

# **Handleiding Meten en Rekenen Industrielawaai**

→

Colofon Handleiding meten en rekenen Industrielawaai

*Begeleidingscommissie*

Ir. A.W. Bezemer – Ministerie van VROM

Ing. E.J.L. Niehoff – Ministerie van VROM

Ir. F.H.A. van den Berg – TNO Technisch Fysische Dienst TU Delft

Ing. J. Bijl – Akzo Nobel Engineering (namens BMRO VNO-NCW)

Ir. J.H. Granneman – Adviesbureau Peutz & Associés B.V.

Ir. A.I. Koffeman – Lichtveld Buis & Partners B.V.

Ing. C.A. Nierop – M+P Raadgevende Ingenieurs B.V.

Ing. R.P.A. Ros – Hoogovens Staal Infrastructuur & Services (namens BMRO VNO-NCW)

Ir. R. Witte – dgmr Raadgevende Ingenieurs B.V.

H. Wolfert – DCMR Milieudienst Rijnmond (namens IPO)

*Samengesteld door:*

TNO Technisch Fysische Dienst TU Delft

M+P Raadgevende Ingenieurs B.V., Aalsmeer

Adviesbureau Peutz & Associés B.V., Zoetermeer

*In opdracht van:*

Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer (VROM)

Directoraat Generaal Milieubeheer

Directie Geluid en Verkeer

Dit is de elektronische uitgave van 2004 en bevat de errata van 1999. Verwijzingen naar bladzijnummers zijn helaas niet meer exact.

Er zijn 5 bestanden: **module A**, module B, Module C1, Module C2, en Module D

→

## Inhoud

### **Module A Algemeen gedeelte**

- 1 Inleiding
- 2 Beoordeling van geluid
- 3 Criteria voor toepassing van methode I en II
- 4 Immissiemetingen versus immissieberekeningen
- 5 Reproduceerbaarheid en representativiteit
- 6 Aspecten bij de uitvoering van metingen
- 7 Aspecten bij de beoordeling

### **Module B Methode I**

- 1 Inleiding
- 2 Meet- en rekenmethode industrielawaai I voor eenvoudige situaties (methode I)
- 3 Immissiemetingen (methode I.1)
- 4 Bronsterkebepaling en overdrachtsberekening
- 5 Bepaling beoordelingsgrootheden
- 6 Definities

### **Module C Methode II**

- 1 Inleiding
- 2 Meet- en rekenmethode industrielawaai voor complexe situaties (methode II)
- 3 Immissiemetingen (methode II.1)
- 4 Bronsterkebepaling
- 5 Overdrachtsmodel (methode II.8)
- 6 Substitutiemethode (methode II.9)
- 7 Hybride methoden (methode II.10)
- 8 Bepaling beoordelingsgrootheden
- 9 Definities

### **Module D Bijlagen**

- 1 Begrippen en definities
- 2 Belangrijkste wijzigingen ten opzichte van de handleiding-1981
- 3 Voorbeelden
- 4 Isolatiewaarden
- 5 Relatieve windkracht met windsnelheid

## Register

→

## Voorwoord

De Handleiding meten en rekenen Industrielawaai (Handleiding) geeft richtlijnen en aanwijzingen voor het meten en berekenen van het geluid afkomstig van inrichtingen, waarop de Wet milieubeheer (Wm) of een gemeentelijke verordening van toepassing is.

Deze Handleiding vormt tevens de basis voor de ministeriële beschikking ex artikel 73 van de Wet geluidhinder betreffende de zonering van industrieterreinen.

De onderhavige versie vervangt de 'Handleiding meten en rekenen industrielawaai' (IL-HR-13-01) van maart 1981 (Handleiding-1981).

De (drie) oude klassen A, B en C zijn vervangen door twee nieuwe methoden (I en II) met elk hun eigen toepassingsgebied. Dit sluit beter aan bij het ontstane gebruik in de praktijk zoals het toepassen van rekenprogramma's.

Bij de totstandkoming van deze nieuwe Handleiding zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- vanwege de brede verspreiding van en de ruime ervaring met de Handleiding-1981 is getracht niet of nauwelijks gewijzigde delen herkenbaar over te nemen;
- de resultaten van reeds beschikbare evaluatieonderzoeken over de Handleiding-1981 zijn in deze Handleiding verwerkt, voorzover dat in dit kader zinvol en wenselijk was;
- beleidsmatige voorschriften en aanwijzingen zijn zoveel mogelijk weggelaten; deze zijn zoveel mogelijk in de Handleiding industrielawaai en vergunningverlening (21 oktober 1998) opgenomen.

In de bijlagen van deze Handleiding zijn bepaalde procedures en begrippen nader toegelicht, evenals de veranderingen ten opzichte van de Handleiding-1981.

Gezien de ontwikkelingen die op Europees niveau plaatsvinden, is op een aantal plaatsen de gehanteerde terminologie aangepast aan die van de internationale normbladen.

→

**Samenvatting**

De Handleiding meten en rekenen Industrielawaai heeft als doel voorschriften, wenken en randvoorwaarden voor meet- en rekenmethoden te geven om geluid afkomstig van inrichtingen vast te stellen. De Handleiding geeft technische procedures aan zowel voor zonering in het kader van de Wet geluidhinder als voor vergunningverlening en handhaving in het kader van de Wet milieubeheer en gemeentelijke verordeningen.

De voorliggende versie vervangt de versie 'Handleiding meten en rekenen industrielawaai' (IL-HR-13-01) van maart 1981 (hierna te noemen Handleiding-1981).

De Handleiding bestaat uit vier modules.

Module A bevat het algemene gedeelte, waarin het gebruik van de methoden en de gehanteerde begrippen en symbolen wordt toegelicht. Bovendien worden de verschillen in toepassingsgebied van de twee standaardmethoden, methode I en methode II, uitgelegd.

Module B en C omschrijven respectievelijk methode I en methode II. Beide methoden bestaan uit een aantal verschillende meet- en rekenmethoden. In elke module wordt een overzicht gegeven van de toepassingsgebieden van de methoden. Tezamen met module A kan elke methode als één onafhankelijk geheel worden gehanteerd. Binnen het gedefinieerde toepassingsgebied zijn de resultaten van methode I en II gelijkwaardig.

Module D bestaat uit bijlagen met toelichtingen en toepassingsvoorbeelden.

Zij, die zich voornamelijk beleidsmatig of administratief met industrielawaai bezighouden, kunnen volstaan met het lezen van de eerste drie hoofdstukken van module A.

Degenen, die metingen en/of berekeningen uitvoeren, dan wel geluidstechnische aspecten moeten beoordelen, zullen zowel module A als de voor hen van belang zijnde methode I of II uit module B respectievelijk module C moeten hanteren. De methoden kunnen onafhankelijk van elkaar worden gebruikt.

**Anleitung Messen und Rechnen in bezug auf Industrielärm****Zusammenfassung**

Die 'Anleitung Messen und Rechnen in bezug auf Industrielärm' (Handleiding meten en rekenen Industrielawaai) beschreift Vorgesehensweisen, gibt Hinweise und definiert Voraussetzungen für die Anwendung von Meß- und Rechenmethoden zur Ermittlung von Geräuschen aus gewerblichen Anlagen. Die Anleitung beschreibt technische Verfahren, sowohl für die Erteilung von Genehmigungen und Zonierung im Rahmen des Lärmschutz-gesetzes (Wet geluidhinder), als auch für die Erteilung von Genehmigungen in Rahmen des Gesetzes zum Schutz der Umwelt (Wet milieubeheer) und für kommunale Verordnungen. Diese Anleitung ersetzt die 'Handleiding meten en rekenen industrielawaai' (IL-HR-13-01) von 1981. Die Anleitung setzt sich aus vier Teilen zusammen.

Teil A enthält eine allgemeine Einleitung, in welcher der Gebrauch und die verwendeten Begriffe und Symbole erklärt werden. Außerdem werden in Teil A die Unterschiede in den Anwendungsbereichen der zwei Standard-Rechenmethoden angegeben. In den Teilen B und C sind die Methoden I und II einander gegenübergestellt. Methode I kann in einfachen Situationen angewandt werden, Methode II ist für komplexe Situationen geeignet. Jede Methode besteht aus einer Anzahl unterschiedlicher Meß- und Rechenverfahren.

Innerhalb des jeweiligen zulässigen Anwendungsgebietes sind die Rechnergebnisse beider Methoden gleichwertig. Zusammen mit Teil A der Anleitung bildet jede der zwei Methoden eine voneinander unabhängige Einheit.

Teil D enthält Anlagen mit Erläuterungen und Rechenbeispielen.

**Guide for measuring and calculating industrial noise**

→

**Abstract**

The aim of the 'Guide for measuring and calculating industrial noise' (Handleiding meten en rekenen Industrielawaai) is to provide rules, hints and conditions for the use of methods of measuring and calculating noise caused by establishments. It suggests technical procedures both for licensing and zoning as provided for in the Noise Abatement Act (Wet geluidhinder) and for licensing under the Environmental Management Act (Wet milieubeheer) and municipal regulations.

This version replaces the version 'Handleiding meten en rekenen industrielawaai' (IL-HR-13-01) dated March 1981.

The Guide consists of four sections.

Part A contains a general introduction explaining the use of the guide, the concepts and symbols used; it also indicates the differences between the two methods of measuring and calculation described in part B and C. Part B and C describe respectively method I and II. Method I can be used for simple situations and method II is meant for complex situations. Both methods consist of several measuring and calculation methods.

A list of the areas where the methods can be applied is given for each method. Each method can be used independently in conjunction with part A.

Part D contains both examples how to calculate noise and explanations.

**Manuel de mesure et de calcul du bruit industriel**

**Resumé**

'Le Manuel de mesure et de calcul de bruit industriel' (Handleiding meten en rekenen Industrielawaai) donne des instructions, des conseils et des conditions aux limites pour établir les méthodes de mesure et de calcul du bruit généré des établissements bruyants. Il indique des procédures techniques, tant pour l'octroi de permis ou le zonage dans le cadre de la loi sur les nuisances acoustiques (Wet geluidhinder: en France, loi sur la lutte contre les bruits de voisinage) que pour l'octroi de permis dans le cadre de la loi relative aux établissements dangereux, insalubres et incommodes (Wet milieubeheer: en France, loi sur les installations classées pour la protection de l'environnement) ainsi que conformément aux arrêtés municipaux.

Ce manuel remplace le 'Handleiding meten en rekenen industrielawaai' (IL-HR-13-01) de 1981.

Le manuel est composé de quatre parties.

