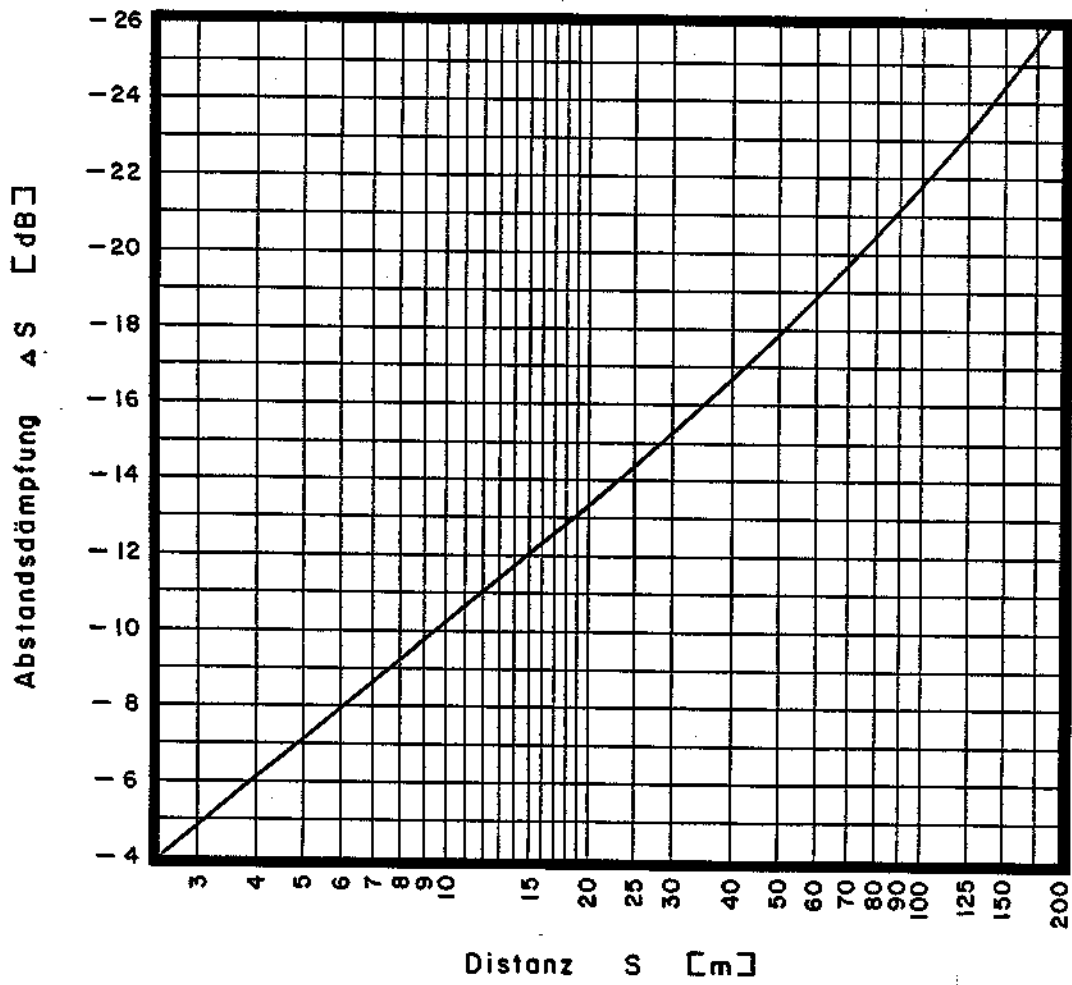


HINDERNISDÄMPFUNG ΔH

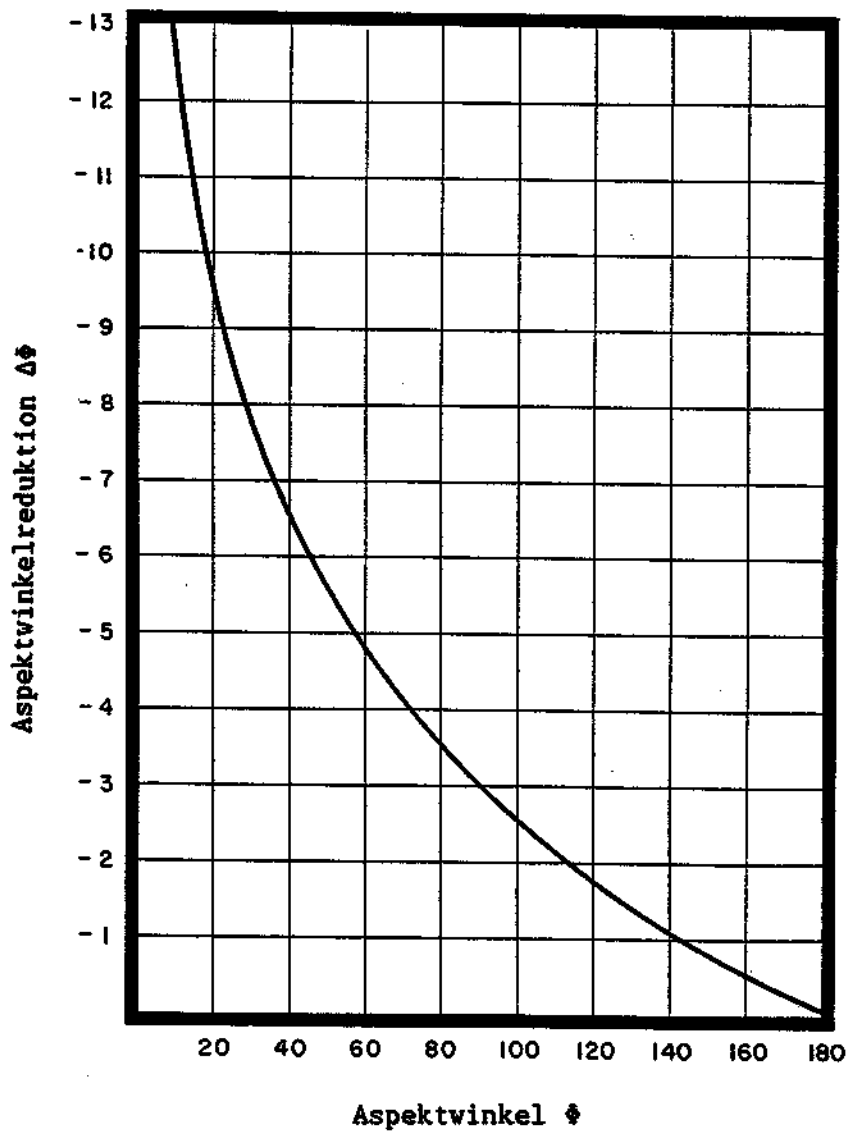
Ist die Bebauung zwischen dem Empfänger und der Quelle höher als der Empfänger, dann gilt: $\Delta H_{\text{geschl}} = 20 \text{ dB}$.



