

**ERGEBNISSE VON  
VERGLEICHSRECHNUNGEN ZUR  
SCHALLAUSBREITUNG NACH  
ÖAL-RICHTLINIE 28**



**ERGEBNISSE VON VERGLEICHSRECHNUNGEN  
ZUR SCHALLAUSBREITUNG NACH  
ÖAL-RICHTLINIE 28**

**BE-124**

Wien, Juni 1998

Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie



## **Autor**

Dr. Judith Lang

## **Impressum**

Medieninhaber und Herausgeber: Umweltbundesamt, Spittelauer Lände 5, A-1090 Wien  
Eigenvervielfältigung

© Umweltbundesamt, Wien, 1998  
Alle Rechte vorbehalten (all rights reserved)  
ISBN 3-85457-452-5

Dipl.-Ing.Dr.Judith Lang  
1090 Wien

**Ergebnisse von Vergleichsrechnungen  
zur Schallausbreitung nach ÖAL-Richtlinie 28**

**Wien, Juni 1998**



## **Zusammenfassung**

Im Rahmen der Arbeitsgruppe „Qualitätssicherung schalltechnischer Messungen“ im Umweltbundesamt wurden Vergleichsrechnungen zur Schallausbreitung unter Zugrundelegung des Rechenverfahrens nach ÖAL-Richtlinie 28 durchgeführt.

In der 1. Serie wurde in 4 Beispielen der Einfluß der Schallabsorption in Luft, der Einfluß des Bodens und die Reflexion und Abschirmung durch ein Hindernis im Schallausbreitungsweg an jeweils mehreren Immissionspunkten in verschiedenen Höhen erfaßt. Die Ergebnisse von insgesamt 21 Teilnehmern zeigten Unterschiede von 0,4 bis 4 dB, je nach Ausbreitungsbedingungen.

In der 2. Serie wurde in 3 Beispielen die Abschirmung durch zwei hintereinander angeordnete Schirmwände, durch eine geknickte Schirmwand und durch das Gelände erfaßt und ein viertes Beispiel betraf die Schallabstrahlung und Schallausbreitung von einem L-förmigen Gebäude mit Außenbauteilen unterschiedlicher Schalldämmung. Die erste Zusammenstellung der Ergebnisse von 12 Teilnehmern zeigte große Differenzen sowohl der Ergebnisse der verschiedenen Rechenprogramme als auch der Ergebnisse der verschiedenen Anwender des gleichen Rechenprogramms. In weiteren Vergleichsrechnungen, insbesondere auch mit den Programmherstellern wurden die Unterschiede im einzelnen untersucht und gefunden, daß verschiedene Angaben in der ÖAL-Richtlinie 28 nicht genügend detailliert oder nicht eindeutig sind. Aus den mehrfach durchgeführten Vergleichsrechnungen und den intensiven Besprechungen in der Arbeitsgruppe mit den Programmherstellern ergaben sich Empfehlungen für erläuternde Ergänzungen zur ÖAL-Richtlinie 28.

Auf Grund der Diskussionen der Ergebnisse der Vergleichsrechnungen wurden auch die in der Arbeitsgruppe bereits im Zuge der Ausarbeitung eines Qualitätsmanagement-Handbuchs erstellten Anforderungen an Rechenprogramme noch ergänzt und dem Bericht angeschlossen. Für die darin genannten Testbeispiele wurden die für die Vergleichsrechnungen verwendeten Beispiele mit einigen Ergänzungen empfohlen und dem Bericht ebenfalls angeschlossen.



## **1. Einleitung**

Im Rahmen der Arbeiten der Arbeitsgruppe „schalltechnische Messungen“ des Arbeitskreises „Qualitätssicherung von Umweltmeßdaten“ im Umweltbundesamt wurden Vergleichsrechnungen zur Schallausbreitung unter Zugrundelegung des Rechenverfahrens nach ÖAL-Richtlinie 28, das im wesentlichen die skandinavische Rechenvorschrift enthält, durchgeführt. Die Vergleichsrechnungen erfolgten in zwei Serien, die zweite mit mehrfachen Durchgängen.

### **2. Vergleichsrechnungen 1. Serie**

In der 1. Serie wurde in 4 Beispielen der Einfluß der Schallabsorption in Luft, der Einfluß des Bodens und die Reflexion und Abschirmung durch ein Hindernis im Schallausbreitungsweg erfaßt an jeweils mehreren Immissionspunkten in jeweils 3 Höhen (1,5, 3, und 6 m) über Boden. An den Vergleichsrechnungen beteiligten sich 21 Ämter, Prüfstellen und Ingenieurbüros. 7 Teilnehmer rechneten mit dem Programm Schallplan, 5 Teilnehmer mit dem Programm IMMI, 2 Teilnehmer mit dem Programm IMMIS, 4 Teilnehmer rechneten mit eigenentwickelten Programmen, 2 Teilnehmer rechneten mit Programmen auf der Basis des VDI-Rechenverfahrens und 1 Teilnehmer rechnete mit Ray Noise.

Die Ergebnisse wurden in großen Tabellen zusammengestellt und zeigten (für die Teilnehmer mit der Rechnung nach ÖAL 28) für das Beispiel mit freier Schallausbreitung je nach Immissionspunkt Unterschiede von maximal 0,5 bis 1,1 dB für reflektierenden Boden und 0,4 bis 1,5 dB für absorbierenden Boden. Wesentlich größer waren die Differenzen beim 2. Beispiel mit Immissionspunkten im Bereich der Schirmwirkung und im Bereich der Reflexion. Sie lagen je nach Immissionspunkt bei reflektierendem Boden im Bereich von 0,6 bis 3,0 dB und für absorbierenden Boden im Bereich von 1,1 bis 4,0 dB. Dabei stammten weder die größten noch die kleinsten in den einzelnen Immissionspunkten auftretenden Werte jeweils vom gleichen Programm oder vom gleichen Teilnehmer. Eine Handrechnung, die von einem Teilnehmer für alle Immissionspunkte durchgeführt worden war, zeigte, welche Differenzen durch welche Details der Rechnung entstanden waren und es konnte geklärt werden, daß teilweise ein Reflexionskriterium nicht berücksichtigt war, teilweise das Schirmaß mit unterschiedlichen Werten angegeben war. Letzteres war durch einen Programmfehler bzw. durch Nichtberücksichtigung der Änderung des Bodendämpfungsmaßes bei Einsetzen eines Schirms zu erklären. Der Vergleich der Oktavbandanalysen zeigte für die Ergebnisse bekannter Programme im wesentlichen Übereinstimmung; die selbst entwickelten Programme zeigten zum Teil große Unterschiede.

Die von den Teilnehmern eingesandten ISO-dB-Linien für den A-bewerteten Schallpegel stimmten mit den oben angeführten geringen Abweichungen überein.

### **3. Vergleichsrechnungen 2. Serie**

In der 2. Serie wurde in 3 Beispielen die Abschirmung durch zwei hintereinander angeordnete Schirmwände, durch eine geknickte Schirmwand und durch das Gelände erfaßt und ein viertes Beispiel betraf die Schallabstrahlung und Schallausbreitung von einem L-förmigen Gebäude mit Außenbauteilen unterschiedlicher Schalldämmung. Für die etwas schwierigeren Beispiele führten nur mehr 12 Teilnehmer die Berechnungen durch.<sup>1)</sup> Die erste Zusammenstellung der Ergebnisse zeigte große Differenzen bis zu 20 dB; dabei waren große Unterschiede sowohl zwischen den einzelnen Anwendern des gleichen Programms als auch zwischen den einzelnen Programmen. Es wurde daher die Zusammenstellung der A-bewerteten Schallpegel und der Oktavbandanalysen an alle Teilnehmer gesandt mit der Aufforderung nochmals eine Prüfung vorzunehmen und zusätzlich auch an die Programmenhersteller, soweit sie nicht schon teilgenommen hatten (damit waren auch die Programme CADNA und LIMA vertreten). Dazu wurde eine Reihe von Fragen gestellt zu Details der Berechnung, von denen auf Grund der Zusammenstellung der Oktavbandanalysen und von Handrechnungen angenommen wurde, daß sie die Differenzen bewirken. Ferner wurden auch noch weitere Stellen eingeladen, so daß dann insgesamt 14 Teilnehmer die Berechnungen durchführten. Einige der

<sup>1)</sup> Keine mit eigenen Programmen rechnende Stelle beteiligte sich.

Teilnehmer sandten neue Rechnungen ein, insbesondere auch Varianten z.B. mit unterschiedlicher Berechnung der Schirmwirkung der zwei Schirmwände und unterschiedlicher Berücksichtigung der Schallabstrahlung von den Gebäudeflächen.