La partie A comprend une introduction générale expliquant l'usage de ce manuel, les concepts et les symboles utilisés. Elle indique également les différences entre les deux méthodes de mesure et de calcul figurant dans les parties B et C qui décrivent, respectivement les méthodes I et II. On peut utiliser la méthode I pour les situations simples, et la méthode II est destinée à des situations compliquées. Les méthodes comprennent chacune un certain nombre de méthodes de mesure et de calcul distinctes.

Pour chaque catégorie le manuel donne un aperçu champ d'application des méthodes.

Chaque catégorie de méthodes, ainsi que la première partie du manuel, peuvent être utilisées séparément.

La partie D comprend des exemples de calcul le bruit et des explications.

→

**MODULE A ALGEMEEN GEDEELTE**

**1 Inleiding 15**

- 1.1 Doel Handleiding
- 1.2 Uitgangspunten
- 1.3 Structuur van de Handleiding

**2 Beoordeling van geluid 18**

- 2.1 Algemeen
- 2.2 Beoordelingsgrootheden
  - 2.2.1 Langtijdgemiddeld beoordelingsniveau  $L_{Ar,LT}$
  - 2.2.2 Etmaalwaarde  $L_{etmaal}$
  - 2.2.3 Geluidsbelasting  $B_i$
  - 2.2.4 Maximaal geluidsniveau  $L_{Amax}$
- 2.3 Bijzondere geluiden (tonaal karakter/impulsgeluid/muziekgeluid)
- 2.4 Vergunningverlening
- 2.5 Zonering/zonebeheer
  - 2.5.1 Geluidsbelasting vanwege een industrieterrein
  - 2.5.2 Geluidsbelasting van geluidsgevoelige objecten in de zone

**3 Criteria voor toepassing van methode I en II 24**

- 3.1 Kenmerken van methode I en II
- 3.2 Gebruik van methode I
  - 3.2.1 Toepassingsgebied
  - 3.2.2 Vereist kennisniveau
- 3.3 Gebruik van methode II
  - 3.3.1 Toepassingsgebied
  - 3.3.2 Vereist kennisniveau

**4 Immissiemetingen versus immissieberekeningen 28**

- 4.1 Algemeen
- 4.2 Meten van geluidsimmissie
  - 4.2.1 Metingen op een beoordelingspunt
  - 4.2.2 Metingen op een referentiepunt
- 4.3 Berekenen van de geluidsimmissie uit emissiegegevens
  - 4.3.1 Geluidsemissemeeetmethoden
  - 4.3.2 Bepalen van de geluidsoverdracht

**5 Reproduceerbaarheid en representativiteit 33**

- 5.1 Reproduceerbaarheid
- 5.2 Representatieve bedrijfssituatie
- 5.3 Representatieve geluidsoverdracht
- 5.4 Nauwkeurigheid van de methoden I en II
  - 5.4.1 Vereiste meetnauwkeurigheid
  - 5.4.2 Verwaarlozingscriterium
  - 5.4.3 Interpolatievoorschriften
  - 5.4.4 Nauwkeurigheidsmarge meten en rekenen
  - 5.4.5 Afrondingen

**6 Aspecten bij de uitvoering van metingen 40**

→

- 6.1 Algemeen
- 6.2 Stoorgeluid
  - 6.2.1 Algemeen
  - 6.2.2 Vermijden van stoorgeluid
  - 6.2.3 Stoorgeluidscorrectie
- 6.3 Weersomstandigheden en meteoraam
- 6.4 Typen geluid
- 6.5 Meting maximale geluidsniveaus
- 6.6 Meting binnengeluidsniveaus
  
- 7 Aspecten bij de beoordeling 46**
- 7.1 Algemeen
- 7.2 Begrippen
  - 7.2.1 Tijdsperioden
  - 7.2.2 Geometrische parameters
  - 7.2.3 Bodemtypen en bodemgebieden
  - 7.2.4 Immissierelevante bronsterkte  $L_{WR}$
- 7.3 Bepaling beoordelingsgrootheden
  - 7.3.1 Bepaling langtijdgemiddeld deelgeluidsniveau  $L_{Aeq,LT}$
  - 7.3.2 Toeslag voor bijzondere geluiden  $K_x$
  - 7.3.3 Bepaling beoordelingsniveau  $L_{etmaal}$
  - 7.3.4 Rekenschema
  - 7.3.5 Bepaling maximale geluidsniveau  $L_{Amax}$
  - 7.3.6 Bepaling binnengeluidsniveaus
    - 7.3.6.1 Binnengeluidsniveaus ten gevolge van niet-aanliggende inrichtingen
    - 7.3.6.2 Binnengeluidsniveaus ten gevolge van aanliggende inrichtingen

#### Literatuurlijst 58



→

## 1 Inleiding

### 1.1 Doel Handleiding

Het doel van de Handleiding meten en rekenen Industrielawaai (Handleiding) is voorschriften, suggesties en randvoorwaarden te geven voor de toe te passen meet- en rekenmethode voor het geluid afkomstig van inrichtingen, teneinde de beoordelingsgrootheden vast te stellen.

De Handleiding omschrijft de te volgen technische procedures bij akoestische onderzoeken in het kader van bijvoorbeeld:

- vergunningverlening aan bedrijven en recreatieve activiteiten waarvoor een vergunning krachtens de Wet milieubeheer (Wm) of gemeentelijke verordeningen vereist is;
- verplichtingen voortvloeiend uit een Algemene Maatregel van Bestuur (AMvB) ex artikel 8.40 Wm;
- zoning/zonebeheer in het kader van de Wet geluidhinder (Wgh).

Afhankelijk van het doel worden eisen gesteld aan de betrouwbaarheid en de nauwkeurigheid van de resultaten en dus aan de verfijningsgraad van de toe te passen methoden. Ook de specifieke situatie is van belang: het geluidsniveau nabij een enkelvoudige bron is doorgaans eenvoudiger te bepalen dan dat van een complexe industrie op grote afstand.

Deze Handleiding geeft twee standaardmeet- en rekenmethoden die in het overgrote deel van de gevallen kunnen worden toegepast. Methode I voldoet in eenvoudige situaties, waarvoor de randvoorwaarden geformuleerd zijn. Voor complexe situaties is methode II opgesteld, die richtlijnen bevat voor geluidsdeskundigen. In hoofdstuk 3 wordt nader ingegaan op de toepassingsmogelijkheden van beide methoden.

Situaties die niet door de beschreven methoden kunnen worden ondervangen, dienen op basis van deskundigheid te worden behandeld.

### 1.2 Uitgangspunten

Voor het gebruik van de Handleiding zijn de volgende uitgangspunten geformuleerd:

- De Handleiding richt zich op meet- en rekenprocedures om de geluidsimmissieniveaus in de omgeving van inrichtingen te bepalen. Beleidsmatige aspecten, alsmede de akoestische beschrijving van een gebied en de bepaling van het referentieniveau van het omgevingsgeluid blijven buiten het kader van de Handleiding. Voor beleidsmatige aspecten wordt verwezen naar de Handleiding industrielawaai en vergunningverlening [A.1] en voor de bepaling van het referentieniveau van omgevingsgeluid naar ICG-rapport IL-HR-15-01 [A.2].
- De gedetailleerdheid van het akoestisch onderzoek en de daarbij toe te passen reken- en meetmethoden moeten in relatie staan met o.a. de aard van de geluidssituatie en de kosten van maatregelen.
- De meet- en rekenmethoden I en II worden, voorzover relevant voor het doel van de Handleiding, volledig beschreven. Achtergrondinformatie en wetenschappelijke onderbouwing kunnen worden verkregen uit rapporten van de Interdepartementale Commissie Geluidhinder (ICG), akoestische handboeken of andere wetenschappelijke publicaties; zie hiertoe ook de literatuurlijst.
- De Handleiding beoogt geen leerboek te zijn waarin de grondbeginselen van de akoestiek worden uiteengezet.
- De Handleiding geeft de beperkingen van de beschreven methoden aan, alsmede de aandachtspunten bij de toepassing ervan.
- De Handleiding wijkt in analogie met de Handleiding-1981 niet onnodig af van internationaal gebruikelijke methoden. Dit geldt met name voor ISO-standaards, VDI-bladen en DIN-normen.

→

### 1.3 Structuur van de Handleiding

De structuur van de Handleiding is af te lezen uit tabel A.1.1.

Module A bevat een algemeen gedeelte. De gehanteerde begrippen en symbolen worden hierin toegelicht. Achtergrondinformatie wordt gegeven over de wijze waarop de beoordelingsgrootheden moeten worden vastgesteld. Bovendien zijn in module A de toepassingsgebieden omschreven van de methoden I en II.

In module B en C worden voor respectievelijk methode I en methode II de toepassingsgebieden van de methoden en de gehanteerde begrippen en symbolen beknopt herhaald. Hiervoor is gekozen opdat de desbetreffende module onafhankelijk van de andere kan worden gebruikt. De gebruiker van methode I hoeft dus niet op de hoogte te zijn van de terminologie die bij methode II wordt gebruikt.

In beide modules worden na de inleiding zowel immissiemethoden als emissiemethoden met een overdrachtsmodel beschreven. Methode I is bedoeld voor eenvoudige situaties en methode II voor complexere situaties.

In module D zijn definities, begrippen en een aantal toelichtingen (isolatiewaarden, windkracht) en toepassingsvoorbeelden opgenomen. Tevens zijn in deze module de belangrijkste wijzigingen ten opzichte van de voorgaande Handleiding-1981 samengevat.

Tenslotte is in module D een lijst met trefwoorden opgenomen.

Module A	Algemeen gedeelte	
Module B	Methode I voor eenvoudige situaties	
-Hoofdstuk 3	Immissiemetingen op beoordelings- en referentiepunten	Methode I.1
-Hoofdstuk 4	Bronsterktebepaling en vereenvoudigde overdrachtsberekening	
-	geconcentreerde bronmethode	Methode I.2
-	aangepast meetvlakmethode	Methode I.3
Module C	Methode II voor complexe situaties	
-Hoofdstuk 3	Immissiemetingen	Methode II.1
-Hoofdstuk 4	Bronsterktebepaling:	
	- geconcentreerde bronmethode	Methode II.2
	- aangepast meetvlakmethode	Methode II.3
	- rondommethode	Methode II.4
	- intensiteitsmetingen	Methode II.5
	- snelheidsmetingen	Methode II.6

→

	- bepaling geluidsuitstraling gebouwen	Methode II.7
-Hoofdstuk 5	Overdrachtsmodel	Methode II.8
-Hoofdstuk 6	Substitutiemethode	Methode II.9
-Hoofdstuk 7	Hybride methode	Methode II.10
Module D	Definities, begrippen, toelichtingen, voorbeelden bij methode I, trefwoordenregister	

TABEL A.1.1 *Structuur Handleiding met diverse methoden*

→

## 2 Beoordeling van geluid

### 2.1 Algemeen

In dit hoofdstuk worden allereerst de grootheden beschreven die van belang zijn voor de beoordeling van het geluid ten gevolge van inrichtingen in het kader van vergunningverlening en zonering.