ABSTANDSDÄMPFUNG ΔS



ASPEKTWINKELREDUKTION $\Delta\phi$



ENERGETISCHE ADDITION " ⊕ " VON SCHALLPEGELN

Allgemein:

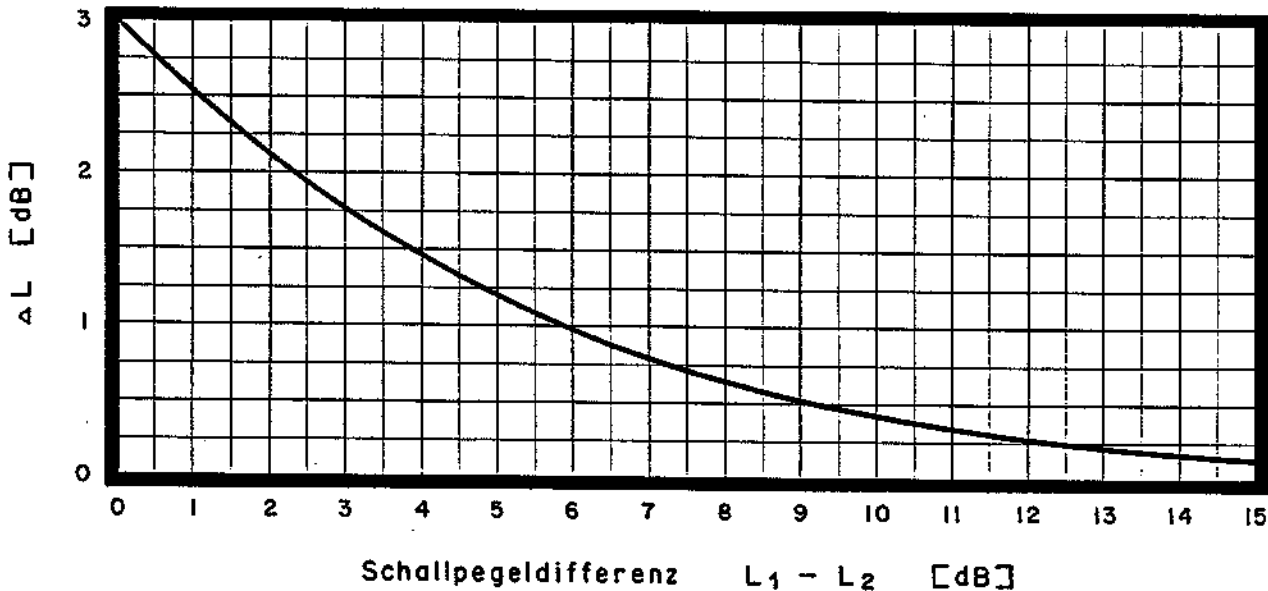
$$L_{\text{tot}} = 10 \log \left[\sum_i 10^{0.1 \cdot L_i} \right]$$

Addition von 2 Schallpegeln:

Es sei $L_1 \geq L_2$

$$L_{\text{tot}} = 10 \log \left[10^{0.1 \cdot L_1} + 10^{0.1 \cdot L_2} \right] = L_1 + 10 \log \left[1 + 10^{-0.1 \cdot (L_1 - L_2)} \right]$$

$$L_{\text{tot}} = L_1 + \Delta L$$



Beispiel: $L_1 = 71 \text{ dB}$ $L_2 = 70 \text{ dB}$ $L_3 = 68 \text{ dB}$

$L_2 - L_3 = 2 \text{ dB}$ $\Delta L = 2.1 \text{ dB}$ $L'_2 = 72.1 \text{ dB}$

da $L'_2 \geq L_1$

$L'_2 - L_1 = 1.1 \text{ dB}$ $\Delta L' = 2.5 \text{ dB}$ $L_{\text{tot}} = 74.6 \text{ dB}$

$$L_{\text{tot}} = L_1 \oplus L_2 \oplus L_3 = \underline{74.6 \text{ dB}}$$

BESTIMMEN DES EMISSIONSWERTES VON STRASSENBAHNEN E_b

Zur Bestimmung des Emissionswertes von Strassenbahnen E_b müssen mindestens 5 Einzelvorbeifahrten von Strassenbahnen gemessen werden.

Messpunkte: In bebautem Gebiet wird der Messpunkt in einem offenen Fenster im Erdgeschoss, mit freier Sicht auf die Geleise der Strassenbahn gewählt.