#### **4. Modifizierte und detaillierte Festlegungen**

Der Vergleich der Ergebnisse dieser Varianten zeigte, daß verschiedene Angaben in der ÖAL-Richtlinie 28 nicht genügend detailliert oder nicht eindeutig sind. Es wurden daher die Angaben der ÖAL-Richtlinie 28 in der Arbeitsgruppe zusammen mit den Programmherstellern in mehreren Sitzungen diskutiert und weiters auch im Fachnormenausschuß, der beabsichtigte die ÖAL-Richtlinie entsprechend überarbeitet als ÖNORM herauszugeben, besprochen. Aus den Sitzungen ergaben sich Festlegungen

- das Schirmmaß ist immer mit  $\Delta L_s \geq -20$  dB in den einzelnen Oktaven begrenzt (auch bei Doppelschirmen)
- der seitliche Umweg wird mit dem gekrümmten Schallstrahl wie er für den vertikalen Umweg zu berücksichtigen ist, berechnet
- Bestimmung der Größe  $C_h$  (die frequenzabhängig die Schirmwirkung begrenzt) wenn das Gelände als Schallschirm wirksam wird
- die Richtwirkung für die Schallabstrahlung von Gebäuden wird halbkugelförmig eingesetzt
- es sollen maximal 3 Reflexionen berücksichtigt werden; es kann aber in vielen Fällen auch genügen nur eine Reflexion zu rechnen
- Vorgehen bei der Berücksichtigung der verminderten Bodendämpfung, wenn der Schallpegel im Immissionspunkt sowohl vom vertikalen Umweg über den Schirm als auch vom Umweg seitlich neben dem Schirm bestimmt wird.

Diese Festlegungen wurden an alle Teilnehmer ausgesandt und zwei weitere Beispiel angeschlossen. Eines dieser weiteren Beispiel sollte speziell prüfen, wieweit ein Programm eine große Zahl von Schallreflexionen und für den reflektierten Schall die Schirmwirkung rechnet. In dem weiteren Beispiel sollte die Schallabstrahlung einer geneigten Fläche und die Schirmwirkung durch diese berechnet werden. Nur ein Teilnehmer der Vergleichsrechnungen und die Programmhersteller sandten neu berechnete Ergebnisse. Dabei wurde von den Programmherstellern auf einige noch festzulegende Details hingewiesen. In weiteren Besprechungen in der Arbeitsgruppe mit den Programmherstellern konnten einige Fragen geklärt werden, andere jedoch nicht (z.B. der seitliche Umweg bei mehreren gegeneinander versetzten Schirmen, die Anschlußbedingungen bei aneinander schließenden (als Abschirmung wirkenden) Gebäuden unterschiedlicher Höhe). Schließlich kam man aber in den Diskussionen zur Feststellung, daß es niemals möglich sein wird, alle in Einzelfällen auftretenden Probleme (für die jedenfalls ein Programm eine Lösung vorsehen muß) in einer Richtlinie zu behandeln und es den Programmherstellern überlassen sein muß, für diese Fälle eine Lösung vorzusehen; die Art der Lösung ist dann in der Programmbeschreibung genau anzugeben. Dies sollte in Anforderungen an Rechenprogramme aufgenommen werden.

Insgesamt ergaben sich aus den mehrfach durchgeführten Vergleichsrechnungen und den intensiven Besprechungen in der Arbeitsgruppe mit den Programmherstellern die in Anhang 1 zusammengefaßten Empfehlungen für erläuternde Ergänzungen zur ÖAL-Richtlinie 28.

#### **5. Anforderungen an Rechenprogramme**

Anforderungen an Rechenprogramme waren in der Arbeitsgruppe „Qualitätssicherung schalltechnischer Messungen“ schon im Zuge der Ausarbeitung eines Qualitätsmanagement-Handbuchs 1995 erstellt worden<sup>2)</sup> und auch in die ÖAL-Richtlinie 36 übernommen worden. Die auf Grund der hier beschriebenen Vergleichsrechnungen noch etwas modifizierten Anforderungen sind als Anhang 2 diesem Bericht angeschlossen. Für die darin genannten Testbeispiele können die für die Vergleichsrechnungen verwendeten Beispiele eingesetzt werden; sie sind in Anhang 3 zusammengestellt.

<sup>2)</sup> Qualitätsmanagement-Handbuch für schalltechnische Messungen und Berechnungen – Muster. Report R-136 Umweltbundesamt, Wien, 1997

## **6. Schlußbemerkung**

Es ist zu hoffen, daß mit den Ergänzungen zu ÖAL-Richtlinie 28, die sich aus den Vergleichsrechnungen ergaben und mit den Anforderungen an Rechenprogramme ein wesentlicher Schritt zur Eindeutigkeit des Rechenverfahrens und damit zur Übereinstimmung von Rechenergebnissen gesetzt werden konnte.

Allen Teilnehmern an den Vergleichsrechnungen, insbesondere den Programmherstellern ist für die Mitarbeit der Dank auszusprechen.

# Anhang 1

## Empfehlungen für erläuternde Ergänzungen zur ÖAL-Richtlinie 28

### Zu Punkt 3 Schalleistungspegel von Gebäude Außenwänden

Zurzeit ist die europäische Norm 12354-4 „Bauakustik – Berechnung der akustischen Eigenschaften von Gebäuden aus den Bauteileigenschaften – Teil 4: Schallübertragung von innen nach außen“ in Vorbereitung, in der Angaben zur Ermittlung des Schalleistungspegels von Gebäude-Außenwänden enthalten sind.<sup>3)</sup> Bis zum Erscheinen der ÖNORM kann empfohlen werden die Richtwirkung für die Schallabstrahlung von Gebäudewänden halbkugelförmig einzusetzen.

### Zu Punkt 4.3

#### Seite 10, Bedingung (2)

(2) soll richtig lauten: „Die Höhe der reflektierenden Fläche muß mindestens eine der folgenden Bedingungen erfüllen“

#### Seite 11

Der erste Satz oben soll ersetzt werden durch: „Im allgemeinen genügt es bis zur Reflexion 3. Ordnung zu rechnen. Bei Detailuntersuchungen mit komplexer Topographie kann es erforderlich sein u.U. Reflexionen auch höherer Reflexionen zu berücksichtigen, andererseits kann für generelle Projekte über große Flächen mit den Reflexionen 1. Ordnung das Auslangen zu finden sein.“

### Zu Punkt 4.4

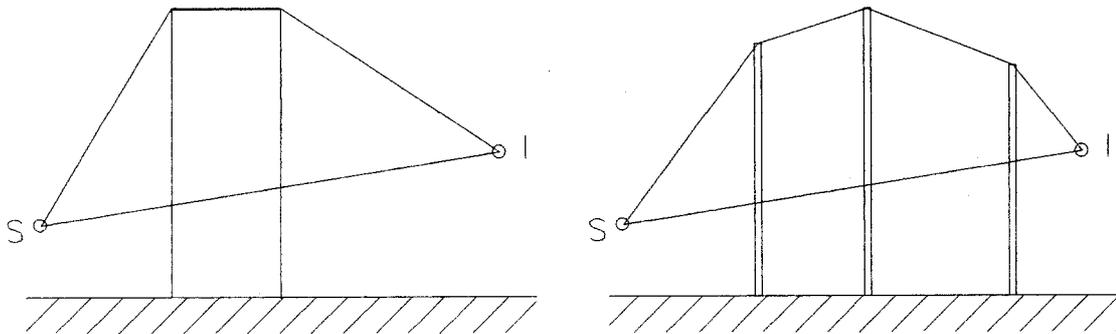
#### Korrekturwert $C_h$

Für den Korrekturwert  $C_h$  wird immer  $C_h = 1$  eingesetzt, da er für Schirmwirkung, die durch das Gelände gebildet wird, nicht eindeutig bestimmt werden kann.

#### Seite 15 und Anhang 5

Die Bedingung für den Übergang zu zwei dünnen Schirmwänden ( $d_{1,2} > 0,2 d$ ) wie in Bild 11 unten dargestellt, soll nicht angewendet werden, da sie zu Sprungstellen bei der Berechnung von ISO-dB-Linien führen kann. Anhang 5 soll nicht angewendet werden.

Vielmehr soll für Schirme beliebiger Dicke oder mehrfache Schirme für die Berechnung des vertikalen Umwegs und des seitlichen Umwegs die „Gummibandmethode“ angewendet werden gemäß nachfolgendem Bild.



<sup>3)</sup> Siehe dazu den Entwurf ÖNORM EN 12354-4

Es gilt auch für den Fall von Mehrfachschirmen:  $-20 \leq \Delta L_s \leq 0$  dB

#### **Zu Punkt 4.6**

##### **Seite 23, Gl. (21a) und (21b).**

Nach Gl. (21a) und (21b) ist zu ergänzen: „Die für die Ermittlung des maßgebenden G-Werte einzusetzenden Werte für  $d_s$  und  $d_i$  bleiben unverändert, d.h. die für den Bereich der Schallquelle und für den Bereich des Immissionspunktes ermittelten G-Werte bleiben unverändert.