Vervolgens worden aanwijzingen en uitgangspunten gegeven die van belang zijn voor de beoordeling van geluid voor vergunningverlening en zonering. Bij vergunningverlening worden in het algemeen eisen gesteld aan het equivalente geluidsniveau  $L_{Ar,LT}$  en het maximale geluidsniveau  $L_{Amax}$ . Bij zonering speelt alleen de geluidsbelasting  $B_i$  een rol.

### 2.2 Beoordelingsgrootheden

#### 2.2.1 Langtijdgemiddeld beoordelingsniveau $L_{Ar,LT}$

In deze Handleiding wordt als beoordelingsgrootte het zogenaamde 'langtijdgemiddeld beoordelingsniveau'  $L_{Ar,LT}$  in dB(A) gehanteerd; deze grootte wordt bepaald per etmaalperiode (dag, avond en nacht). De beoordelingsgrootte is gebaseerd op het equivalente geluidsniveau  $L_{Aeq,T}$  waarbij tevens rekening gehouden wordt met de afzonderlijke geluidsbijdragen tijdens de verschillende bedrijfstoestanden van de inrichting, alsmede met het karakter van het geluid (impulsachtig, tonaal, muziek) en variaties van het immisniveauniveau als gevolg van verschillende weersomstandigheden (meteocorrectie).

In algemene zin wordt het equivalente geluidsniveau  $L_{Aeq,T}$  in dB(A) over een tijdvak T van  $t_1$  tot  $t_2$  als volgt bepaald:

$$L_{Aeq,T} = 10 \log \left( \frac{1}{T} \sum_{t_1}^{t_2} \left( \frac{p_A(t)}{p_0} \right)^2 dt \right) \quad (2.1)$$

met  $T$  =  $t_2 - t_1$   
 $p_A(t)$  = de A-gewogen momentane geluidsdruk  
 $p_0$  = referentiedruk van 20  $\mu$ Pa

Het langtijdgemiddeld beoordelingsniveau  $L_{Ar,LT}$  over een beoordelingsperiode op een immissiepunt kan worden bepaald met behulp van metingen en/of berekeningen. De verschillende stappen, die hierbij dienen te worden doorlopen, worden toegelicht in paragraaf 7.2.

#### 2.2.2 Etmaalwaarde $L_{etmaal}$

De etmaalwaarde  $L_{etmaal}$  van het langtijdgemiddeld beoordelingsniveau  $L_{Ar,LT}$  in dB(A) met betrekking tot een inrichting of een industrieterrein is het hoogste van de volgende drie niveaus:

- $L_{dag}$  (=  $L_{Ar,LT}$ ); dag: 07.00-19.00 uur
- $L_{avond}$  (=  $L_{Ar,LT}$ ) + 5 dB; avond: 19.00-23.00 uur
- $L_{nacht}$  (=  $L_{Ar,LT}$ ) + 10 dB; nacht: 23.00-07.00 uur

#### 2.2.3 Geluidsbelasting $B_i$

Voor de zonering in het kader van de Wet geluidhinder speelt het begrip 'geluidsbelasting vanwege een industrieterrein' een belangrijke rol.

Deze geluidsbelasting  $B_i$  is de etmaalwaarde van het langtijdgemiddeld beoordelingsniveau in dB(A) op een bepaalde plaats afkomstig van een bepaalde bron of combinatie van bronnen. Dit wordt in paragraaf 2.5.1

→

nader omschreven.

In essentie is er geen verschil tussen de etmaalwaarde  $L_{\text{etmaal}}$  en de geluidsbelasting  $B_i$ .

#### 2.2.4 **Maximaal geluidsniveau $L_{Amax}$**

De beoordeling van geluiden die kortstondig optreden vindt veelal plaats aan de hand van  $L_{Amax}$ . Het maximale A-gewogen geluidsniveau  $L_{Amax}$  is gebaseerd op de hoogste aflezing in de meterstand 'fast'; op deze afgelezen waarde wordt de meteorcorrectieterm  $C_m$  (zie paragraaf 7.2.1) toegepast. De meterstand 'fast' komt overeen met een tijdconstante van 125 ms.

### 2.3 **Bijzondere geluiden (tonaal karakter/impulsgeluid/muziekgeluid)**

Bij het verlenen van vergunningen en handhaving van geluidsvoorschriften moet rekening worden gehouden met bijzondere geluiden die vanwege hun karakter als extra hinderlijk worden beschouwd. Het betreft tonaal geluid, geluid met een impulsachtig karakter en muziekgeluid. Als criterium geldt dat het bijzondere karakter duidelijk hoorbaar is op het beoordelingspunt. Als er bij een bedrijfstoestand sprake is van deze bijzondere geluiden, wordt een toeslag op het bij deze bedrijfstoestand gemeten (of berekende) langtijdgemiddeld deelgeluidsniveau gehanteerd. Bij een combinatie van tonaal, impulsachtig geluid wordt die toeslag maar één keer toegepast.

De toeslag heeft dus betrekking op het gemeten (of berekende) langtijdgemiddeld deelgeluidsniveau vanwege een bedrijfstoestand van *de gehele inrichting*. De toeslag wordt dus nadrukkelijk niet uitsluitend toegepast op de deelbijdrage van die *geluidsbron*, die de aanleiding vormt voor het hanteren van de toeslag.

Bij inrichtingen op een gezoneerd industrieterrein is extra aandacht vereist voor het toepassen van de toeslag. Met het eventueel tonale of impulsachtige karakter van het geluid behoeft bij de zonering geen rekening te worden gehouden. Bij vergunningverlening aan bedrijven op het gezoneerde industrieterrein is deze toeslag wel van toepassing. Het bevoegd gezag dient voor een zorgvuldige afstemming van zonering en vergunning zorg te dragen.

De onderhavige problematiek treedt bijvoorbeeld op bij een solitair opgesteld transformatorstation dat én zoneringsplichtig is én woningen binnen of op de zone heeft. Bij de vaststelling van de geluidsbelasting bij woningen ten behoeve van toetsing aan grenswaarden wordt wel een toeslag toegepast. Bij de vaststelling van de ligging van de zonegrens wordt echter geen toeslag toegepast.

In het onderstaande is een nadere toelichting gegeven over bijzondere geluiden. In module D, voorbeeld 2, zijn enige rekenvoorbeelden gegeven over de bepaling van een beoordelingsgrootte in een situatie inclusief bijzondere geluiden.

#### *Tonaal geluid*

Als criterium geldt dat het tonale karakter van het geluid duidelijk hoorbaar is op het beoordelingspunt. Er kan sprake zijn van tonaal geluid als de geluidsbelasting op het beoordelingspunt wordt bepaald door bijvoorbeeld jankende tandwielkasten, brommende transformatoren, gierende ventilatoren, modelvliegtuigen en bepaalde trilapparatuur (betonindustrie). Herkenbaarheid van een specifieke geluidsbron hoeft geen aanwijzing te zijn van tonaliteit.

In geval van geluid met een tonaal karakter dient er op het gemeten of berekende langtijdgemiddeld deelgeluidsniveau vanwege de gehele inrichting een toeslag van 5 dB in rekening te worden gebracht. De toeslag wordt alleen toegepast voor dat deel van de beoordelingsperiode dat er sprake is van tonaal geluid.

In sommige gevallen kan een (smalbandige) spectrale analyse de aanwezigheid van een zuivere toon aantonen, bijvoorbeeld door de aanwezigheid van 'pieken' in het spectrum. De aanwezigheid van dergelijke 'pieken' kan het waargenomen tonale karakter bevestigen; het is echter niet altijd een 'bewijs' voor tonaal

→

karakter. Het is namelijk mogelijk dat deze pieken in het spectrum ruim onder het equivalente geluidsimmissieniveau in dB(A) liggen, en door de maskering vanwege (breedbandig) geluid in het overige frequentiegebied het geluidsimmissieniveau geen tonaal karakter geven. Een tertsbandanalyse geeft in de regel onvoldoende informatie.

#### *Impulsachtig geluid*

Bij impulsachtig geluid komen in het geluidsbeeld geluidsstoten voor die minder dan 1 seconde duren en een zekere repetitie kennen. Een bijzondere vorm is impulsachtig geluid met een continu (soms periodiek) karakter; zie ook paragraaf 6.4.

Als criterium geldt dat het impulsachtig karakter duidelijk hoorbaar is op het beoordelingspunt. Er kan sprake zijn van impulsachtig geluid als de geluidsbelasting bij de ontvanger wordt bepaald door bijvoorbeeld geluid uit een constructiewerkplaats ten gevolge van hameren of bikken gedurende een zekere periode, het geluid van een stansmachine (continu en periodiek) of door blaffende honden.

In geval van impulsachtig geluid dient er op het gemeten of berekende langtijdgemiddeld deelgeluidsniveau vanwege de gehele inrichting een toeslag van 5 dB in rekening te worden gebracht. De toeslag wordt toegepast voor dat deel van de beoordelingsperiode dat er sprake is van impulsachtig geluid.

Voor een bijzondere vorm van impulsachtig geluid, het schietgeluid, wordt ten aanzien van inventarisatie en beoordeling verwezen naar de (ministeriële) Circulaire Schietlawaai [A.3]. Schietgeluid valt buiten het kader van deze handleiding.

#### *Muziekgeluid*

Als criterium voor het toekennen van een toeslag voor muziekgeluid geldt dat het muziekkarakter duidelijk hoorbaar moet zijn op het beoordelingspunt.

Als er sprake is van muziekgeluid dient op het gemeten of berekende langtijdgemiddeld deelgeluidsniveau vanwege de gehele inrichting een toeslag van 10 dB in rekening te worden gebracht. De toeslag wordt toegepast voor dat deel van de beoordelingsperiode dat er sprake is van muziekgeluid. Indien een toeslag voor muziekgeluid wordt gehanteerd, vervallen eventuele toeslagen voor tonale of impulsachtige geluiden.

#### *Laagfrequent geluid*

Laagfrequent geluid is geluid met frequenties beneden circa 100 Hz, waardoor het zich sterk van gewoon hoorbaar geluid onderscheidt. Tot op heden heeft dit evenwel niet geleid tot het op gestandaardiseerde wijze toepassen van een toeslag. Om die reden wordt hieraan in dit kader geen bijzondere aandacht besteed.

Laagfrequent geluid kan worden gemeten, doch vergt praktijkervaring en geschikte meetapparatuur. In de norm ISO-7196 'Frequency-weighting characteristics for infrasound measurement' [A.4] is hiervoor een handreiking opgenomen.