Die Distanz zwischen Messpunkt und Geleisemitte muss bestimmt werden, sowie der Bebauungsgrad beidseits der Strasse.

Messungen: Der Schallpegelverlauf wird mit einem Pegelschreiber aufgezeichnet. Mit einem Statistikanalysator wird die Häufigkeitsverteilung der Proben während den Einzelvorbeifahrten ermittelt.

Achtung: Die Messung darf nicht durch Störgeräusche verfälscht werden.

Berechnung: Durch numerische Integration wird der Leq am Messpunkt für 1 Zug pro Stunde berechnet:

$$Leq = 10 \log \left[\frac{\sum t_i}{3'600} \cdot (\sum t_i \cdot 10^{0.1 \cdot Li}) \right]$$

t_i : Zeitdauer der gesammelten Proben der i -ten Klasse

L_i : Immissionspegel der i -ten Klasse (Klassenmitte)

Der Emissionswert der Strassenbahn aus einer Vorbeifahrt i beträgt:

$$E_i = Leq_{,i} - \Delta S - \Delta R \quad \text{dB(A)}$$

ΔS : Abstandsdämpfung (vgl. Anhang 8)

ΔR : Reflexionszuschlag (vgl. Anhang 6)

Mittelwert von n Einzelvorbeifahrten i :

$$E_b = 10 \log \left[\frac{1}{n} \cdot \sum 10^{0.1 \cdot E_i} \right]$$

E_i : Emissionswert aus einer Vorbeifahrt

n : Anzahl Vorbeifahrten

02+LBL 1	52 *Y LM	102 RCL 01
03 SF 21	53 XEQ "PR"	103 RCL 01
04 SF 27	54+LBL 09	104 RCL 02
05 SF 01	55 FIX 1	105 XEQ 18
06 CF 29	56 0	106 45
07 FIX 0	57 *STEIGUNG	107 ,8
08 RCL 23	58 XEQ "PR"	108 -2
09 STO 28	59+LBL 10	109 XEQ 19
10 11.016	60 0	110 RCL 17
11 STO 00	61 *K BELAG	111 X<=Y?
12 XEQ 11	62 XEQ "PR"	112 X<>Y
13+LBL A	63 ADV	113 RCL 10
14 SF 21	64+LBL 11	114 +
15 SF 27	65 0	115 STO 17
16 SF 01	66 *B 0	116 17
17 CF 29	67 XEQ "PR"	117 RCL 01
18 FIX 0	68+LBL 12	118 RCL 02
19 CLRG	69 0	119 +
20 1.016	70 *B 1	120 STO 19
21 STO 00	71 XEQ "PR"	121 XEQ 21
22 "= "	72+LBL 13	122 34
23 ASTO 29	73 0	123 13,3
24+LBL 01	74 *B 2	124 90
25 0	75 XEQ "PR"	125 RCL 08
26 *N1 AUFW.	76 ADV	126 XEQ 17
27 XEQ "PR"	77+LBL 14	127 STO 18
28+LBL 02	78 0	128 RCL 03
29 *N1 ABW.	79 *dH GESCHL."	129 RCL 03
30 XEQ "PR"	80 XEQ "PR"	130 RCL 04
31+LBL 03	81+LBL 15	131 XEQ 18
32 0	82 1	132 56
33 *N2 AUFW.	83 *DISTANZ	133 ,6
34 XEQ "PR"	84 XEQ "PR"	134 -1,5
35+LBL 04	85+LBL 16	135 XEQ 19
36 *N2 ABW.	86 100	136 RCL 18
37 XEQ "PR"	87 *Z PHI	137 X<=Y?
38+LBL 05	88 XEQ "PR"	138 X<>Y
39 0	89 ADV	139 RCL 10
40 *N6	90 ADV	140 +
41 XEQ "PR"	91 CF 01	141 STO 18
42+LBL 06	92 STOP	142 18
43 -5	93+LBL e	143 RCL 03
44 *K 2	94 SF 01	144 RCL 04
45 XEQ "PR"	95+LBL E	145 +
46 ADV	96 12,8	146 ST+ 19
47+LBL 07	97 19,5	147 XEQ 21
48 58	98 130	148 RCL 17
..