#### **Zu Punkt 5**

Da die Abschätzung des A-bewerteten Schalldruckpegels mit der Berechnung des Übertragungsmaßes für 500 Hz bei absorbierendem Boden zu einem zu kleinen Wert führen kann (wegen der vergleichsweise großen Bodendämpfung bei 500 Hz), soll für eine Abschätzungsrechnung reflektierender Boden eingesetzt werden. Sofern ein Rechenprogramm eingesetzt wird und nur der A-bewertete Schalleistungspegel der Schallquelle bekannt ist oder nur das bewertete Schalldämm-Maß für Außenbauteile bekannt ist, soll für die Rechnung ein in den Rechenprogrammen je nach Schallquellenart vorgesehenes Spektrum und ein je nach Bauteilart vorgesehener Frequenzgang des Schalldämm-Maßes zugeordnet werden.

## **Anhang 2**

### **Anforderungen an Rechenprogramme zur Schallausbreitung**

#### **1. Allgemeines**

Berechnungen der Schallausbreitung von Geräuschquellen, insbesondere von Betriebsanlagen dienen vorzugsweise dem Nachweis der Erfüllung von festgelegten Immissionsgrenzwerten in vor Lärm zu schützenden Gebieten oder an vor Lärm zu schützenden Gebäuden bei Betrieb von Anlagen, deren Schallemission bekannt ist.

Als Rechenverfahren wird dazu in Österreich ÖAL-Richtlinie 28 verwendet. Wird ein anderes Verfahren angewendet, ist dies deutlich anzuführen und zu begründen.<sup>4)</sup> Die Berechnungen werden meist unter Zuhilfenahme von Rechenprogrammen durchgeführt.

An die Berechnungen und in Folge davon an die Rechenprogramme sind nachfolgende Anforderungen zu stellen.

#### **2. Rechenverfahren**

In der Regel erfolgen die Berechnungen in Oktaven von 63 bis 8000 Hz. Sofern Daten für die Schallemission oder die Schalldämmung für 63 Hz und/oder 8000 Hz fehlen, muß die Berechnung auch in den Oktaven 125 bis 4000 Hz möglich sein.

Sofern der Anwender nur Angaben des A-bewerteten Schalleistungspegels zur Verfügung hat, soll die Möglichkeit gegeben sein, ein der Emission entsprechendes Spektrum aus den in Anlage A dargestellten Spektren auszuwählen. Sofern der Anwender nur Angaben über das bewertete Schalldämm-Maß von Außenbauteilen zur Verfügung hat, soll die Möglichkeit gegeben sein, einen dem Aufbau des Bauteils entsprechenden Frequenzgang für das Schalldämm-Maß aus den in Anlage B angeführten Beispielen für den Frequenzgang auszuwählen. Die Rechnung soll dann in Oktaven mit diesem ausgewählten Oktavspektrum und/oder Frequenzgang der Schalldämmung erfolgen.

Zusätzlich zu den Referenzspektren gemäß Anlage A ist eine Datenbank über die A-bewerteten und Oktavbandschalleistungspegel von Maschinen und die A-bewerteten und Oktavbandschallpegel in Betrieben wünschenswert. Desgleichen ist eine zusätzliche Datenbank über das Schalldämm-Maß in Terzen oder in Oktaven und das bewertete Schalldämm-Maß von Bauteilen wünschenswert.

#### **3. Eingangsdaten**

Alle geometrischen Eingangsdaten müssen numerisch in x-, y- und z-Daten eingegeben werden können. Digitalisierung aus Plänen oder Übernahme aus vorliegenden Dateien (GIS, dxf-files) soll möglich sein. Die z-Koordinaten sollen nach Wahl des Anwenders absolut oder relativ eingegeben werden können.

##### **3.1 Betriebliche Daten**

Für alle Maschinen und Anlagen („Schallquellen“) ist ihre Lage im Freien anzugeben.

Bei Anordnung von Schallquellen in Gebäuden ist die Eingabe der Lage des Gebäudes, der Gebäudeabmessungen und des Schalldämm-Maßes für den betrachteten Frequenzbereich für alle relevanten Außenbauteile erforderlich. Eine einfache Überlagerung von Flächen soll möglich sein (z.B. Öffnungen in Außenwänden).

Für die betriebszugehörigen Verkehrsbewegungen (Lkw-Zu- und Abfahrten, Stapler-Fahrten usw.) sind die Fahrbereiche und/oder Fahrwege in x-, y- und z-Koordinaten anzugeben.

---

<sup>4)</sup> Sofern nicht in allgemeinen Verordnungen oder Anweisungen festgelegt ist, nach welchem Verfahren zu rechnen ist, ist dies bei der Auftragsvergabe festzulegen.

Für alle vorgenannten Schallquellen ist ihre Betriebszeit während der 8 maßgebenden (höchster Schalleistungspegel) Stunden bei Tag (6 bis 22 Uhr) und während der maßgebenden halben Stunde bei Nacht (22-6 Uhr) anzugeben.

### 3.2 Akustische Daten

Die akustischen Eingangsdaten sind die Oktavbandschalleistungspegel für 63 bis 8000 Hz (bzw. der A-bewertete Schalleistungspegel und die Nummer des dazu ausgewählten Spektrums) für jede der gemäß 3.1 angeführten Maschinen und Anlagen, die im Freien arbeiten.

Für die Schallquellen im Inneren von Gebäuden kann

- das Programm von der Angabe der Schalleistungspegel ausgehen und aus diesen und aus den Abmessungen der Betriebsräume und den Schallabsorptionsgraden der inneren Oberflächen den Schallpegel im Raum nach ÖAL-Richtlinie 14 berechnen

oder

- das Programm von der Angabe der Schallpegel in den Betriebsräumen ausgehen, die in einem getrennten Programm berechnet oder gemessen werden können.

Jedenfalls muß das Programm aus dem Schallpegel in den Betriebsräumen und dem Schalldämm-Maß der Außenbauteile den Schalleistungspegel der Außenbauteile berechnen.

Dazu sind als Eingangsdaten erforderlich:

- Schallpegel in der Betriebshalle in den Oktavbändern 63 bis 8000 Hz (bzw. der A-bewertete Schallpegel und die Nummer des dazu ausgewählten Spektrums)

oder

- Schalleistungspegel aller in der Betriebshalle arbeitenden Maschinen in den Oktavbändern 63 bis 8000 Hz (bzw. der A-bewertete Schalleistungspegel und die Nummer des dazu ausgewählten Spektrums) und die Angaben über die Schallabsorptionsgrade der Begrenzungsflächen der Halle in den Oktavbändern 63 bis 8000 Hz)
- Schalldämm-Maß in Abhängigkeit von der Frequenz für alle Außenbauteile (bzw. bewertetes Schalldämm-Maß und Nummer des dazu ausgewählten Frequenzganges)

Für die Verkehrsbewegungen sollen die Schalleistungspegel in Oktavbändern angegeben werden. Sofern nur der A-bewertete Schalleistungspegel angegeben wird, ist mit dem Oktavbandspektrum Nummer 2 aus Anlage A zu rechnen.

Das Programm muß für die Berechnung die Unterteilung von großen Schallquellen, schallabstrahlenden Bauteilen, Verkehrswegen in die dem Verfahren entsprechenden Abschnitte selbst durchführen und die Unterteilung durch den Bearbeiter ermöglichen.

### 3.3 Immissionspunkte

Die Lage der Immissionspunkte ist einzugeben in x-, y- und z-Koordinaten. Es muß die Rechnung für einzelne Immissionspunkte, für Immissionspunkte in festzulegenden Rasterabständen (für die Ermittlung von Iso-dB-Linien), für Immissionspunkte an Fassaden möglich sein.

### 3.4 Topographische Gegebenheiten und Schirme

Das Gelände zwischen Schallquellen und Immissionspunkten ist als Höhenmodell einzugeben, dazu die Schallabsorption der Bodenflächen und event. Vegetation (Wald).

### 3.5 Darstellung der Eingabedaten

Nach Eingabe der Daten zu 3.1, 3.3 und 3.4 müssen entweder ein 3D-Modell für Schallquellen (Betriebsgebäude), Gelände, Immissionspunkte erstellt oder Schnitte zwischen Emissionsquellen und Immissionspunkten dargestellt werden können, sodaß der Bearbeiter

die Fehlerfreiheit überprüfen kann. Für Gebäude und Hindernisse sind vereinfachte Grundrisse und Ansichten darzustellen.

## 4. Dokumentation

### 4.1 Eingabedaten

Alle Eingangsdaten sind übersichtlich auszudrucken, sodaß es dem Prüfer der Schallausbreitungsrechnung möglich ist, die Eingangsdaten zu überprüfen. Zusätzlich sind die Eingabedaten wie in 3.5 beschrieben darzustellen.

### 4.2 Einstellungen

Alle Einstellungen, mit denen gerechnet wurde (z.B. Ordnung der Reflexionen) sind anzugeben.