Tevens kan in dit kader verwezen worden naar de richtlijn laagfrequent geluid [A.5] van de Nederlandse Stichting Geluidhinder.

## **2.4 Vergunningverlening**

De beoordeling van het geluid afkomstig van inrichtingen die vergunningplichtig zijn in het kader van de Wet milieubeheer, vindt plaats voor elk van de drie beoordelingsperioden van het etmaal (dag, avond en nacht). Het uitgangspunt hierbij is het invallend geluidsniveau.

→

De geluidsimmissieniveaus dienen door metingen en/of berekeningen nabij de ontvanger te worden vastgesteld op de plaats en de hoogte waar hinder wordt of kan worden ondervonden, met dien verstande dat de beoordelingshoogte minimaal 1,5 m bedraagt. In de vergunning kunnen controlepunten worden omschreven, waarbij het aanbeveling verdient concrete posities te hanteren (bijvoorbeeld straat + huisnummer en beoordelingshoogte).

Bij metingen en/of berekeningen dienen variaties in de geluidsoverdracht (vooral op grotere afstanden van belang) te worden verdisconteerd door toepassing van het systeem meteoraam/meteocorrectieterm. Indien het geluid nabij de ontvanger een tonaal en/of impulsachtig karakter bezit, wordt een toeslag toegepast op het langtijdgemiddeld deelbeoordelingsniveau vanwege de inrichting van 5 dB voor de duur van de geluidsimmissie met het specifieke karakter. Voor muziekgeluiden bedraagt deze toeslag 10 dB; zie ook paragraaf 2.3.

Maximale geluidsniveaus, ook wel piekniveaus genoemd, worden beoordeeld aan de hand van  $L_{Amax}$ . Bij metingen en/of berekeningen dienen variaties in de geluidsoverdracht (vooral op grotere afstanden van belang) te worden verdisconteerd door toepassing van het systeem meteoraam/meteocorrectieterm.

Naast voorschriften voor een normale, representatieve bedrijfssituatie kan het bevoegd gezag besluiten in de vergunning nog aparte voorschriften op te nemen voor uitzonderlijke situaties die incidenteel voorkomen.

Bij vergunningverlening aan inrichtingen op zoneringsplichtige industrieterreinen zal bij de opstelling van de vergunningvoorschriften rekening moeten worden gehouden met:

- de ligging van de zonegrens;
- de geluidsgevoelige objecten binnen de zone waarvoor een maximaal toelaatbare geluidsbelasting van de gevel is vastgesteld;
- toeslagen voor tonaal, impulsachtig of muziekgeluid.

Het is gewenst de beoordelingshoogte voor zonering en vergunningverlening op elkaar af te stemmen, bij voorkeur 5 m boven het plaatselijk maaiveld.

Voor bepaalde typen inrichtingen kunnen andere beoordelingsgrootheden van belang zijn. Een voorbeeld hiervan is het lawaai afkomstig van schietinrichtingen.

## 2.5 Zonering/zonebeheer

### 2.5.1 Geluidsbelasting vanwege een industrieterrein

Voor zonering in het kader van de Wet geluidhinder is de in deze wet gedefinieerde 'geluidsbelasting vanwege het industrieterrein' B<sub>i</sub> maatgevend. Deze wordt in artikel 1 van deze wet gedefinieerd als: 'de etmaalwaarde van het equivalente geluidsniveau in dB(A) op een bepaalde plaats, veroorzaakt door de gezamenlijke inrichtingen en toestellen aanwezig op het industrieterrein, daaronder niet begrepen het geluid van motorvoertuigen op de openbare weg'. Bij bepaling van de geluidsbelasting gelden de volgende aandachtspunten:

- de geluidsimmissie heeft betrekking op de equivalente geluidsniveaus over de desbetreffende dag-, avond- en nachtperiode;
- de variaties in de geluidsoverdracht als gevolg van wisselende weersomstandigheden worden gemiddeld. Hieraan wordt voldaan door toepassing van het systeem meteoraam/meteocorrectieterm;
- van belang is het invallend geluidsniveau; de bijdrage van reflecties tegen een direct achter het immissiepunt gelegen gevel wordt dus buiten beschouwing gelaten. Indien dit soort reflecties een bijdrage leveren, wordt hiervoor gecorrigeerd;
- de beoordelingshoogte bedraagt 5 m boven het plaatselijk maaiveld.

→

De zone omvat het gehele gebied (exclusief het industrieterrein zelf) waarbinnen vanwege het industrieterrein een geluidsbelasting heerst of mag heersen van 50 dB(A) of meer. Hierbij blijven buiten beschouwing:

- incidentele verhogingen van het geluidsniveau ten gevolge van bedrijfscalamiteiten. In het algemeen kunnen regelmatig terugkerende bedrijfsstoringen hiertoe niet worden gerekend. Of een verhoging moet worden beschouwd als een gevolg van een calamiteit, dan wel valt binnen de spreiding van normaal voorkomende bedrijfssituaties is ter beoordeling aan de vergunningverlenende instantie;
- incidentele verhogingen ten gevolge van uitzonderlijke bedrijfssituaties. De omvang van de maximaal toelaatbare verhoging alsmede de bedrijfssituaties en de bronnen waardoor deze verhoging wordt veroorzaakt, dienen apart in de vergunning te worden vermeld. Ter voorkoming van hinder dienen incidentele verhogingen zoveel mogelijk te worden vermeden.

In de Handreiking industrielawaai en vergunningverlening wordt inhoudelijk ingegaan op het begrip incidentele of uitzonderlijke bedrijfssituatie.

De bestaande industrieterreinen, waarop artikel 53 van de Wet geluidhinder betrekking heeft en waarvoor een zoneplicht geldt, zijn van een geluidszone voorzien. Voor nieuwe situaties kan de verplichting voor zonevaststelling voortvloeien uit artikel 41 van de Wet geluidhinder.

### **2.5.2 Geluidsbelasting van geluidsgevoelige objecten in de zone**

Voor geluidsgevoelige objecten, die binnen een geluidszone liggen, dient de maximaal toelaatbare geluidbelasting (MTG) van de gevel te worden vastgesteld. Hiervoor gelden dezelfde uitgangspunten als voor de 'geluidsbelasting vanwege een industrieterrein', behalve ten aanzien van de beoordelingshoogte. De geluidsbelasting van de gevel wordt bepaald op de hoogst geluidsbelaste positie van de gevel. Een beoordelingshoogte van 5 m heeft de voorkeur. Indien echter redelijkerwijs moet worden verwacht dat op een andere hoogte voor de gevel de geluidsbelasting aanmerkelijk hoger is (bijvoorbeeld in geval van afscherpende objecten tussen bron en ontvanger) is de geluidsbelasting op die hoogte maatgevend. Indien de hoogste positie van de gevel van het geluidsgevoelig object op een lagere hoogte ligt dan 5 m, kan dienovereenkomstig een lagere beoordelingshoogte worden aangehouden.

De meteocorrectieterm wordt betrokken op de gehanteerde beoordelingshoogte.



→

### 3 Criteria voor toepassing van methode I en II

#### 3.1 Kenmerken van methode I en II

De keuze voor het toepassen van methode I of methode II berust vooral op het toepassingsgebied. Dit toepassingsgebied wordt in paragraaf 3.2.1 en 3.3.1 toegelicht. De methoden stellen wel verschillende eisen aan de deskundigheid van de gebruiker.

Het vereiste kennis- en ervaringsniveau wordt behandeld in paragraaf 3.2.2 en 3.3.2.

Als uitgangspunt geldt dat binnen het toepassingsgebied van methode I een gelijkwaardig resultaat wordt bereikt als met methode II.

In tabel A.3.1 zijn samenvattend de kenmerken gegeven van de beide meet- en rekenmethoden.

#### 3.2 Gebruik van methode I

##### 3.2.1 Toepassingsgebied

Methode I kan worden toegepast voor inrichtingen waar voor de beoordeling van de geluidssituatie een eenduidige representatieve bedrijfssituatie kan worden gedefinieerd. Tevens dient, voorzover van toepassing, de representatieve bedrijfssituatie op ondubbelzinnige wijze te kunnen worden onderverdeeld in representatieve bedrijfstoestanden die voor het verrichten van metingen en berekeningen relevant zijn. Beide beschrijvingen moeten op een zodanige wijze worden opgesteld dat de beoordelingsgrootheden hieruit controleerbaar kunnen worden vastgesteld.

Methode I is bedoeld voor:

- immissiemetingen bij vergunningverlening en bij controle van Wm-inrichtingen;
- handhaving en onderbouwing van een nadere eis bij inrichtingen die vallen onder een AMvB;
- indicatief onderzoek naar de inpasbaarheid binnen de zonegrens van nieuwe inrichtingen of verandering van bestaande inrichtingen op het gezoneerde industrieterrein, dat wil zeggen globale bepaling van het al dan niet overschrijden van de bij de zonegrens behorende geluidsbelasting van 50 dB(A)-etmaalwaarde;
- emissiemetingen en overdrachtsberekeningen in eenvoudige situaties bij Wm-inrichtingen. Dit kan noodzakelijk zijn in situaties waar dusdanig hoge stoorgeluidsniveaus op het beoordelingspunt optreden dat immissiemetingen aldaar niet mogelijk zijn.

Methode I kan worden toegepast op:

- de gehele inrichting;
- een deel van de inrichting (mits dit deel meettechnisch te scheiden is van de rest van de inrichting), bijvoorbeeld in het kader van een veranderingsvergunning;
- een bepaalde geluidsbron of installatie, bijvoorbeeld ter controle van ontwerpspecificaties of leveranciergaranties.

De immissiemeetmethode van methode I is toepasbaar voor bron-ontvangerafstanden tot circa 150 m. Voor overdrachtsberekeningen kan de methode worden toegepast voor afstanden tussen bron en ontvanger tot 500 m mits rekening wordt gehouden met een afnemende nauwkeurigheid bij toenemende afstand tot de geluidsbron c.q. inrichting.

Equivalent geluidsniveaus en maximale geluidsniveaus kunnen uitsluitend in dB(A) worden bepaald.

De randvoorwaarden van de submethoden worden bij de verschillende hoofdstukken specifiek vermeld.