153 RCL 19	203 +	253 *
154 100	204 RCL 09	254 +
155 X<Y?	205 2	255 LOG
156 GTO 20	206 /	256 10
157 /	207 *	257 *
158 LOG	208 RTN	258 STO 25
159 10	209+LBL 19	259 ST+ 28
160 *	210 R↑	260 RCL 15
161 -5	211 +	261 ENTER↑
162 X<Y?	212 *	262 LOG
163 X<Y	213 +	263 10
164 STO 18	214 RTN	264 *
165+LBL 20	215+LBL 21	265 X<Y
166 RCL 17	216 ENTER↑	266 .017
167 RCL 18	217 X>0?	267 *
168 +	218 LOG	268 +
169 STO 19	219 10	269 CHS
170 56	220 *	270 STO 26
171 STO 20	221 RCL IND 2	271 ST+ 28
172 20	222 +	272 RCL 16
173 RCL 05	223 RCL Y	273 100
174 XEQ 21	224 X>0?	274 /
175 RCL 06	225 X<Y	275 LOG
176 STO 21	226 STO IND T	276 10
177 +	227 RTN	277 *
178 STO 22	228+LBL J	278 STO 27
179 RCL 19	229 RCL 11	279 ST+ 28
180 XEQ "EP"	230 3	280 FC? 01
181 STO 23	231 RCL 12	281 GTO 06
182 STO 28	232 2	282 17.1
183 GTO J	233 *	283 STO 00
184+LBL 17	234 +	284 FIX 1
185 X<=Y?	235 *	285 "LEQ, E, M "
186 X<Y	236 STO 24	286 XEQ 07
187 RDH	237 ST+ 28	287 "K 1 "
188 45	238 1	288 XEQ 07
189 X>Y?	239 RCL 12	289 "LR, E, M "
190 X<Y	240 -	290 XEQ 07
191 RDH	241 1	291 "LEQ, E, B "
192 LOG	242 RCL 13	292 XEQ 07
193 *	243 -	293 "K 2 "
194 +	244 *	294 XEQ 07
195 RTN	245 RCL 14	295 "LR, E, B "
196+LBL 18	246 10	296 XEQ 07
197 ST- 2	247 /	297 "LR, E "
198 +	248 CHS	298 XEQ 07
199	249	299 ARV

```
303 XEQ 07
304 "d S
305 XEQ 07
306 "d PHI
307 XEQ 07
308+LBL 06
309 CF 01
310 ADV
311 FIX 0
312 SF 12
313 "LR = "
314 ARCL 28
315 "+dB(A)"
316 RVIEW
317 CF 12
318 ADV
319 ADV
320 ADV
321 ADV
322 ADV
323 STOP
324+LBL 07
325 ARCL 29
326 ARCL IND 00
327 RVIEW
328 ISG 00
329 RTN
330+LBL "PR"
331 PROMPT
332 STO IND 00
333 ARCL 29
334 ARCL IND 00
335 FS? 55
336 PRA
337 ISG 00
338 FS? 01
339 RTN
340 STOP
341+LBL "SP"
342 10
343 /
344 10↑X
345 X<>Y
346 10
347 /
348 10↑X
349 +
353 RTN
354+LBL B
355 ,9
356 -
357 STO 00
358 GTD IND X
359 .END.
```



```

740 if cm = 1 then 930
750 ed$(0) = " Projekt/Ortsbezeichnung: "
760 ed$(1) = " Personenwagen Aufwärts           (Fz/h) ="
770 ed$(2) = " Personenwagen Abwärts          (Fz/h) ="
780 ed$(3) = " Lastwagen Aufwärts             (Fz/h) ="
790 ed$(4) = " Lastwagen Abwärts              (Fz/h) ="
800 ed$(5) = " Tram                           (Züge/h) ="
810 ed$(6) = " Pegelkorrektur Tram             (dB(A)) ="
820 ed$(7) = " Geschwindigkeit der Personenwagen (km/h) ="
830 ed$(8) = " Geschwindigkeit der Lastwagen   (km/h) ="
840 ed$(9) = " Strassenneigung in Prozenten    (%) ="
850 ed$(10) = " Belagskorrektur                (dB(A)) ="
860 ed$(11) = " Bebauungsgrad Gegenüber        ="
870 ed$(12) = " Bebauungsgrad 1. Reihe         ="
880 ed$(13) = " Bebauungsgrad 2. Reihe         ="
890 ed$(14) = " Hindernisdämpfung voll         (dB(A)) ="
900 ed$(15) = " Distanz Quelle - Empfänger     (m) ="
910 ed$(16) = " Aspektwinkel                   (Grad) ="
920 cm = 1
930 print
940 print ed$(0); \input eingabe$
950 if eingabe$ <>" then ort$ = eingabe$
960 print ed$(1); \input eingabe$
970 if eingabe$ <>" then ed(1) = val(eingabe$)
980 pu = ed(1)
990 print ed$(2); \input eingabe$
1000 if eingabe$ <>" then ed(2) = val(eingabe$)
1010 pd = ed(2)
1020 print ed$(3); \input eingabe$
1030 if eingabe$ <>" then ed(3) = val(eingabe$)
1040 lu = ed(3)
1050 print ed$(4); \input eingabe$
1060 if eingabe$ <>" then ed(4) = val(eingabe$)
1070 ld = ed(4)
1080 print ed$(5); \input eingabe$
1090 if eingabe$ <>" then ed(5) = val(eingabe$)
1100 t = ed(5)
1110 if t = 0 then ko = 0 \ ed(6) = 0 \ goto 1150
1120 print ed$(6); \input eingabe$
1130 if eingabe$ <>" then ed(6) = val(eingabe$)
1140 ko = ed(6)
1150 print ed$(7); \input eingabe$
1160 if eingabe$ <>" then ed(7) = val(eingabe$)
1170 vp = ed(7)
1180 print ed$(8); \input eingabe$
1190 if eingabe$ <>" then ed(8) = val(eingabe$)
1200 vl = ed(8)
1210 print ed$(9); \input eingabe$
1220 if eingabe$ <>" then ed(9) = val(eingabe$)
1230 i = ed(9)
1240 print ed$(10); \input eingabe$
1250 if eingabe$ <>" then ed(10) = val(eingabe$)
1260 k = ed(10)
1270 print ed$(11); \input eingabe$
1280 if eingabe$ <>" then ed(11) = val(eingabe$)
1290 b0 = ed(11)
1300 print ed$(12); \input eingabe$
1310 if eingabe$ <>" then ed(12) = val(eingabe$)
1320 b1 = ed(12)
1330 print ed$(13); \input eingabe$
1340 if eingabe$ <>" then ed(13) = val(eingabe$)
1350 b2 = ed(13)
1360 print ed$(14); \input eingabe$
1370 if eingabe$ <>" then ed(14) = val(eingabe$)
1380 dh = ed(14)
1390 print ed$(15); \input eingabe$