### 4.3 Zwischenergebnis und Ergebnis-Ausgabe

Um die erforderliche Prüfung zu ermöglichen, sind für jeden auszuwählenden Immissionspunkt für jede Schallquelle (Teilschallquelle) die Oktavbandschallpegel, der A-bewertete Schallpegel und die Werte für das Abstandsmaß  $\Delta L_d$ , das Luftabsorptionsmaß  $\Delta L_a$ , das Schimmermaß  $\Delta L_s$ , das Bodendämpfungsmaß  $\Delta L_b$ , das Vegetationsdämpfungsmaß  $\Delta L_v$ , in den Oktavbereichen anzuführen.<sup>5)</sup> Die Reflexionsanteile von Spiegelschallquellen sollen getrennt ausgegeben werden können. Alle Werte für Oktavbandpegel und A-bewertete Schallpegel sind mit einer Dezimalstelle anzugeben.

Bei Rechnung von Iso-dB-Linien sind diese Angaben für Immissionspunkte in einem Raster von 50 m x 50 m oder 100 m x 100 m erforderlich oder für frei wählbare und mit ihren Koordinaten einzugebende Immissionspunkte.

Für die Darstellung der Iso-dB-Linien ist deren Lage durch ein geeignetes anzugebendes Interpolationsverfahren zwischen den Rasterpunkten des gewählten Rasters zu bestimmen.

Die Ergebnisse für die A-bewerteten Schallpegel, insbesondere Iso-dB-Linien müssen auf Datenträger ausgegeben werden können und in geographische Informationssysteme und Datenbanken übernehmbar sein.

Bei der Rechnung von Iso-dB-Linien ist der gewählte Abstand der Rasterpunkte in den Ausgabedaten anzugeben.

## 5. Hardware

Es ist anzugeben, welche Rechner, Peripheriegeräte, zusätzliche Software zur Anwendung des Programmes erforderlich sind.

## 6. Handbuch

Das Handbuch muß jedenfalls

- die Bezeichnung des Programms, Version, Datum
- die Angabe des zugrundegelegten Schallausbreitungsmodells (vorzugsweise ÖAL-Richtlinie 28) und der zugrundegelegten Formeln (falls abweichend von ÖAL-Richtlinie 28)
- die Kriterien der automatischen Aufteilung von Linienquellen und Flächenquellen
- die Angabe, wie eine Interpolation der eingegebenen Daten des Höhenmodells im Programm erfolgt
- eine genaue und ausführliche Anleitung für die Anwendung des Programms, insbesondere die Eingabe

<sup>5)</sup> bzw. die entsprechenden Größen in anderen Rechenverfahren

- die detaillierte Berechnung von mindestens 2 Anwendungs-Beispielen (ein einfacheres und ein komplizierteres) als Bedienungshilfe für den Anwender
- Angaben über die Rechengenauigkeit
- Hinweise auf die Anwendungsgrenzen (und Fehlermöglichkeiten) und die Angabe der maximalen Anzahl von Immissionspunkten, die mit einem Durchlauf gerechnet werden kann
- den Nachweis der richtigen Rechnung von Testbeispielen
- Beschreibung der Behandlung von Aufgaben, die in der Richtlinie nicht explizit gelöst sind (z.B. Anschlußbedingungen, seitlicher Umweg bei Mehrfachschirmen)

enthalten.

### **7. Fehlerbehandlung, Updates**

Bekanntwerdende Fehler oder Beschränkungen des Programms sind sofort allen Anwendern mitzuteilen. Sofern Korrekturen oder Ergänzungen, Updates erfolgen, sind alle Nutzer zu informieren. Jede neue Fassung ist mit neuer Versions-Nr. und Datum zu versehen.

### **8. Datenbanken**

Sofern das Programm eine Datenbank - z.B. über die Schallemission von Anlagen nach VDI-Richtlinien, Schallabsorptionsgrade und Schalldämm-Maße von Baustoffen und Bauteilen - enthält, ist die jeweilige Quelle im Handbuch anzugeben.

#### **Als Datenbanken werden empfohlen:**

Für die Emission von Maschinen und Anlagen:

- VDI-Richtlinien Emissionskennwerte technischer Schallquellen

Für die Schalldämmung von Bauteilen:

- ONV Schalldämmung von Bauteilen des Österreichischen Normungsinstituts

Für die Schallabsorption von Baustoffen:

- ÖNORM B 8115-3, Beiblatt 1
- Schallabsorptionsgrad-Tabelle, Beuth-Verlag

**Anlage A**  
**Referenzspektren für die Schallemission**

Die Spektren sind A-bewertet und auf 0 dB A-bewerteten Gesamtschallpegel normiert.

Frequenz (Hz)	Relativer Oktavbandpegel (dB)			
	Spektrum Nr.			
	1 rosa Rauschen *)	2 Verkehrslärm	3 5 dB/Oktav fallend	4 5 dB/Oktav steigend
63	- 33	- 18	- 13	- 62
125	- 23	- 14	- 8	- 47
250	- 16	- 10	- 6	- 35
500	- 10	- 7	- 5	- 24
1000	- 7	- 4	- 7	- 16
2000	- 6	- 6	- 11	- 10
4000	- 6	- 11	- 16	- 5
8000	- 8	- 16	- 23	- 2

\*) gemäß ÖAL-Richtlinie 33 auch für Musik einzusetzen

**Anlage B**  
**Referenz-Frequenzgang für das Schalldämm-Maß**

Die angegebenen Schalldämm-Maße  $K$  für die Oktaven ergeben etwa das bewertete Schalldämm-Maß  $R_w = 0$  dB; d.h. das Schalldämm-Maß für einen Oktavbereich ergibt sich aus  $R_w + K$  dB

Frequenz (Hz)	relatives Schalldämm-Maß $K$ (dB)		
	massive einschalige Wand	Doppelwand aus biegeweichen Schalen	Fenster, Verglasungen
63	- 23	- 31	- 13
125	- 17	- 21	- 12
250	- 11	- 9	- 10
500	- 5	- 1	- 4
1000	+ 1	+9	+2
2000	+ 7	+19	+8
4000	+ 13	+19	+2
8000	+ 19	+19	+2

### **Anhang 3**

#### **Testbeispiele für Berechnungsprogramme nach ÖAL-Richtlinie 28**



### Beispiel 1: Bodeneinfluß

Bereich: (0,100) x (0,100), Boden auf 0 m Höhe (Angaben ohne Einheit in m)

Punktschallquelle: (20/20/1)

$L_w = 100$  dB in allen Oktavbändern von 63 bis 8000 Hz

Boden:

a) reflektierend

b) absorbierend

c) Bereich 40/0 bis 40/100 bis 100/0 bis 100/100 Wald

Rechnung der Oktavbandpegel und daraus des A-bewerteten Schallpegels für Raster (Maschenweite 1 m) in  $h = 1,5, 3$  und 6 m über Boden und Angabe der ISO-dB-Linien in 1 dB Abstand

Zusätzliche Berechnung (mit Ausgabe in Tabellenform) für die 18 Immissionspunkte (90/90/h), (38/61/h), (42/59/h), (25/25/h), (23/14/h), (25/10/h)

### Beispiel 2: Abschirmung/Reflexion

Bereich: (0,100) x (0,100), Boden auf 0 m Höhe (Angaben ohne Einheit in m)

Punktschallquelle: (20/20/1)

$L_w = 100$  dB in allen Oktavbändern von 63 bis 8000 Hz

Schirm: Endpunkte (40/20/5), (30/40/5)

Absorptionsgrad 0

Boden:

a) reflektierend

b) absorbierend

Rechnung der Oktavbandpegel und daraus des A-bewerteten Schallpegels für Raster (Maschenweite 1 m) in  $h = 1,5, 3$  und 6 m über Boden und Angabe der ISO-dB-Linien in 1 dB Abstand

Zusätzliche Berechnung (mit Ausgabe in Tabellenform) für die 18 Immissionspunkte (90/90/h), (38/61/h), (42/59/h) ... Abschirmung (25/25/h), (23/14/h), (25/10/h) ... Reflexion

### Darstellung der Ergebnisse:

für alle 5 Rechenbeispiele (Beispiel 1 a, b, und c und Beispiel 2 a und b) die Oktavbandpegel und die daraus berechneten A-bewerteten Schallpegel in den je 18 Immissionspunkten in Tabellenform.