##### 3.2.2 Vereist kennisniveau

→

Van de gebruikers wordt kennis van akoestische begrippen, meettechnieken, theorie op MBO-niveau en enige ervaring verwacht. Met name moeten zij kennis hebben van de gevolgen van de keuze van de meetlocatie op de geluidsmetingen en moeten zij de invloed van stoorgeluid en van de bedrijfsvoering op de uitkomsten van metingen en berekeningen (vaststelling representatieve bedrijfssituaties) kunnen beoordelen en inschatten. Tevens moeten zij gevoel ontwikkeld hebben voor de invloed van meteorologische omstandigheden op de metingen (meteoraambeoordeling en invloed van stoorgeluid door weersinvloeden). Enige praktijkervaring onder deskundige begeleiding wordt als voorwaarde gesteld om de meet- en beoordelingsmethodiek op de juiste wijze te kunnen toepassen. Dit geldt in het bijzonder ook voor het uitvoeren van emissiemetingen in combinatie met overdrachtsberekeningen, teneinde de geluidsbelasting te bepalen. Bij de laatstgenoemde systematiek (overdrachtsmodel) is het van belang te kunnen bepalen in hoeverre een situatie met methode I kan worden uitgevoerd of dat methode II dient te worden toegepast.

### **3.3 Gebruik van methode II**

#### **3.3.1 Toepassingsgebied**

In die situaties waarin men methode I niet mag of kan toepassen, dient methode II te worden gebruikt. De submethoden van methode II kennen geen algemene beperkingen met betrekking tot afstand, beoordelingshoogte, omvang van de inrichting en spectrale inhoud van het geluid. De desbetreffende randvoorwaarden worden specifiek bij iedere submethode gegeven.

Methode II geldt in principe voor immissiemetingen bij afzonderlijke of combinaties van inrichtingen met sterk wisselende bedrijfsstoestanden gedurende het etmaal of delen daarvan. Ook bij situaties waar sprake is van veel bronnen en objecten wordt methode II gebruikt. Het vaststellen van geluidsc contouren, bijvoorbeeld ten behoeve van zonering uit hoofdstuk V Wgh alsmede zonebeheer, dient met methode II te worden uitgevoerd. Het bepalen van bronsterkten met specifieke, uitgebreide meetexercities en/of meetapparatuur behoort eveneens tot methode II.

#### **3.3.2 Vereist kennisniveau**

Van de gebruikers van methode II wordt een gedegen kennis van akoestische begrippen, meettechnieken en theorie geëist, bijvoorbeeld blijkt uit het met goed resultaat hebben doorlopen van een cursus akoestiek op HBO-niveau alsmede een adequate praktijkervaring en bekendheid met akoestische vakliteratuur.

Ook is enige kennis van het productieproces en de werkcycli van de bron vereist, teneinde de representatieve bedrijfstoestanden en -perioden duidelijk te kunnen vaststellen. Het zelfstandig toepassen van de methode vergt gedegen ervaring, opgedaan door samenwerking met ervaren deskundigen.

→

Aspect		Methode I	Methode II
Algemene aspecten	Toepassing	<p>Immissiemetingen (<math>r_i &lt; 150</math> m) bij vergunningverlening en controle bij Wm-inrichtingen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Controle en nadere eisen AMvB-inrichtingen</li> <li>- Indicatief vaststellen inpasbaarheid binnen zonegrens</li> <li>- Emissiemetingen en overdrachtsberekeningen in eenvoudige situaties bij Wm-inrichtingen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Emissiemetingen en overdrachtsberekeningen in complexe situaties bij Wm-inrichtingen</li> <li>- Vergunningverlening en handhaving van inrichtingen ex artikel 2.4 van het Ivb</li> <li>- Zonering en sanering</li> <li>- Immissiemetingen bij vergunningverlening en controle bij Wm-inrichtingen</li> </ul>
	Kennisniveau gebruiker	Kennis van en ervaring met akoestische metingen en begrippen; theorie op MBO-niveau	Ruime kennis van en ervaring met de specialistische meettechnieken, kennis van de theoretische achtergronden, bekend met akoestische vakliteratuur; theorie op HBO-niveau
	Stijl van het voorschrift	In principe eenduidige interpretatie, receptmatig	Geeft de randvoorwaarden aan waaraan de gebruikers zich moeten houden, veel keuzevrijheid, maar keuze moet kort en deskundig gemotiveerd worden

→

<b>Aspect</b>		<b>Methode I</b>	<b>Methode II</b>
Akoestische aspecten	Type geluid	Alle typen	Alle typen
	Spectrale gedetailleerdheid	Geen (alleen dB(A)-waarden)	Bij voorkeur in octaafbanden, desgewenst in smallere frequentiebanden
	Stoorgeluid	Correctie mogelijk, mits op eenvoudige wijze uitvoerbaar	Naast correctie ook gebruik van speciale apparatuur voor onderdrukking van stoorgeluidbijdrage
	Meteoraam/meteocorrectie	Ja	Ja, ook mogelijkheid om buiten het meteoraam te meten door verrichten van veel metingen
	Apparatuur/ouillage	Geluidsniveaumeter IEC 651 type 1 met A-filter, integrerende apparatuur, rekenfaciliteiten, bandopnamen	Als bij methode I, eventueel aangevuld met: smalle band-analyse, trillingmeters, richtinggevoelige microfoons, FFT, intensiteitsmeetapparatuur, correlatiemeetmethoden, antenntechieken
Immissie	Immissiemeting	In dB(A) Minimum aantal metingen energetisch gemiddelde	Als methode I In dB(A), ook in octaafbanden desgewenst in smallere banden
	Extrapolatiemethode	Dempingsterm voor geometrische uitbreiding, luchtdemping en bodemverzwakking in dB(A)	Correctieterm met alle relevante termen uit het overdrachtsmodel
Emissie	Geconcentreerde bronnen	Ja, binnen randvoorwaarden	Ja, binnen randvoorwaarden
	Random-methode	Nee	Toepasbaar onder bepaalde randvoorwaarden aan richtingsafhankelijkheid en terreinoppervlak
	Aangepast meetvlak	Ja, binnen randvoorwaarden	Ja

→

Aspect		Methode I	Methode II
	Andere methoden	Nee	Geeft randvoorwaarden en aanwijzingen omtrent specialistische emissiemethoden. Specifiek o.a.: - de mogelijkheid geluidsoverdracht door gebouwwanden te berekenen - snelheidsmetingen op vlakken - intensiteitsmetingen
Overdracht	Overdrachtsmodel	Geometrische uitbreiding, luchtdemping, eenvoudige reflecties, maximaal één scherm met eenvoudige geometrie en maximum verzwakking 5 dB (indicatief en conservatief), bodemverzwakking	Geometrische uitbreiding, luchtdemping, reflecties, afscherming (meer schermen, maximum 20 dB verzwakking per scherm), vegetatie, afscherming op fabrieksterrein, bodemverzwakking
	Metten van overdracht	Nee	Ja (substitutiemethode)
	Hybride methoden	Nee	Door vergelijking van meet- en berekeningsresultaten kunnen deskundigen de lokale situatie beter in rekening brengen dan dit op grond van een algemeen overdrachtsmodel kan geschieden

TABEL A.3.1 Kenmerken van methode I en II

## 4 Immissiemetingen versus immissieberekeningen

### 4.1 Algemeen

In de meet- en rekenmethoden wordt een onderscheid gemaakt tussen (zie figuur A.4.1):

- de geluidsproductie van de geluidsbron (emissie);
- de geluidsoverdracht van de bron naar de ontvanger (overdracht);
- het geluid dat de ontvanger bereikt (immissie).

De Handleiding verschaft de technische procedures voor de vaststelling van de geluidsimmissie veroorzaakt door (delen van) inrichtingen. De methoden om de geluidsimmissie te bepalen zijn onder te verdelen in drie groepen:

- direct meten van de geluidsimmissie (zie paragraaf 4.2.1);
- extra- en/of interpolatie van metingen nabij het immissiepunt met behulp van rekencorrecties (zie paragraaf 4.2.2);

→

- berekening van de geluidsimmissie met behulp van een overdrachtsmodel uit gemeten of op andere wijze verkregen emissieniveaus (zie paragraaf 4.3).

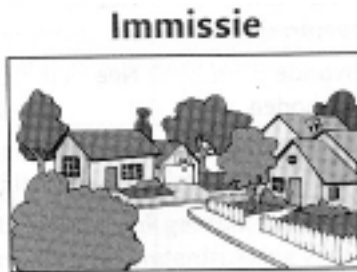
## Emissie

overdracht



-Emissiemethoden

- Kengetallen



-  
r  
ct  
m  
in  
-  
e  
k  
ni  
g  
t emissie

Di  
e  
e  
et  
g  
B  
re  
e  
n  
ui

FIGUUR A.4.1 De elementen bij de meet- en rekenmethoden

## 4.2 Meten van geluidsimmissie

### 4.2.1 Metingen op een beoordelingspunt

Bij een bestaande industrie wordt in principe de voorkeur gegeven aan een directe meting van de geluidsimmissie. In de praktijk belemmeren de volgende factoren het uitspreken van een algemene voorkeur voor het direct meten van de geluidsimmissie.

#### Representativiteit

Omwillen van de vereiste reproduceerbaarheid moet bij de immissiemeting gelijktijdig worden voldaan aan de volgende voorwaarden:

- de bedrijfsomstandigheden zijn representatief. Bij bedrijven met een discontinue bedrijfsvoering, zoals transportondernemingen, scheepswerven e.d. zal moeilijk aan deze voorwaarde voldaan kunnen worden. In dergelijke situaties betreft een geluidsimmissiemeting vaak slechts een momentopname, waarbij ook de relatie met de oorzakelijke geluidsbronnen moeilijk is vast te stellen;
- de geluidsoverdracht is representatief, ofwel de weersomstandigheden voldoen aan het meteoraam (zie paragraaf 5.3).

→

**Stoorgeluid**

Door de invloed van stoorgeluid, zoals verkeerslawaai, geluid van naburige industrieën, windgeruis op de microfoon, kan een hoger geluidsniveau worden gemeten dan het immissieniveau van de te meten bron. Alleen bij sterk overheersende geluidsbronnen is een nauwkeurige immissiemeting mogelijk.

**Onderverdelen van bronnen**

Als de geluidsimmissieniveaus niet voldoen aan geluidsgrenswaarden, zal men voor het optimaal ontwerpen van geluidsreducerende maatregelen de bijdrage van de diverse deelbronnen willen kennen. Bij immissiemetingen is een onderverdeling vaak moeilijk te maken; emissiemetingen moeten dan uitkomst brengen.

**4.2.2 Metingen op een referentiepunt**

Vaak zal een extra- of interpolatiemethode worden gebruikt als op de beoordelingspunten te veel stoorgeluid aanwezig is. Het meetpunt (dan referentiepunt genoemd) dient zo te worden gekozen dat er minimale invloed is van stoorgeluiden.

Uit de gemeten niveaus op de gekozen referentiepunten kunnen de geluidsimmissieniveaus op de beoordelingspunten door het toepassen van rekencorrecties worden bepaald.