```



```

1400 if eingabe$ <>" then ed(15)= val(eingabe$)
1410 s = ed(15)
1420 print ed$(16);\input eingabe$
1430 if eingabe$ <>" then ed(16)= val(eingabe$)
1440 ph = ed(16)
1450 !
1460 ! E n d e   D a t e n e i n g a b e
1470 !
1480 ! M a s k e   D a t e n e i n g a b e
1490 !
1500 print\print using c,y$;
1510 gosub 2830
1520 file_number = 0 \ gosub 1530 \ goto 1710
1530 print# file_number,tab(1);date$(0),time$(0)
1540 print# file_number
1550 print# file_number,ed$(0);ort$
1560 print# file_number,re$(4)
1570 print# file_number
1580 print# file_number using center,"EINGABEDATEN"
1590 print# file_number using center,"-----"
1600 print# file_number
1610 for q = 1 to 10
1620 print# file_number,ed$(q);FORMAT$(ed(q),g$)
1630 next q
1640 for q = 11 to 13
1650 print# file_number, ed$(q);FORMAT$(ed(q),f$)
1660 next q
1670 for q = 14 to 16
1680 print# file_number, ed$(q);FORMAT$(ed(q),g$)
1690 next q
1700 return
1710 print
1720 print using c,y$;
1730 gosub 2830
1740 !
1750 ! B E R E C H N U N G E N
1760 !
1770 ! G e w i c h t e t e   S t e i g u n g
1780 !
1790 if pu+lu+pd+ld=0 then gi = 0\goto 1810
1800 ma = pu+lu\md = pd + ld\gi = i/2*(1+(ma-md)/(ma+md))
1810 if vp<45 then p1=45.03\goto 1840
1820 if vp>130 then p1=54.02\goto 1840
1830 p1 = 12.8+19.5*log10(vp)
1840 if gi < 0 then p2 = 43.4\goto 1870
1850 if gi >10 then p2 = 51.4\goto 1870
1860 p2 = 45 + .8 *(gi-2)
1870 if p1 >= p2 then ep = p1\ goto 1890
1880 ep = p2
1890 if vl < 45 then l1 = 56\goto 1920
1900 if vl > 90 then l1 = 60\goto 1920
1910 l1 = 34 + 13.3*log10(vl)
1920 if gi < 0 then l2 = 55.1\ goto 1950
1930 if gi >10 then l2 = 61.1\ goto 1950
1940 l2 = 56 + .6*(gi-1.5)
1950 if l1 >= l2 then el = l1\goto 1970
1960 el = l2
1970 et = 56
1980 !
1990 ! B e r e c h n u n g e n   E m i s s i o n s w e r t e
2000 !
2010 if (pu+pd)<> 0 then lp = ep + 10*log10(pu+pd)+k\goto 2030
2020 lp = 0
2030 if (lu+ld)<> 0 then l1 = el + 10*log10(lu+ld)+k\goto 2050
2040 l1 = 0
2050 if t <> 0 then lt = et + 10*log10(t)\ goto 2070

```

```

2060 lt = 0
2070 if (lp+ll+lt) = 0 then lz = 0\goto 2240
2080 !
2090 ! P e g e l k o r r e k t u r M o t o r f a h r z e u g e
2100 !
2110 m = pu + pd + lu + ld
2120 if m = 0 or m > 100 then kk = 0\goto 2180
2130 kk = 10 * log10(m/100)
2140 if kk <= -5 then kk = -5
2150 !
2160 ! G e s a m t e m i s s i o n s p e g e l k o r r i g i e r t
2170 !
2180 lm = 10 * log10(fne(lp)+fne(ll))+kk\lw = lt + ko
2190 if lw = 0 then lz = lm\ goto 2240
2200 lz = 10* log10(fne(lm)+fne(lw))
2210 !
2220 ! K o r r e k t u r f ü r R e f l e x i o n e n
2230 !
2240 dr = b0 * (3 + 2 * b1)
2250 !
2260 ! K o r r e k t u r f ü r H i n d e r n i s d ä m p f u n g
2270 !
2280 dd = 10 * log10((1-b1)*(1-b2)+fne(-dh)*(1-(1-b1)*(1-b2)))
2290 !
2300 ! B e r e c h n u n g A b s t a n d s d ä m p f u n g
2310 !
2320 if s = 0 then ds = 0\goto 2370
2330 ds = -(0.017*s+10*log10(s))
2340 !
2350 ! B e r e c h n u n g A s p e k t w i n k e l r e d u k t i o n
2360 !
2370 if ph = 0 then ph = 1
2380 dp = 10 * log10(ph/180)
2390 !
2400 ! R E S U L T A T A U S G A B E
2410 !
2420 print
2430 file number = 0 \gosub 2440\goto 2700
2440 print# file_number using center,"RESULTATE IN DB(A)"
2450 print# file_number using center,"-----"
2460 print# file_number
2470 re(1) = lp\ print# file_number, re$(1);FORMAT$(re(1),e$)
2480 re(2) = ll\ print# file_number, re$(2);FORMAT$(re(2),e$)
2490 re(3) = lt\ print# file_number, re$(3);FORMAT$(re(3),e$)
2500 print# file_number, re$(4)
2510 re(5) = kk\ print# file_number, re$(5);FORMAT$(re(5),e$)
2520 re(6) = ko\ print# file_number, re$(6);FORMAT$(re(6),e$)
2530 xx = lz-10*log10(fne(lp)+fne(ll)+fne(lt))
2540 re(7) = xx\ print# file_number, re$(7);FORMAT$(re(7),e$)
2550 print# file_number, re$(4)
2560 re(8) = lz\ print# file_number, re$(8);FORMAT$(re(8),e$)
2570 print# file_number, re$(4)
2580 re(9) = dr\ print# file_number, re$(9);FORMAT$(re(9),e$)
2590 re(10) = dd\ print# file_number, re$(10);FORMAT$(re(10),e$)
2600 re(11) = ds\ print# file_number, re$(11);FORMAT$(re(11),e$)
2610 re(12) = dp\ print# file_number, re$(12);FORMAT$(re(12),e$)
2620 print# file_number, re$(4)
2630 mp = lz + dr + dd + ds + dp
2640 if mp < 0 then mp = 0
2650 dt = mp - xx
2660 re(13) = dt\ print# file_number, re$(13);FORMAT$(re(13),e$)
2670 re(14) = mp\ print# file_number, re$(14);FORMAT$(re(14),e$)
2680 print# file_number, re$(4)\print
2690 return
2700 print\print using c,"Eingabedaten & Resultate drucken <j/n> ";
2710 input v$\if v$<>"j" and v$<>"n" then 2710