**Beispiel 3: Abschirmung durch 2 Schirme**

(Angaben ohne Einheit in m)

Bereich: (0,100) x (0,100) Boden auf Höhe 0

Punktschallquelle: (10/60/3)

$L_w$  100 dB in je einem Oktavband von 63 bis 8000 Hz

Boden reflektierend

Schirm 1 Eckpunkte (30/30/5), (30/100/5)

Schirm 2 Eckpunkte (40/40/3), (50/100/3)

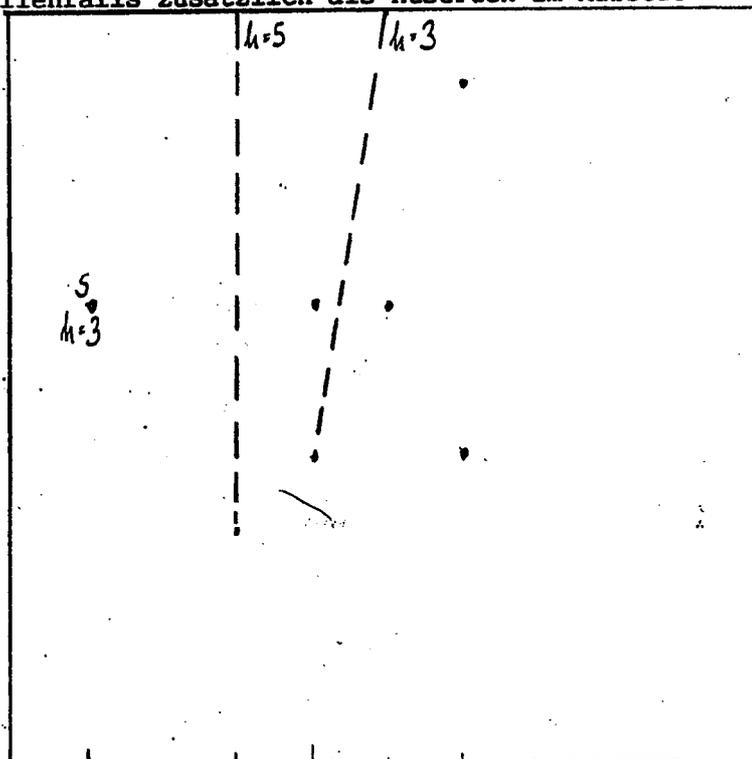
Schirmoberflächen reflektierend

Ausgabe: - Berechnung mit Listenausgabe (für Oktavbänder und A-bewerteten Summenpegel) für die Punkte  
 (50/60/h) mit h..... Höhe über Boden:  
 (60/40/h) 1.5, 3 und 6  
 (40/60/h)  
 (60/90/h)

- eine Isolinie für den Wert 49 dB  
 (A-bewerteter Summenpegel) für die Höhe 1,5 über Boden  
 Maschenweite des Rasters 1 m

Format dxf - file

allenfalls zusätzlich als Ausdruck im Maßstab 1:1000



Beispiel 4: geknickter Schirm

(Angaben ohne Einheit in m)

Bereich: (0,100) x (0,100) Boden auf Höhe 0

Punktschallquelle (10/60/3)

$L_w$  100 dB in je einem Oktavband von 63 bis 8000 Hz

Boden reflektierend

Schirm Eckpunkt (20/30/5)

Knickpunkt (30/60/5)

Eckpunkt (30/30/5)

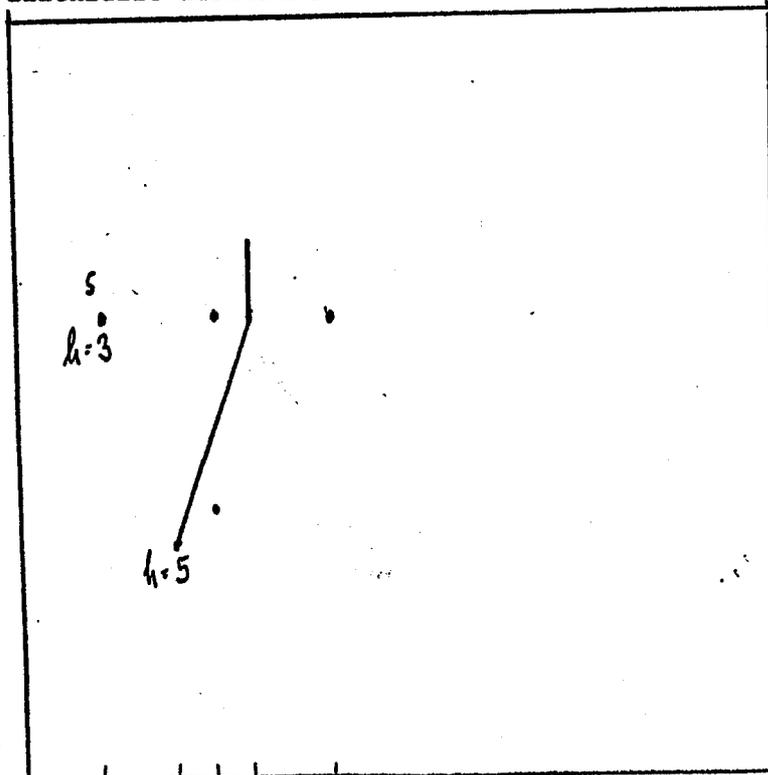
Schirmoberflächen reflektierend

Ausgabe: - Berechnung mit Listenausgabe (für Oktavbänder und A-bewerteten Summenpegel) für die Punkte  
 (40/60/h) mit h .... Höhe über Boden  
 (25/35/h) 1,5, 3 und 6  
 (25/60/h)

- eine Isolinie für den Wert 50 dB (A-bewerteter Summenpegel) für die Höhe 1,5 über Boden

Format dxg - file

allenfalls zusätzlich als Ausdruck im Maßstab 1:1000



Beispiel 5: Schallausbreitung über Gelände

(Angaben ohne Einheit in m)

Bereich: (0,100) x (0,100)

Punktschallquelle: (10/50/3)

$L_w = 100$  dB in je einem Oktavband von 63 bis 8000 Hz

Boden reflektierend

Gelände: in Y-Richtung gerade verlaufender Hügel

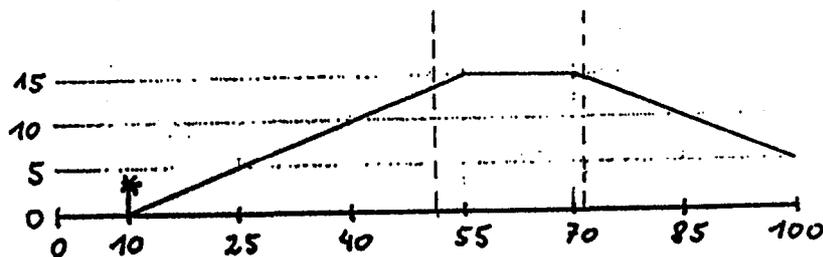
von (10/y/0) linear ansteigend bis (55/y/15)

von (55/y/15) gerade und waagrecht bis (70/y/15)

von (70/y/15) linear abfallend (bis 100/y/5)

für alle y

Schnitt:



Ausgabe: - Berechnung mit Listenausgabe (für Oktavbänder und

A-bewerteter Summenpegel) für die Punkte

(85/50/h) mit h .....relative Höhe über Gelände

(71/50/h) 1.5, 3 und 6

- eine Isolinie für den Wert 60 dB (A-bewerteter Summenpegel) für die Höhe 1,5 relativ über Gelände,

Maschenweite des Rasters 1 m

Format dxf - file allenfalls zusätzlich Ausdruck im

Maßstab 1: 1000

Beispiel 6: Gebäude

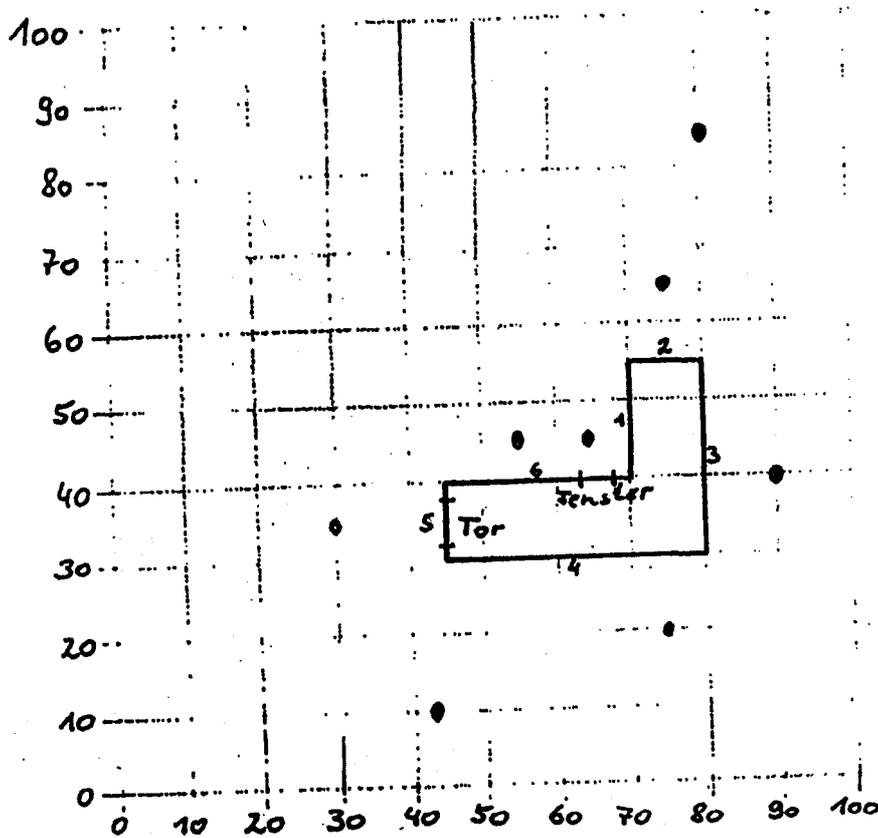
(Angabe ohne Einheit in m)