Extrapolaties worden met name toegepast bij het bepalen van de geluidsimmissie op beoordelingspunten. Deze extrapolaties mogen alleen in de richting van bron-ontvanger plaatsvinden, tenzij aangetoond wordt dat de bron in horizontale richtingen gelijkmatig uitstraalt. Boven de onnauwkeurigheden, die bij de immissiemeting optreden, komt nog de fout vanwege de rekencorrectie. In situaties zonder afscherming en reflecties zal bij extrapolatie over kleine afstanden de extra onnauwkeurigheid gering zijn. In gevallen, waarbij de situatie met betrekking tot afscherming en bodemfactoren tussen referentie- en immissiepunt verschilt, is het gebruik van de extrapolatiemethode af te raden, bijvoorbeeld als van een positie vóór de woonbebouwing naar een positie tussen de woonbebouwing wordt geëxtrapoleerd.

Interpolaties worden toegepast voor het vastleggen van bijvoorbeeld contourlijnen. De nauwkeurigheid wordt bepaald door het aantal meetpunten en de nauwkeurigheid waarmee de niveaus op de posities zijn bepaald.

**4.3 Berekenen van de geluidsimmissie uit emissiegegevens**

Het geluidsimmissieniveau kan worden bepaald uit een bekende bronsterkte in combinatie met een overdrachtsberekening. In bestaande situaties wordt deze methode toegepast omdat hiermee de bijdragen van afzonderlijke bronnen tot het geluidsimmissieniveau kunnen worden vastgesteld. Het voordeel van bronsterktemetingen is dat nabij de bron weersomstandigheden geen rol spelen; bovendien is daar de invloed van stoorgeluiden gering.

In geprojecteerde, dat wil zeggen nog niet bestaande situaties, is dit de enige manier om geluidsimmissieniveaus te bepalen.

**4.3.1 Geluidsemissiemetmethoden**

Voor de geluidsemisssie is alleen het geluid van belang dat door de bron in de richting van het immissiepunt wordt uitgestraald. Dit wordt aangeduid met het begrip immissierelevante bronsterkte. Waar in het vervolg in deze Handleiding gesproken wordt over bronsterkte, wordt daarmee steeds de immissierelevante bronsterkte bedoeld. Deze bronsterkte kan in volgorde van afnemende nauwkeurigheid worden bepaald uit:

- metingen in de betreffende situatie;
- metingen aan vergelijkbare installaties elders;
- karakteristieke gegevens van bepaalde typen installaties in combinatie met empirische formules;
- kengetallen die voor globale planologie worden gebruikt.

→

De Handleiding richt zich vooral op de eerste en, in prognose-situaties, op de tweede categorie.

De emissiemeetmethoden zijn in een vijftal submethoden onderverdeeld:

#### *Geconcentreerde bronmethode*

Er is sprake van een geconcentreerde bron als de afstand  $R$  waarop gemeten wordt, groot is ten opzichte van de grootste afmeting,  $d$ , van de bron. In de Handleiding wordt als criterium aangehouden dat  $R > 1,5 d$ .

Als aan deze voorwaarde is voldaan, kan uit een meting op één positie de immissierelevante bronsterkte in de richting van die positie worden bepaald.

Fouten ten gevolge van het geometrische nabijheidsveld en het akoestische nabijheidsveld spelen bij deze methode in de praktijk geen rol van betekenis.

Indien deze emissiemethode kan worden toegepast zonder dat stoorgeluiden de metingen beïnvloeden, heeft deze methode de voorkeur boven de andere emissiemeetmethoden omdat deze eenvoudig en het meest nauwkeurig is.

#### *Aangepast meetvlakmethode*

Bij deze methode worden metingen verricht op een groot aantal posities, gelegen op een omhullend meetvlak dat aangepast is aan de vorm van de geluidsbron. De afstand tot de bron bedraagt een halve tot enkele meters bij geluidsuitstralende objecten. Bij openingen kan tot in het vlak van de opening worden gemeten, tenzij relatief hoge luchtstroomsnelheden in de opening optreden, die de geluidsmeting verstoren.

Uit de grootte van het oppervlak van het aangepaste meetvlak en de gemeten niveaus kan het geluidsvermogen worden bepaald. Soms kan met behulp van aannamen op basis van het type geluidsbron een indicatie over de richtingsafhankelijkheid van de geluidsuitstraling worden verkregen.

Het grote voordeel van deze methode is dat in een situatie waarin de bronnen dicht bij elkaar staan de afzonderlijke bronsterkten van deelbronnen kunnen worden bepaald. Vooral bij het treffen van maatregelen zal daarom deze methode worden toegepast.

Indien toegepast op relatief grote installaties is deze methode veel bewerklijker dan de rondommethode.

Voor fouten ten gevolge van het geometrisch nabijheidsveld wordt voor een deel gecorrigeerd. Op een afstand van circa 1 meter of meer zijn de fouten ten gevolge van het akoestische nabijheidsveld veelal verwaarloosbaar.

De mogelijke invloed van stoorgeluid is bij deze metingen tot een minimum teruggebracht doch de nauwkeurigheid wordt beperkt door de onzekerheid over de richtingskarakteristiek van de bronnen.

#### *Rondommethode (alleen methode II)*

De rondommethode heeft als kenmerk dat de bronsterkte wordt afgeleid uit geluidsniveaus die op een voorgeschreven aantal posities op een voorgeschreven meetlijn rondom de bron zijn gemeten waarbij de meetpunten relatief dicht bij de bron liggen.

Met de rondommethode kan slechts een over de horizontale richtingen gemiddelde bronsterkte worden afgeleid.

Alleen met behulp van aannamen over de positie van de belangrijkste bronnen kan enige richtingsinformatie worden verkregen. In het algemeen zal echter geen informatie over de richtingsafhankelijkheid van de geluidsuitstraling in het horizontale vlak beschikbaar komen. Het geluid dat naar boven wordt uitgestraald en dus geen bijdrage geeft tot de geluidsimmissie, blijft bij deze methode buiten beschouwing.

De rondommethode is derhalve geschikt voor geluidsbronnen die:

- in horizontale richting veel uitgestrekter zijn dan in verticale richting;
- zelf niet gericht uitstralen of opgesteld staan in een omgeving met veel geluidsreflecterende en -verstrooiende objecten.



→

Door de geometrie die bij de rondommethode is vereist, is het akoestische nabijheidsveld niet van belang. Het effect van het geometrische nabijheidsveld is in de methode verwerkt. De nauwkeurigheid van de methode hangt sterk van de situatie af. Een voordeel van deze meetmethode is dat de onderlinge afscherming op het fabrieksterrein in de bronsterkte kan worden verwerkt.

#### *Intensiteitsmetingen (alleen methode II)*

Bij deze methode wordt met behulp van een speciale intensiteitsmeetprobe de geluidsintensiteit bepaald die door een omsloten oppervlak rond een geluidsbron stroomt. Uit het product van intensiteit en oppervlak is het geluidsvermogen van de bron te bepalen. Deze methode leent zich goed bij situaties met stoorgeluid, doch vereist bijzondere deskundigheid.

#### *Snelheidsmetingen (alleen methode II)*

Van bepaalde (delen van) constructies of machines kan het geluidsvermogen afgeleid worden uit de door snelheidsmetingen (ook wel trillingmetingen genoemd) vast te stellen snelheidsniveaus, de oppervlakte van de betreffende geluidsafstralende onderdelen en de afstralgraad. De afstralgraad is de verhouding tussen de trillingenergie van een object en de daardoor afgestraalde geluidsenergie. De mate van nauwkeurigheid is sterk afhankelijk van de betrouwbaarheid van de afstralgraad.

### **4.3.2 Bepalen van de geluidsoverdracht**

De geluidsoverdracht wordt in het algemeen door middel van berekeningen bepaald. Een overdrachtsberekening bevat elementen die altijd optreden, zoals verzwakking door geometrische uitbreiding en luchtabsorptie, en elementen die sterk van de situatie afhangen zoals bodemeffecten, afscherming, enzovoort. Bij complexe overdrachtssituaties is vooral de invloed van deze laatste elementen belangrijk maar vaak ook moeilijk te berekenen.

In een groot aantal situaties zal een voldoende nauwkeurige berekening kunnen worden uitgevoerd met het overdrachtsmodel van methode I, dat wil zeggen als de bron-ontvangerafstand klein is en geen afscherming optreedt.

Het overdrachtsmodel van methode I kan ook toegepast worden voor een eenvoudige situatie met afscherming. De rekenresultaten zijn evenwel indicatief en conservatief, en kunnen afwijken van de resultaten die met methode II gevonden zouden worden. In complexe situaties waarbij ingewikkelde en/of meervoudige afschermingen en reflecties een rol spelen, zullen de verzwakkingen met methode I niet nauwkeurig berekend kunnen worden. Het overdrachtsmodel van de specialistische methode II kan dan worden gebruikt.

De geluidsniveaus berekend met het overdrachtsmodel van methode II zijn meestal nagenoeg gelijk met de geluidsniveaus die volgen uit de berekeningen met het overdrachtsmodel van methode I, mits laatstgenoemde methode onder de gestelde randvoorwaarden wordt toegepast.

→

## **5 Reproduceerbaarheid en representativiteit**

### **5.1 Reproduceerbaarheid**

Een van de belangrijkste voorwaarden voor het uitvoeren van geluidsmetingen en -berekeningen is dat de resultaten reproduceerbaar zijn. Dit betekent dat indien de metingen of berekeningen binnen de randvoorwaarden van de methode op een willekeurig ander tijdstip en/of door anderen met andere apparatuur worden herhaald, dezelfde resultaten binnen de gestelde nauwkeurigheidsmarge worden verkregen. Aan resultaten die niet aan de randvoorwaarden voldoen kan geen waarde worden toegekend.

Ter wille van de vereiste reproduceerbaarheid dienen de omstandigheden waaronder de metingen worden verricht en/of waarop de berekeningen betrekking hebben, te worden vastgelegd. Het is hierbij belangrijk een onderscheid te maken tussen:

- representatieve bedrijfssituatie (zie paragraaf 5.2);
- representatieve geluidsoverdracht (zie paragraaf 5.3).

De bedrijfssituatie is bepalend voor de geluidsproductie. Omdat een inrichting deze bedrijfs- situatie bepaalt, kan de inrichting invloed uitoefenen op de geluidsproductie. De eventuele variaties in de geluidsproductie moeten zowel kwalitatief als kwantitatief zoveel mogelijk worden gescheiden van de variaties in de overdracht. Bij grote afstanden kunnen deze variaties in de geluidsoverdracht toevallig en grillig zijn.

In hoofdstuk 2 zijn voor het toetsen aan grenswaarden richtlijnen gegeven voor de meet- en beoordelingshoogte. In hoofdstuk 7 is de wijze toegelicht waarop de beoordelingsgrootheden herleidbaar en controleerbaar worden vastgesteld. Deze richtlijnen berusten niet op louter akoestische gronden, doch zijn mede bepaald door praktische en beleidsmatige overwegingen.