```

```
2720 if v$ = "n" then 2790
2730 open "strasse.dat" for output as file#1
2740 file number =1
2750 gosub 1530
2760 print# file_number\print# file_number
2770 gosub 2440
2780 close# file number
2790 print\print using c,"Weitere Berechnungen <j/n> ";
2800 input v$\ if v$ <>"j" and v$<>"n" then 2800
2810 if v$ = "j" then print chr$(12);\goto 720
2820 goto 2860
2830 ! R o u t i n e Weiter <Return>
2840 input x$\if x$ ="" then print else 2840
2850 return
2860 end
```

Programmlisting BASIC (DEC-MICROVAX II):
Beispiel Resultatausdruck

6 von 6

15-Jul-88 12:02 PM

Projekt/Ortsbezeichnung: Thunstrasse 91 Bern

EINGABEDATEN

Personenwagen Aufwärts	(Fz/h) =	1008
Personenwagen Abwärts	(Fz/h) =	1008
Lastwagen Aufwärts	(Fz/h) =	39
Lastwagen Abwärts	(Fz/h) =	39
Tram	(Züge/h) =	48
Pegelkorrektur Tram	(dB(A)) =	-5
Geschwindigkeit der Personenwagen	(km/h) =	50
Geschwindigkeit der Lastwagen	(km/h) =	50
Strassenneigung in Prozenten	(%) =	0
Belagskorrektur	(dB(A)) =	0
Bebauungsgrad Gegenüber	=	0.70
Bebauungsgrad 1. Reihe	=	0.70
Bebauungsgrad 2. Reihe	=	0.00
Hindernisdämpfung voll	(dB(A)) =	0
Distanz Quelle - Empfänger	(m) =	11
Aspektwinkel	(Grad) =	180

RESULTATE IN DB(A)

Emissionspegel Personenwagen	79.0
Emissionspegel Lastwagen	75.5
Emissionspegel Tram	72.8

Pegelkorrektur Motorfahrzeuge	0.0
Pegelkorrektur Tram	-5.0
Pegelkorrektur Total	-0.4

Gesamtemissionspegel korrigiert	80.8

Reflexionszuschlag	3.1
Hindernisdämpfung	0.0
Abstandsdämpfung	-10.6
Aspektwinkelreduktion	0.0

Mittelungspegel Total	73.7
Beurteilungspegel	73.3

STADT - STRASSEN - LÄRM - MODELL

Berechnungsformular mit dem Programm SSLM3 auf HP-41C

<p><u>Berechnungspunkt</u></p> <p>Adresse :</p> <p>.....</p> <p>Schallquelle(n) :</p> <p>.....</p>	<p>Situation</p>
--	------------------

Schritt	Eingaben/Ausgaben	Eingabewert	Taste	
Eingabe	1	Programmstart	A	
	2	Aufwärts fahrende "Personenwagen" (Kateg. 1)	N1 aufw. = Fz/h	R/S
	3	Abwärts fahrende "Personenwagen" (Kateg. 1)	N1 abw. = Fz/h	R/S
	4	Aufwärts fahrende "Lastwagen" (Kateg. 2)	N2 aufw. = Fz/h	R/S
	5	Abwärts fahrende "Lastwagen" (Kateg. 2)	N2 abw. = Fz/h	R/S
	6	Strassenbahnen (aufwärts + abwärts)	Nb = Züge/h	R/S
	7	Pegelkorrektur	K2 = dB(A)	R/S
	8	Fahrgeschwindigkeit der "PW"	v1 = km/h	R/S
	9	Fahrgeschwindigkeit der "LW"	v2 = km/h	R/S
	10	Strassenneigung	i = %	R/S
	11	Belagskorrektur	A = dB	R/S
	12	Bebauungsgrad auf gegenüberliegenden Strassenseiten	B ₀ = m/m	R/S
	13	Bebauungsgrad auf Berechnungspunkt-Seite, 1. Häuserreihe	B ₁ = m/m	R/S
	14	Bebauungsgrad auf Ber.-pt.-Seite, 2. vorgelag. Häuserreihe	B ₂ = m/m	R/S
	15	fiktive Hinderungs-dämpfung bei geschlossener Bebauung	ΔH _{geschl.} = dB	R/S
	16	Distanz Quelle-Empfänger	S = m	R/S
	17	Aspektwinkel	φ = Grad	R/S
Ausgabe	18	Berechnung und Ausgabe Schlussresultat (Schritt 31)	E	
	19	Berechnung und Ausgabe mit Zwischenresultaten (Schritte 20-31)	F E	
	20	Emissionspegel Strasse	Leq,e,m = dB(A)	R/S
	21	Pegelkorrektur Motorfahrzeuglärm	K1 = dB(A)	R/S
	22	Teilbeurteilungspegel Motorfahrzeugen	Lr,e,m = dB(A)	R/S
	23	Emissionspegel Strassenbahn	Leq,e,b = dB(A)	R/S
	24	Pegelkorrektur Bahnlärm	K2 = dB(A)	R/S
	25	Teilbeurteilungspegel Bahnen	Lr,e,b = dB(A)	R/S
	26	Gesamtemissionspegel	Lr,e = dB(A)	R/S
	27	Reflexionszuschlag	ΔR = + dB(A)	R/S
	28	Hindernisdämpfung	ΔH = - dB(A)	R/S
	29	Abstandsdämpfung	ΔS = - dB(A)	R/S
	30	Aspektwinkelreduktion	Δφ = - dB(A)	R/S
	31	Beurteilungspegel	<u>Lr = dB(A)</u>	
Änderung	32	<u>Änderung der Eingabewerte</u> Schrittnummer des zu ändernden Eingabewertes	B	
	33	Neuer Wert eingeben	R/S	
	34	Weiterfahren bei 18,19 oder 32		
	35	Nächste Berechnung mit gleichem Emissionspegel 12	F	