Bereich: (0,100) x (0,100)

Innenpegel:

$L_p = 100$  dB in je einem Oktavband von 63 bis 8000 Hz

Grundriß:

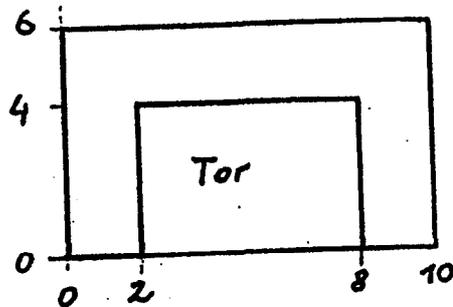


Testbeispiel 6  
Fortsetzung

Gebäude steht auf Boden Höhe 0; Boden reflektierend  
Das angegebene Schalldämmmaß gilt für alle Oktavbänder.  
Folgende Angaben beziehen sich auf die Lage der Eckpunkte

	R
Wand 1 (70, 40), (70, 55)	50
Wand 2 (70, 55), (80, 55)	50
Wand 3 (80, 55), (80, 30)	20
Wand 4 (80, 30), (45, 30)	50
Wand 5 (45, 30), (45, 40)	50
Wand 6 (45, 40), (70, 40)	50

Gebäude Höhe 6  
sämtliche Wände Reflexionsfaktor 0,8  
Dach: Dämmmaß 80 dB, Höhe 6  
Tor in Wand 5  
Ansicht

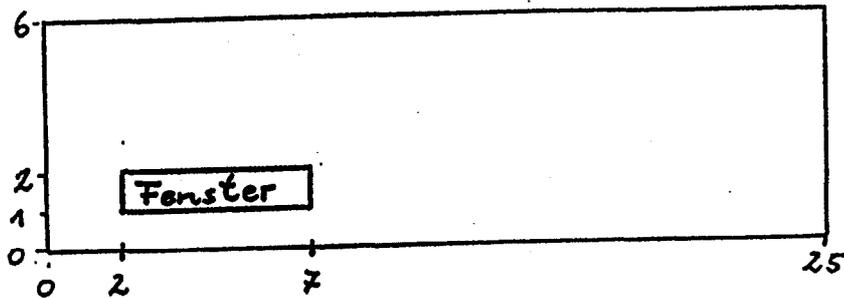


Torfläche 6 x 4

Abstand linker Rand des Tors vom linken Rand der Wand: 2  
unterer Rand des Tors zum Boden 0

Dämmmaß 10 dB

Fenster in Wand 6  
Ansicht



Fensterfläche 5 x 1

Abstand: linker Rand des Fensters vom linken Rand der Wand: 2  
unterer Rand des Fensters vom Boden : 1

Fenster ist offen

Ausgabe: - Berechnung mit Listenausgabe (für Oktavbänder und

A-bewerteter Summenpegel) für die Punkte

(90/40/1,5)

(75/20/1,5)

(30/35/1,5)

(42/10/1,5)

(65/45/1,5)

(55/45/1,5)

(75/65/1,5)

(80/85/1,5)

- eine Isolinie für den Wert 70 dB

(A-bewerteter Summenpegel) für die Höhe 1,5 über Boden

Maschenweite des Rasters 1 m

Format: dxf - file

allenfalls zusätzlich Ausdruck im Maßstab 1:1000

## Testbeispiel für Vergleichsrechnung: "Innenhof"

Testbeispiel 7

gegeben: Innenhof mit den Koordinaten: 0/0  
10/0  
10/5  
0/5  
0/0

die Höhe der Begrenzungswände ist allseitig 9  
bei der Oberfläche handelt es sich um jeweils schallharte Wände - Reflexionskoeffizient=1  
der Boden des Hofes ist akustisch hart -  $G=0$

### Quellen:

"Abluftventilator": Punktschallquelle mit Koordinaten: 0.3/0.3/0.5  
Schalleistung 80 dB bei 500 Hz  
"Gastgarten": Flächenquelle über die gesamte Hoffläche mit Höhe 1  
Schalleistung 80 dB bei 500 Hz

### Immissionspunkte:

Punkt 1: 0.3/0.3/7  
Punkt 2: 0.3/4.5/4.5  
Punkt 3: 0.3/4.5/7  
Punkt 4: 5/4.5/4.5  
Punkt 5: 5/4.5/7  
Punkt 6: 9.5/2.5/4.5  
Punkt 7: 9.5/2.5/7  
Punkt 8: 5/6/10

alle Angaben ohne Einheit in Meter

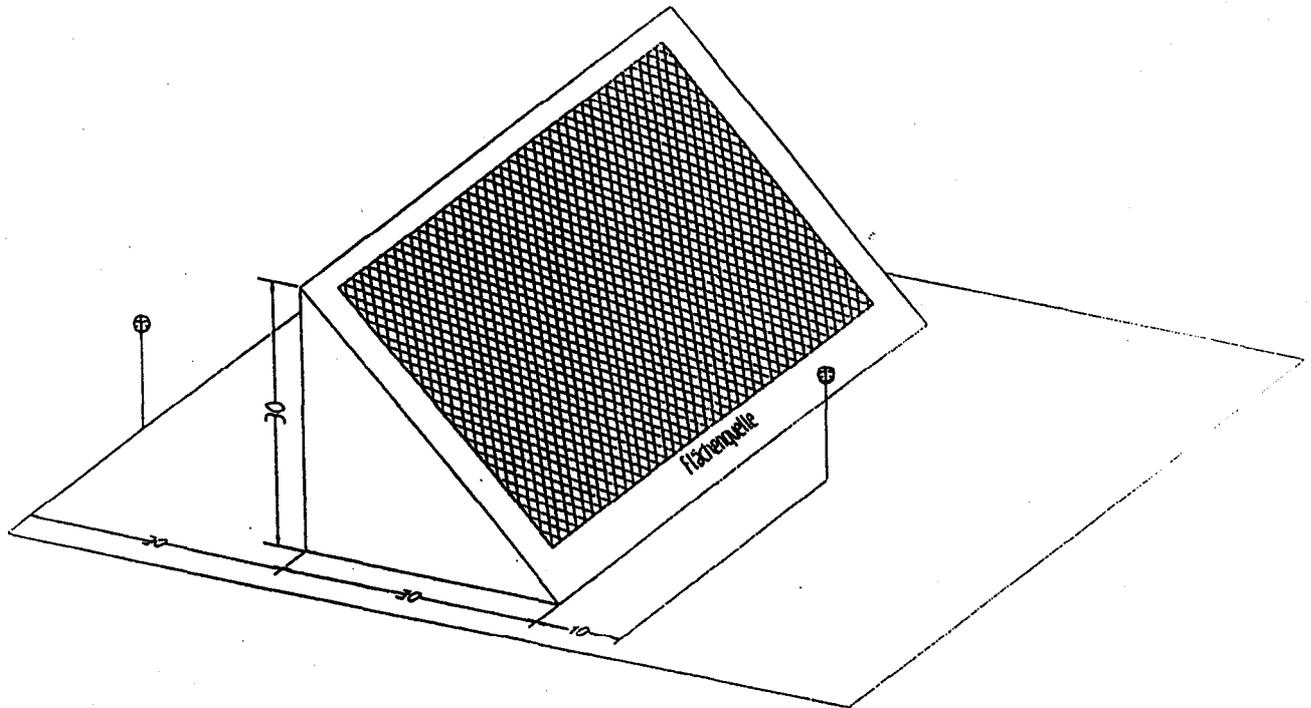
gesucht: Immissionspegel für beide Quellen und jeweils alle Immissionspunkte  
Ergebnisse linear (ohne A-Bewertung) nur für das betrachtete Oktavband

Testbeispiel

Prüfung von :

Aufteilung und Abschirmung schräger Flächenquellen

Konfiguration:



Parameter :

Flächenbezogener Schalleistungspegel  
Quelle 70 dB

Höhe Flächenquelle über schrägem Boden 1m

Frequenz 500 Hz

Bodenformation:

Koordinaten

Eckpunkte Schrägfläche		
x (m)	y (m)	z (m)
30	10	30
60	10	0
60	90	0
30	90	30

Flächenquelle

Eckpunkte Flächenquelle	
x (m)	y (m)
35	15
55	15
55	85
35	85

Immissionsorte:

Koordinaten Immissionsort		
$x_i$ (m)	$y_i$ (m)	$h_i$ (m)
70	50	5
0	40	5

Zu ermittelndes Ergebnis

Schalldruckpegel am Immissionsort

Zu beachten :