### **5.2 Representatieve bedrijfssituatie**

Metingen aan een inrichting moeten zoveel mogelijk worden uitgevoerd bij een representatieve bedrijfssituatie, dat wil zeggen de resultaten van de meting/berekening moeten kenmerkend zijn voor de geluidssituatie over een beoordelingsperiode. Daarbij kan de representatieve bedrijfssituatie onderverdeeld zijn in verschillende doch eenduidig definieerbare bedrijfstoestanden. Bij elke meting per bedrijfstoestand hoort derhalve ook een technische omschrijving van deze bedrijfstoestand. De gedetailleerdheid van deze beschrijving wordt bepaald door het doel van de meting en de beschikbare informatie.

De beschrijving van de representatieve bedrijfssituatie en de daarbij behorende bedrijfstoestanden vormen in de praktijk vaak de zwakste schakel bij geluidsmetingen. De bedrijfstoestanden, de meetplaatsen en de meetomstandigheden vormen met de gemeten geluidsniveaus een geheel. Wordt een van deze zaken weggelaten, dan is het resultaat in het algemeen niet bruikbaar.

Bij een geluidsinventarisatie dient in het algemeen de volgende informatie verkregen te worden:

- het aantal en type afzonderlijke bronnen of brongroepen dat tijdens de meting en in de representatieve bedrijfssituatie in bedrijf is;
- de bedrijfstoestand van de bronnen of brongroepen tijdens de metingen en in de representatieve bedrijfssituatie, zoals de in werking zijnde installaties, eventueel het vermogen, het toerental, de gebruikte productiecapaciteit en dergelijke;
- geometrische afmetingen van de bronnen c.q. brongroepen en voor de geluidsimmissie relevante objecten;
- de tijd dat de bronnen of brongroepen binnen de drie beoordelingsperioden (dag, avond, nacht) in werking zijn (uitgezonderd de binnen de vergunning mogelijk optredende maximale bedrijfssituatie en calamiteiten);
- de positie en de hoogte van de individuele relevante geluidsbronnen binnen het (te meten)

→

brongebied.

Maar ook andere voor de geluidsproductie relevante gegevens moeten worden vastgesteld, want de geluidsemisatie van een bedrijf kan soms sterk veranderen zonder dat bedrijfsparameters, zoals de gebruikte productiecapaciteit, wijzigen. In de praktijk komt het vaak voor dat de bedrijfsleider van de betrokken inrichting opgeeft dat een bedrijfstoestand onveranderd is gebleven, terwijl de geluidsimmissie toch is gewijzigd. Voorbeelden van dit soort gevallen zijn het openen en sluiten van deuren, ramen en/of daklichten van een geluidswerend gebouw waarbinnen de geluidsbronnen zijn opgesteld, of ventilatievoorzieningen die, afhankelijk van de buitentemperatuur, worden aan- of uitgezet of waarvan het toerental is gewijzigd.

De meetperiode dient zodanig te zijn, dat het resultaat niet beïnvloed wordt door de keuze van het begin- of eindtijdstip van de metingen. De meetperiode is afhankelijk van het type geluid, zie paragraaf 6.4. Vaak zal het niet nodig zijn om gedurende de gehele beoordelingsperiode te meten. Een meting van korte duur tijdens de representatieve bedrijfstoestand kan voldoende zijn. Blijken tijdens de beoordelingsperiodes verschillende bedrijfstoestanden op te treden, dan kan het langtijdgemiddeld beoordelingsniveau met behulp van enkele aanvullende berekeningen uit de metingen betreffende de verschillende bedrijfstoestanden worden bepaald.

Bij zeer grote of complexe bedrijven (Hoogovens, scheepswerven) kan het voorkomen dat afzonderlijke bedrijfstoestanden niet afzonderlijk vast te leggen zijn. In deze gevallen kan meerdere malen steekproefsgewijs worden gemeten. Ook dan wordt geadviseerd zoveel mogelijk de bedrijfstoestand tijdens de metingen te beschrijven.

### 5.3 Representatieve geluidsoverdracht

Door meteorologische invloeden kan de geluidsoverdracht sterk variëren, met name bij afstanden groter dan 50 m. Bij meewind of sterke temperatuurinversies (positieve temperatuurgradiënt) zijn de immissieniveaus hoger dan bij tegenwind of sterk negatieve temperatuurgradiënten, waarbij zich een zogenaamde 'geluidsschaduw' kan vormen (zie figuur A.5.1). Bovendien blijkt de overdracht bij meewind en temperatuurinversie veel stabiel te zijn dan bij andere meteorologische omstandigheden.

De meteorologische omstandigheden waaronder deze goede en stabiele overdracht plaatsvindt, zijn vastgelegd in een zogenaamd 'meteoraam' (zie module B en C). Metingen op een afstand van meer dan 50 m of op een afstand  $r_i > 10 (h_b + h_m)$  mogen alleen worden uitgevoerd als de weersomstandigheden aan de eisen van het meteoraam voldoen. Maar zelfs bij weersomstandigheden binnen het meteoraam zal de geluidsoverdracht nog variëren. Daarom wordt een energetische middeling over een minimum aantal metingen voorgeschreven.

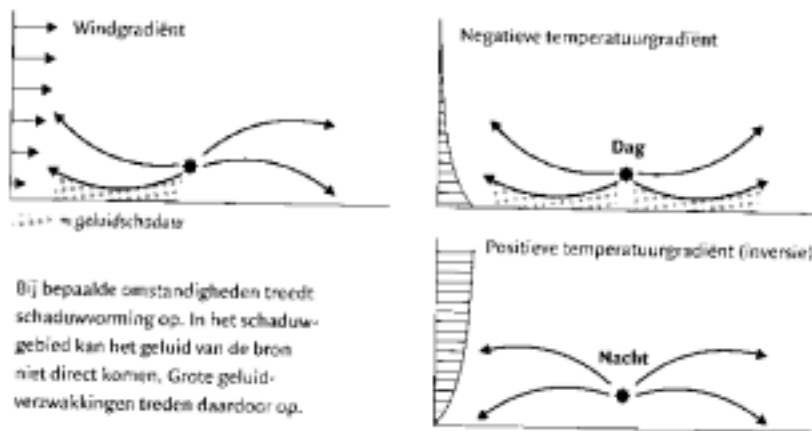
Bij overdrachtsberekeningen wordt uitgegaan van een geluidsoverdracht zoals deze plaatsvindt onder meteoraamomstandigheden.

→

FIGUUR A.5.1 *Kromming van geluidsstralen door wind- en temperatuurgradiënten*

Het niveau dat bepaald is onder meteoraamomstandigheden is echter altijd hoger dan het niveau dat gemiddeld over een lange tijd (meerdere dagen) optreedt, omdat er ook meteorologische omstandigheden optreden waaronder de overdracht slecht is (bijvoorbeeld schaduwvorming).

Voor toetsing aan grenswaarden wordt uitgegaan van de meteogemiddelde geluidsoverdracht, dat wil zeggen de gemiddelde overdracht bij het Nederlands klimaat. Dit wordt aangeduid als de representatieve geluidsoverdracht.



De meteogemiddelde geluidsniveaus (langtijdgemiddeld deelgeluidsniveau  $L_{Aeq,LT}$ ) worden berekend door van de onder meteoraamomstandigheden bepaalde niveaus een zogenaamde meteocorrectieterm  $C_m$  af te trekken (zie paragraaf 7.2.1). De meteocorrectieterm is afhankelijk van de bronhoogte  $h_b$ , de beoordelingshoogte  $h_o$  en de afstand bron-immisiepunt  $r_i$  en

wordt toegepast op het A-gewogen geluidsniveau.

Een bijzonder probleem kan optreden bij immissiemetingen als van een industrieterrein gelijktijdig delen wel

→

en delen niet aan het meteoraam voldoen. Aangeraden wordt in dat geval gebruik te maken van de in methode II omschreven emissiemeetmethoden.

## 5.4 Nauwkeurigheid van de methoden I en II

### 5.4.1 Vereiste meetnauwkeurigheid

In tabel A.5.1 zijn richtwaarden gegeven voor de nauwkeurigheid die gehanteerd moeten worden bij verschillende grootheden. Algemeen uitgangspunt is dat door onnauwkeurigheden in afstanden, geometrieën, tijdsperioden en aflezingen van geluidsmeters c.q. apparatuur die de geluidsgegevens verwerkt, in het eindresultaat geen grotere fout veroorzaakt mag worden dan 1 dB.

De grootste fouten treden met name op bij de vaststelling van de tijdsduur van een bedrijfstoestand. In hoeverre deze fouten doorwerken in het eindresultaat hangt af van de relatieve bijdrage van de verschillende bronnen. De te stellen nauwkeurigheid aan de bedrijfsduur hangt dus mede af van de mate waarin een bron bepalend is voor het eindresultaat.

Grootheid	Vereiste nauwkeurigheid
afstand	5%
oppervlak	10%
tijdsperioden	10%
gemiddelde windsnelheid	30% of 1 m/s
gemiddelde windrichting	20°
afleesnauwkeurigheid bij geluidsniveaubepaling	0,5 dB*
* De afleesnauwkeurigheid speelt geen rol indien gebruik wordt gemaakt van integrerende geluidsniveaumeters ( $L_{eq}$ -bepaling) met digitale aflezing.	

TABEL A.5.1 Minimale vereiste nauwkeurigheid

### 5.4.2 Verwaarlozingscriterium

Als algemene stelregel wordt gehanteerd dat door verwaarlozing van bijdragen tot het geluidsniveau het eindresultaat met niet meer dan 1 dB mag worden beïnvloed.

De verwaarlozing kan onder meer betrekking hebben op de volgende geluidsbijdragen:

- Deelbronnen  
Als de gezamenlijke bijdrage van bepaalde deelbronnen meer dan 7 dB onder het eindresultaat van de berekening ligt, mogen deze bronnen buiten beschouwing worden gelaten.
- Bepaalde frequentiebanden (alleen bij methode II)  
Als de gezamenlijke bijdrage van bepaalde frequentiebanden meer dan 7 dB onder het eindresultaat van de berekening ligt, mogen deze banden buiten beschouwing worden gelaten. Vaak blijkt dat de geluidsniveaus in de octaafbanden 31,5 en 8000 Hz voor de bepaling van de geluidsniveaus kunnen worden genegeerd.

→

- Reflecties  
Als aangetoond kan worden dat de totale bijdrage via reflecties meer dan 7 dB onder het reeds bepaalde geluidsniveau ligt, mag deze worden verwaarloosd.