STADT - STRASSEN - LÄRM - MODELL

Berechnungsformular Handrechnung

<p><u>Berechnungspunkt</u></p> <p>Adresse :</p> <p>.....</p> <p>Schallquelle(n):</p> <p>.....</p>	<p>Situation</p>
---	------------------

Schritt						
Bestimmung des Emissionspegels der Fz-Kategorien		Fahrzeugkategorie	1 ("Pw")	2 ("Tm")	BAHN	Anhang
	1	Geschwindigkeit in km/h V:				
	2	gewichtete Steigung in % I:				
	3	EMISSIONSWERT E ₁ :				2
	4	BELAGSKORREKTUR A:				3
	5	Verkehrsmenge in Fz/h N:				
	6	VERKEHRSMENGENZUSCHLAG 10 log N:				4
	7	Emissionspegel (Summe 3+ 4 + 6) L _{Ei} :				
Emissionspegeladdition						
	8	L _{E1} ⊕ L _{E2} :				
	9	Pegelkorrektur Motorfahrzeuglärm K1:				5
	10	Pegelkorrektur Bahnlärm K2:				
	11	Teilbeurteilungspegel Motorfahrzeugen L _{r,e,m} :				
	12	Teilbeurteilungspegel Bahnen L _{r,e,b} :				
	13	Gesamtemissionspegel L _{r,e} :				
Bestimmung der Ausbreitungsdämpfung	14	Bebauungsgrad auf gegenüberliegender Strassenseite B ₀ :				
	15	Bebauungsgrad auf Berechnungspunkt-Seite, 1. Häuserreihe B ₁ :				
	16	REFLEXIONSZUSCHLAG ΔR :				6
	17	Bebauungsgrad auf Berechnungpt.-Seite, 2. vorgelag. Häuserreihe B ₂ :				
	18	Hindernisdämpfung bei geschlossener Bebauung H _{geschl.} :				
	19	HINDERNISDAEMPfung ΔH :				7
	20	Abstand Quelle-Empfänger in m S :				
	21	ABSTANDSDAEMPfung ΔS :				8
	22	Aspektwinkel in ° φ :				
	23	ASPEKTWINKELREDUKTION Δφ :				9
	24	Beurteilungspegel (Summe 13 + 16 + 19 + 21 + 23) L _r :				dB(A)

AUSZÜGE AUS DER LÄRMSCHUTZ-VERORDNUNG (LSV) VOM 15. DEZEMBER 1986

Art. 43 Empfindlichkeitsstufen

¹ In Nutzungszonen nach Artikel 14 ff. des Raumplanungsgesetzes vom 22. Juni 1979¹ gelten folgende Empfindlichkeitsstufen:

- a. die Empfindlichkeitsstufe I in Zonen mit einem erhöhten Lärmschutzbedürfnis, namentlich in Erholungszonen;
- b. die Empfindlichkeitsstufe II in Zonen, in denen keine störenden Betriebe zugelassen sind, namentlich in Wohnzonen sowie Zonen für öffentliche Bauten und Anlagen;
- c. die Empfindlichkeitsstufe III in Zonen, in denen mässig störende Betriebe zugelassen sind, namentlich in Wohn- und Gewerbebezonen (Mischzonen) sowie Landwirtschaftszonen;
- d. die Empfindlichkeitsstufe IV in Zonen, in denen stark störende Betriebe zugelassen sind, namentlich in Industriezonen.

² Teilen von Nutzungszonen der Empfindlichkeitsstufe I oder II kann die nächst höhere Stufe zugeordnet werden, wenn sie mit Lärm vorbelastet sind.

Art. 44 Verfahren

¹ Die Kantone sorgen dafür, dass die Empfindlichkeitsstufen den Nutzungszonen in den Baureglementen oder Nutzungsplänen der Gemeinden zugeordnet werden.

² Die Empfindlichkeitsstufen werden bei der Ausscheidung oder Änderung der Nutzungszonen oder bei der Änderung der Baureglemente, spätestens jedoch zehn Jahre nach Inkrafttreten dieser Verordnung zugeordnet.

³ Bis zur Zuordnung bestimmen die Kantone die Empfindlichkeitsstufen im Einzelfall nach Artikel 43.

⁴ Die Kantone hören das Bundesamt für Umweltschutz an, bevor sie die Empfindlichkeitsstufen für Nutzungszonen in der Umgebung bestehender Anlagen, bei denen eine Bundesbehörde für den Vollzug zuständig ist, zuordnen oder im Einzelfall bestimmen. Das Bundesamt für Umweltschutz hört vor seiner Stellungnahme die mitinteressierten Bundesämter an.