- Zeitaufwand bei der Umsetzung nur unter Verwendung dieses Blatts in ein Rechenmodell
- Zeitaufwand zur Berechnung des letztgenannten Falles
- Ausgabeformat als Tabelle, Grafik usw.
- Übernahmemöglichkeit der Ergebnisse in Tabellenkalkulation zur weiteren Verwendung in Berechnungen
- Darstellung der Ergebnisse in Textverarbeitung - Berichtsmöglichkeiten

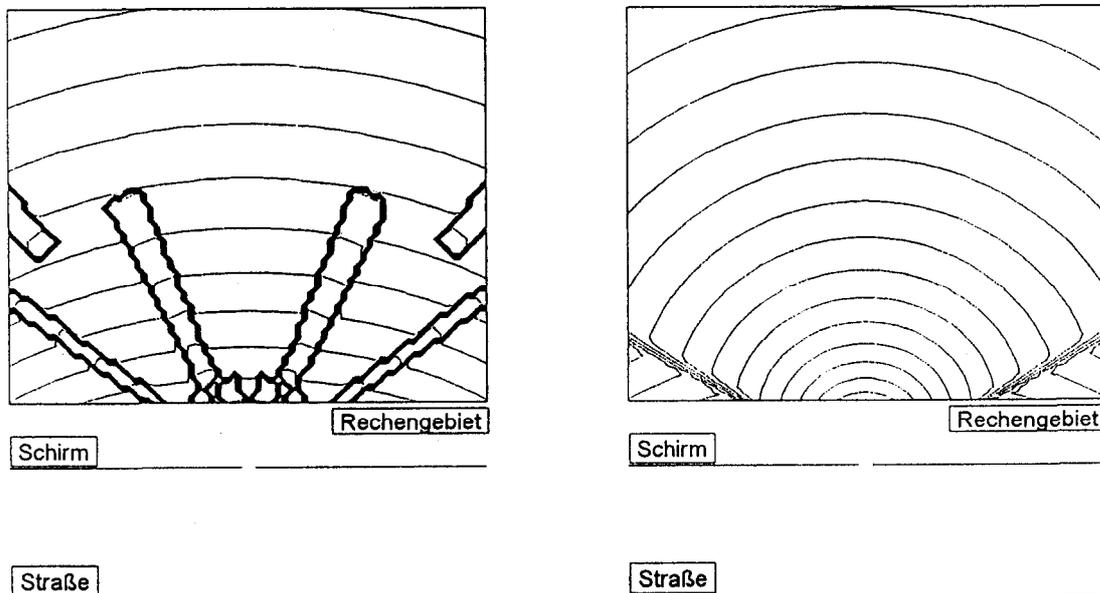
## Testaufgabe zur Projektion bei Linienquellen

### Aufgabenstellung :

Die Aufgabe zeigt, ob bei der Berechnung die zwischen der Linienquelle (z.B. Straße) und dem Aufpunkt befindlichen abschirmenden Objekte bei der Abschnittbildung und Unterteilung der Quelle in korrekter Weise (z.B. durch Anwendung des Projektionsverfahrens) berücksichtigt werden.

Ein richtiges Ergebnis dieser Testaufgabe kann durch Einstellung sehr kleiner Abschnittslängen erzwungen werden - allerdings führt dies zu extrem langen Rechenzeiten und wird in der Praxis oft nicht angewendet. Führt diese Aufgabe zu einem negativen Ergebnis, so ist deshalb in der Programm-Bedienungsanleitung darauf hinzuweisen, daß bei der Anwendung in einem normativ geregelten Bereich, wenn sich abschirmende Objekte im Ausbreitungsweg befinden können, entsprechend kleine Abschnittslängen (z.B. 2m) einzustellen sind.

Der Testaufgabe zur Projektion liegt folgende Anordnung zugrunde :



Ergebnis einer Berechnung ohne Projektion

Ergebnis einer Berechnung mit Projektion

Folgende Objekte werden eingegeben (jeweils x/y in Metern):

- Einstreifige Straße mit bel. Parametern - DTV z.B.20000 Kfz/24h (13/100 , 85/100)
- Nichtreflektierender Schirm Nr.1 mit Höhe 30m von (13/120) nach (48/120)
- Nichtreflektierender Schirm Nr.2 mit Höhe 30m von (50/120) nach (85/120)
- Rechengebiet zur Rasterberechnung mit Raster 1m in x- und y-Richtung (13/130 , 85/130 , 85/190 , 13/190)

Die Berechnung der Lärmkarte soll in der Standardkonfiguration des Programms ohne Vorgabe einer maximalen Abschnittgröße für die Aufteilung der Flächenquelle erfolgen. Bei korrekter Rechnung im o.g. Sinne müssen sich - ohne interpolierende Kurvenglättung - kontinuierlich verlaufende Linien gleichen Schallpegels ergeben, aus der sich die erwartete Pegelerhöhung hinter dem Spalt ergibt. Verspringende Linien, die einem Auf- und Abschwellen des Pegels bei Fortschreiten auf einem Kreisbogen um den Spalt entsprechen zeigen an, daß die Flächenquelle nicht für jeden Immissionspunkt entsprechend den akustischen Anforderungen

unterteilt wird. In diesem Fall ist der berechnete Pegel in nicht bestimmbarer Weise fehlerbehaftet. Der normativen Anforderung, daß für einen gebildeten Teilabschnitt der Linienquelle gleiche Ausbreitungsbedingungen zum Aufpunkt vorliegen müssen, ist dann nicht Rechnung getragen. Fortsetzung

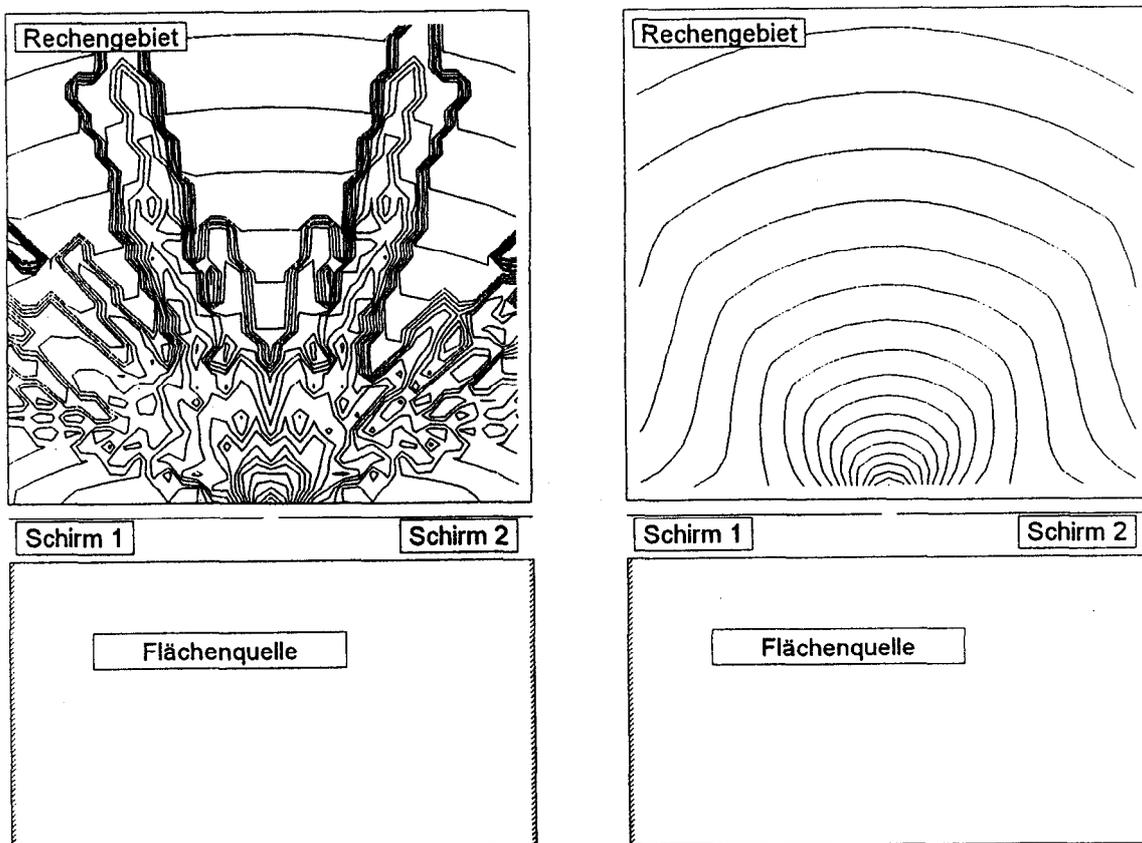
## Testaufgabe zur Projektion bei Flächenquellen

### Aufgabenstellung :

Die Aufgabe zeigt, ob bei der Berechnung die zwischen der Flächenquelle (z.B. Parkplatz) und dem Aufpunkt befindlichen abschirmenden Objekte bei der Abschnittsbildung und Unterteilung der Quelle in korrekter Weise (z.B. durch Anwendung des Projektionsverfahrens) berücksichtigt werden.