Belastungsgrenzwerte für Strassenverkehrslärm

1 Geltungsbereich

Die Belastungsgrenzwerte nach Ziffer 2 gelten für Strassenverkehrslärm. Dazu gehört der Lärm, den Motorfahrzeuge (Motorfahrzeuglärm) und Bahnen (Bahnlärm) auf Strassen erzeugen.

2 Belastungsgrenzwerte

Empfindlichkeitsstufe (Art. 43)	Planungswert		Immissions- grenzwert		Alarmwert	
	Lr in dB(A)		Lr in dB(A)		Lr in dB(A)	
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
I	50	40	55	45	65	60
II	55	45	60	50	70	65
III	60	50	65	55	70	65
IV	65	55	70	60	75	70

3 Ermittlung des Beurteilungspegels

31 Grundsätze

¹ Der Beurteilungspegel Lr für Strassenverkehrslärm wird aus den Teilbeurteilungspegeln des Motorfahrzeuglärms (Lr1) und des Bahnlärms (Lr2) wie folgt berechnet:

$$Lr = 10 \cdot \log (10^{0,1 \cdot Lr1} + 10^{0,1 \cdot Lr2})$$

² Der Teilbeurteilungspegel Lr1 ist die Summe des von Motorfahrzeugen verursachten A-bewerteten Mittelungspegels Leq,m und der Pegelkorrektur K1:

$$Lr1 = Leq,m + K1$$

³ Der Teilbeurteilungspegel Lr2 ist die Summe des von Bahnen verursachten A-bewerteten Mittelungspegels Leq,b und der Pegelkorrektur K2:

$$Lr2 = Leq,b + K2$$

⁴ Die Teilbeurteilungspegel Lr1 und Lr2 werden unter der Annahme trockener Fahrbahnen für den durchschnittlichen Tages- und Nachtverkehr ermittelt.

32 Durchschnittlicher Tages- und Nachtverkehr

¹ Der durchschnittliche Tages- und Nachtverkehr ist der stündliche Verkehr von 06 bis 22 Uhr und von 22 bis 06 Uhr im Jahresmittel.

² Der stündliche Motorfahrzeugverkehr tags (Nt) bzw. nachts (Nn) wird in je zwei Teilverkehrsmengen Nt1 und Nt2 bzw. Nn1 und Nn2 aufgeteilt.

³ Die Teilverkehrsmengen Nt1 und Nn1 des Motorfahrzeugverkehrs umfassen Personenwagen, Lieferwagen, Kleinbusse, Motorfahräder und Trolleybusse.

⁴ Die Teilverkehrsmengen Nt2 und Nn2 des Motorfahrzeugverkehrs umfassen Lastwagen, Sattelschlepper, Gesellschaftswagen, Motorräder und Traktoren.

⁵ Der Bahnverkehr umfasst alle Fahrten der regelmässig oder nach Bedarf verkehrenden Züge, einschliesslich der Dienstfahrten.

33 Ermittlung des durchschnittlichen Tages- und Nachtverkehrs von Motorfahrzeugen

¹ Der durchschnittliche Tages- und Nachtverkehr (Nt, Nn) sowie die Teilverkehrsmengen (Nt1, Nt2, Nn1, Nn2) werden wie folgt ermittelt:

- a. bei bestehenden Strassen aus Verkehrszählungen;
- b. bei Strassen, die neu erstellt oder geändert werden, anhand von Prognosen über die Entwicklung des Verkehrs.

² Fehlen ausreichende Daten aus Verkehrszählungen oder liegen keine Detailprognosen vor, so werden die Verkehrsmengen Nt, Nn, Nt1, Nt2, Nn1 und Nn2 anhand des durchschnittlichen täglichen Verkehrs (DTV; Fahrzeuge je 24 Std.) wie folgt berechnet:

$$\begin{array}{rclcl}
 \text{Nt} & = & 0,058 \cdot \text{DTV} & \text{Nn} & = & 0,009 \cdot \text{DTV} \\
 \text{Nt1} & = & 0,90 \cdot \text{Nt} & \text{Nn1} & = & 0,95 \cdot \text{Nn} \\
 \text{Nt2} & = & 0,10 \cdot \text{Nt} & \text{Nn2} & = & 0,05 \cdot \text{Nn}
 \end{array}$$

³ Der DTV wird nach den anerkannten Regeln der Verkehrsplanung und -technik bestimmt.

34 Ermittlung des durchschnittlichen Tages- und Nachtverkehrs von Bahnen

Der durchschnittliche Tages- und Nachtverkehr von Bahnen wird wie folgt ermittelt:

- a. bei bestehenden Bahnanlagen anhand des Fahrplans und der Verkehrsdaten;
- b. bei Bahnanlagen, die neu erstellt oder geändert werden, anhand von Prognosen über die Entwicklung des Verkehrs.

35 **Pegelkorrekturen**

¹ Die Pegelkorrektur K1 für Motorfahrzeuglärm wird anhand des durchschnittlichen Tages- und Nachtverkehrs wie folgt berechnet:

$$\begin{array}{llll} K1 & = & -5 & \text{für} & N < 31,6 \\ K1 & = & 10 \cdot \log(N/100) & \text{für} & 31,6 \leq N \leq 100 \\ K1 & = & 0 & \text{für} & N > 100 \end{array}$$

Dabei steht N für den stündlichen Motorfahrzeugverkehr N_t oder N_n .

² Die Pegelkorrektur K2 für Bahnlärm beträgt $K2 = -5$. Bei kreisendem Bahnlärm, der häufig auftritt und deutlich wahrnehmbar ist, beträgt die Pegelkorrektur $K2 = 0$.