Ein richtiges Ergebnis dieser Testaufgabe kann durch Einstellung sehr kleiner Abmessungen für die Teilflächen erzwungen werden - allerdings führt dies zu extrem langen Rechenzeiten und wird in der Praxis oft nicht angewendet. Führt diese Aufgabe zu einem negativen Ergebnis, so ist deshalb in der Programm-Bedienungsanleitung darauf hinzuweisen, daß bei der Anwendung in einem normativ geregelten Bereich, wenn sich abschirmende Objekte im Ausbreitungsweg befinden können, entsprechend kleine Abmessungen für die Teilflächen (z.B. 2m) einzustellen sind.

Der Testaufgabe zur Projektion liegt folgende Anordnung zugrunde :



Ergebnis einer Berechnung ohne Projektion

Ergebnis einer Berechnung mit Projektion

Folgende Objekte werden eingegeben (jeweils x/y in Metern):

- Flächenquelle mit bel. Emission - z.B. 70 dB/m<sup>2</sup> (85/114 , 85/74 , 13/74 , 13,114)
- Nichtreflektierender Schirm Nr.1 mit Höhe 30m von (13/120) nach (48/120)
- Nichtreflektierender Schirm Nr.2 mit Höhe 30m von (50/120) nach (85/120)
- Rechengebiet zur Rasterberechnung mit Raster 1m in x- und y-Richtung (13/122 , 84/122 , 84/190 , 13/190)

---

## Testbeispiel 10

Fortsetzung

Die Berechnung der Lärmkarte soll in der Standardkonfiguration des Programms ohne Vorgabe einer maximalen Abschnittgröße für die Aufteilung der Flächenquelle erfolgen. Bei korrekter Rechnung im o.g. Sinne müssen sich - ohne interpolierende Kurvenglättung - kontinuierlich verlaufende Linien gleichen Schallpegels ergeben, aus der sich die erwartete Pegelerhöhung hinter dem Spalt ergibt. Verspringende Linien, die einem Auf- und Abschwellen des Pegels bei Fortschreiten auf einem Kreisbogen um den Spalt entsprechen zeigen an, daß die Flächenquelle nicht für jeden Immissionspunkt entsprechend den akustischen Anforderungen unterteilt wird. In diesem Fall ist der berechnete Pegel in nicht bestimmbarer Weise fehlerbehaftet. Der normativen Anforderung, daß für einen gebildeten Teilabschnitt der Linienquelle gleiche Ausbreitungsbedingungen zum Aufpunkt vorliegen müssen, ist dann nicht Rechnung getragen.

## Testaufgabe zur Reflexion 1. Ordnung bei Linienquellen

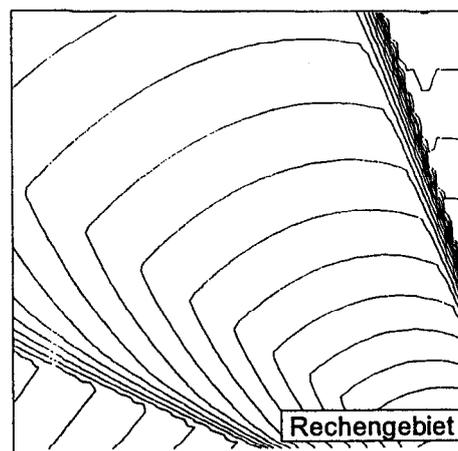
### Aufgabenstellung :

Die Aufgabe zeigt, ob bei der Berechnung von Reflexionen einer Linienquelle (z.B. Straße) die Ausdehnung des Reflektors entsprechend den normativen Anforderungen bei der Bestimmung des gespiegelten Straßenteilstücks berücksichtigt wird.

Ist dies nicht der Fall, so ergeben sich beim Verschieben des Aufpunkts nicht nachvollziehbare Pegelsprünge, weil je nach Aufpunktlage unterschiedliche Quellen-Teilstücke die Reflexionsbedingung erfüllen. Dies äußert sich in einer Lärmkarte in einem Bereich, in dem nur die reflektierten Schallanteile pegelbestimmend sind, durch ein entsprechendes „Verspringen“ und einen unerklärbaren Verlauf der Linien gleichen Schallpegels. Das Ergebnis der Reflexionsberechnung ist in diesem Falle - auch bei der Rechnung für festgelegte Immissionsorte - in nicht angebarbarer Weise fehlerbehaftet und unsicher.

Ein richtiges Ergebnis dieser Testaufgabe kann durch Einstellung extrem kleiner Abschnittslängen erzwungen werden - allerdings führt dies zu ebenso extrem langen Rechenzeiten und kann deshalb in der Praxis nicht angewendet werden.

Der Testaufgabe zur Projektion liegt folgende Anordnung zugrunde :



Schirm

Haus

Straße

Folgende Objekte werden eingegeben (jeweils x/y in Metern):

- Straße einstreifig von (65/110) nach (65/70) mit beliebiger Emission
- Nichtreflektierender Schirm mit Höhe 30m von (10/120) nach (70/120)
- Haus mit Reflexionsverlust 1dB und Höhe 30m mit den Eckkoordinaten (80/120 , 80/150 , 93/115 , 93/120)

- Rechengebiet zur Rasterberechnung mit Raster 1m in x- und y-Richtung  
(10/130 , 70/130 , 70/190 , 10/190)

Die Berechnung der Lärmkarte soll in der Standardkonfiguration des Programms ohne Vorgabe einer maximalen Abschnittgröße für die Aufteilung der Flächenquelle erfolgen.

# Testaufgabe zur Abschirmung von reflektiertem Schall bei Linienquellen

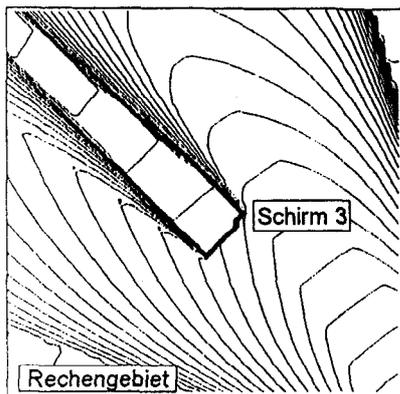
## Aufgabenstellung :

Die Aufgabe zeigt, ob bei der Abschirmung von reflektiertem Schall einer Linienquelle (z.B. Straße) die Ausdehnung des abschirmenden Objekts bei der Bestimmung des gespiegelten Straßenteilstücks berücksichtigt wird.

Ist dies nicht der Fall, so ergeben sich beim Verschieben des Aufpunkts im abgeschirmten Bereich nicht nachvollziehbare Pegelsprünge, weil je nach Aufpunktlage unterschiedliche Quellen-Teilstücke die Reflexions- und Abschirmungsbedingung erfüllen. Dies äußert sich in einer Lärmkarte in einem Bereich, in dem nur die reflektierten und abgeschirmten Schallanteile pegelbestimmend sind, durch ein entsprechendes „Verspringen“ und einen unerklärlichen Verlauf der Linien gleichen Schallpegels. Das Ergebnis der Reflexionsberechnung ist in diesem Falle - auch bei der Rechnung für festgelegte Immissionsorte - in nicht angegebener Weise fehlerbehaftet und unsicher.

Ein richtiges Ergebnis dieser Testaufgabe kann durch Einstellung extrem kleiner Abschnittslängen erzwungen werden - allerdings führt dies zu ebenso extrem langen Rechenzeiten und kann deshalb in der Praxis nicht angewendet werden.

Der Testaufgabe zur Projektion liegt folgende Anordnung zugrunde :

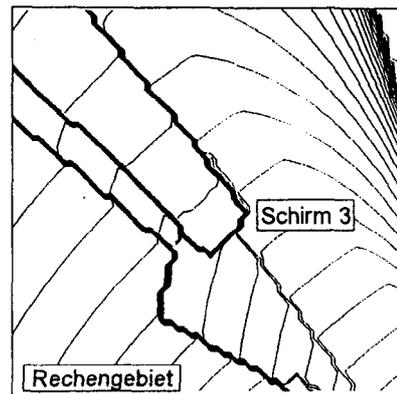


Schirm 1

Schirm 2

Straße

Berechnung mit Projektionsverfahren



Schirm 1

Schirm 2

Straße

Berechnung ohne Projektionsverfahren

Folgende Objekte werden eingegeben (jeweils x/y in Metern):

- Straße einstreifig von (65/110) nach (65/70) mit beliebiger Emission
- Nichtreflektierender Schirm mit Höhe 30m von (10/120) nach (70/120)
- Reflektierender Schirm Höhe 10m (82/97 , 82/130)

- Nichtreflektierender Schirm Höhe 10m (40.5/151 , 46/158)
- Rechengebiet zur Rasterberechnung mit Raster 1m in x- und y-Richtung  
(10/130 , 70/130 , 70/190 , 10/190)

Die Berechnung der Lärmkarte soll in der Standardkonfiguration des Programms ohne Vorgabe einer maximalen Abschnittgröße für die Aufteilung der Flächenquelle erfolgen.