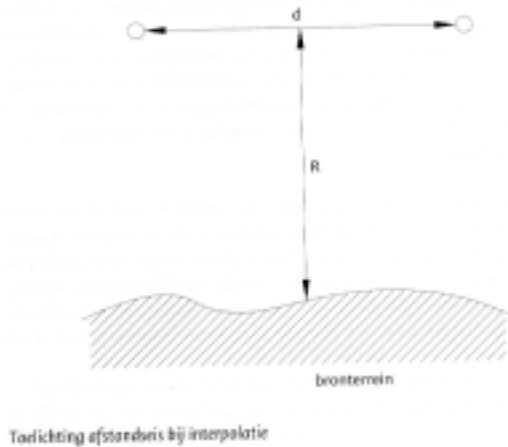
Men dient er evenwel op toe te zien dat door opeenstapeling van verwaarlozingen de algemene stelregel in de eerste zinsnede geen geweld wordt aangedaan.

### 5.4.3 Interpolatievoorschriften

Voor planningsdoeleinden zijn vaak geluidscontouren gewenst. Een geluidscontour is een lijn, die punten van gelijk geluidsniveau (op een bepaalde beoordelingshoogte) met elkaar verbindt. Bij de constructie van een contour uit meetgegevens op een beperkt aantal punten dient men:

- rekening te houden met de wijze van de geluidsuitbreiding (bolvormig, vlak, afschermeffecten enzovoort);
- geen interpolaties uit te voeren voor punten waarvoor de overdracht sterk verschilt ten opzichte van de nabijgelegen meetpunten.

Li  
b  
v



neaire interpolatie tussen een aantal meet- of rekeningspunten is mogelijk mits aan de volgende voorwaarden wordt voldaan:

- de afstand  $R$  van het te interpoleren punt tot het bronterrein dient groter te zijn dan de afstand  $d$  tussen de beide punten waartussen wordt geïnterpoleerd (zie figuur A.5.2).

FIGUUR A.5.2 Toelichting afstandseis bij interpolatie

### 5.4.4 Nauwkeurigheidsmarge meten en rekenen

Als algemene regel kan worden gesteld dat de immissiemeetmethode nauwkeuriger is dan de emissie-overdrachtmethode, mits de representatieve bedrijfssituatie op de juiste wijze in de uitwerking is verdisconteerd. De nauwkeurigheid van de immissiemeetmethode wordt in belangrijke mate bepaald door de deskundigheid waarmee de methode wordt toegepast. Tevens is de invloed van stoorgeluid van belang. De nauwkeurigheid van meten en rekenen volgens methode I bedraagt bij afstanden tot 150 m  $\pm$  2 dB. Voor

→

afstanden groter dan 150 m neemt de nauwkeurigheid van de immissiemetingen of overdrachtsberekeningen volgens methode I af ten opzichte van de nauwkeurigheid die met methode II kan worden bereikt. Immissiemetingen op afstanden tot de bron groter dan 150 m zijn bij methode I door de afnemende meetnauwkeurigheid onbetrouwbaar, zodat de resultaten slechts indicatief te noemen zijn. De afname in nauwkeurigheid van de immissiemetingen wordt grotendeels bepaald door de mate waarin voor stoorgeluid kan worden gecorrigeerd. Methode II biedt hiervoor meer mogelijkheden dan methode I. De nauwkeurigheid van meten en rekenen volgens methode II is over het algemeen bij deskundige toepassing < 2 dB. Indien noodzakelijk kan deze nauwkeurigheid in veel situaties worden verbeterd tot  $\pm 1$  dB door het aantal metingen te verhogen.

De nauwkeurigheid van de methode, waarbij de immissieniveaus bepaald worden met de bronsterktebepaling in combinatie met berekeningen met het overdrachtsmodel, wordt met name bepaald door:

- de complexiteit van de inrichting en de wijze waarop dit in een model kan worden vertaald;
- de afstand van het immissiepunt tot de inrichting.

De nauwkeurigheid waarmee een bronsterkte uit emissiemetingen kan worden bepaald, is afhankelijk van de situatie ter plaatse. In situaties waar schermwerking aanwezig is, dan wel geluidsverstrooiende elementen in de overdrachtsweg aanwezig zijn, kan de nauwkeurigheid van de verkregen bronsterkte bij methode I sterk verslechteren tot een foutenmarge van meer dan 10 dB. Met methode II kan een grotere nauwkeurigheid bereikt worden. Ook bij methode II geldt echter dat het in sommige situaties noodzakelijk is van de in methode II omschreven regels af te wijken om tot een betrouwbaar resultaat te komen. In voornoemde gevallen wordt dit aan het inzicht van de deskundigen overgelaten. Hiervoor worden in methode II enkele handreikingen gedaan.

De emissie-overdrachtsmethode van methode I en II geeft voor de meest voorkomende situaties resultaten binnen een nauwkeurigheid van  $\pm 2$  dB. Bij methode II geldt dat in complexe situaties waar de nauwkeurigheid van deze methode onvoldoende wordt geacht, gemotiveerd gebruik dient te worden gemaakt van een voor de betreffende situatie meer geëigende methode. Daar waar bijvoorbeeld stoorgeluid een niet vermijdbare en niet nauwkeurig vast te stellen invloed heeft, kunnen correlatietechnieken of antennesystemen uitkomst bieden.

De te realiseren nauwkeurigheid bij het vaststellen van het maximale geluidsniveau  $L_{Amax}$  is gelijk aan de nauwkeurigheid bij de bepaling van het equivalente geluidsniveau. Men dient echter rekening te houden met de mogelijke fluctuaties in de geluidsemisatie en de daarmee samenhangende onzekerheid of tijdens de metingen het juiste maximale geluidsniveau is vastgesteld.

#### **5.4.5 Afrondingen**

De rekenkundige tussenresultaten worden gepresenteerd tot één cijfer achter de komma. De beoordelingsgrootheden worden opgegeven in hele dB's. Deze getallen worden afgerond conform NEN 1047. Hierbij geldt dat indien het af te ronden getal achter de komma op een 5 eindigt deze wordt afgerond naar het dichtstbijzijnde gehele even getal.

Dit betekent bijvoorbeeld dat 40,5 dB(A) wordt afgerond naar 40 dB(A) en 45,5 dB(A) naar 46 dB(A). Indien het eindresultaat een etmaalwaarde betreft (zie paragraaf 5.3) vindt afronding plaats voor de toepassing van de toeslag van 5 dB op het beoordelingsniveau  $L_{ArLT}$  voor de avondperiode.

→

## 6 Aspecten bij de uitvoering van metingen

### 6.1 Algemeen

In dit hoofdstuk worden aspecten behandeld die van algemeen belang zijn bij de uitvoering van metingen. In module B en C (respectievelijk methode I en II) wordt daarom veelal met een korte beschrijving volstaan.

### 6.2 Stoorgeluid

#### 6.2.1 Algemeen

Stoorgeluid is al het geluid, dat niet van de te onderzoeken bron afkomstig is. Het geluid van de te onderzoeken bron wordt signaal genoemd. De sterkte van het stoorgeluid bepaalt mede de toe te passen methode. Stoorgeluid kan namelijk het meten op kortere afstand van de bron noodzakelijk maken. Geluid van een (deel)bron is immers alleen te bepalen indien zó dicht bij de (deel)bron wordt gemeten, dat het signaal het stoorgeluid afkomstig van de andere (deel)bronnen overheerst. Indien lage geluidsniveaus worden gemeten (30-50 dB(A)) is ook stoorgeluid veroorzaakt door de wind van belang: direct door windruis op het microfoonkapsel, indirect door het ruisen van bomen en dergelijke. Vooral als het signaal in enkele octaafbanden is geconcentreerd, kan, hoewel dit signaal goed hoorbaar is, het geluidsniveau in dB(A) toch mede bepaald worden door wind. Daarnaast kunnen geluiden van natuurlijke oorsprong in een octaafband aanzienlijke stoomniveaus opleveren (vogelgetsjilp: 4 kHz).

De bijdrage van het stoorgeluid is en blijft een onzekere factor. Daarom is het vereist de meetmethode en de meetcondities zo te kiezen, dat de invloed van het stoorgeluid minimaal is. Bij alle metingen moet het stoorgeluid kwalitatief worden beoordeeld.

#### 6.2.2 Vermijden van stoorgeluid

Bij de selectie van de meetmethoden en het uitvoeren van de metingen dient veel aandacht te worden besteed aan het vermijden van stoorgeluid door:

- een geschikte plaats en tijdstip voor het uitvoeren van de metingen te kiezen (bijvoorbeeld rond een continu bedrijf in verband met verkeerslawaaai 's nachts meten);
- de metingen te onderbreken tijdens incidenteel optredende stoorgeluiden, zoals passerend verkeer, vogels e.d.;
- geluidsbronnen, met uitzondering van de te onderzoeken bron, uit te schakelen;
- het gebruik van speciale apparatuur, zoals richtmicrofoons en intensiteitsmeters. Dit wordt in methode II behandeld.

Men dient te beseffen dat voor de beoordeling van het stoorgeluid de microfoonpositie maatgevend is. Op oorhoogte kan door afscherming en bodemeffecten een geheel andere geluidssituatie heersen dan bijvoorbeeld op 5 m hoogte.

Indien het niet mogelijk is het stoorgeluid te vermijden dan bieden zowel methode I als methode II de mogelijkheid te corrigeren voor het stoorgeluid.

#### 6.2.3 Stoorgeluidscorrectie

De stoorgeluidscorrectie is beperkt tot maximaal 3 dB op het totale niveau of 7 dB in een octaafband (methode II). In het laatste geval mag door deze correctie het totale niveau niet met meer dan 3 dB gecorrigeerd worden.

Het niveau van het stoorgeluid moet zo mogelijk op verschillende manieren worden vastgesteld, onder andere door (in volgorde van afnemende nauwkeurigheid):



→

- de te onderzoeken bron, zo mogelijk intermitterend, aan en uit te zetten. Met name indien het stoorgeluid niet constant in de tijd is, kan door het intermitterend aan- en uitzetten van de bron in meerdere perioden het stoorgeluid worden vastgesteld;
- tegelijkertijd onder identieke omstandigheden het stoorgeluid te meten op een punt, dat verder van de bron verwijderd is (bijvoorbeeld op grotere afstand van de inrichting, maar op vergelijkbare afstand tot de verkeersweg als stoorgeluidsbron);
- emissiemetingen nabij de stoorbronnen te verrichten en de geluidsbijdrage daarvan op het immissiepunt door middel van overdrachtsberekeningen te bepalen.

### 6.3 Weersomstandigheden en meteoraam

De weersomstandigheden tijdens de metingen mogen een betrouwbare werking van de apparatuur niet in de weg staan of tot een geluidsoverdracht leiden die niet als representatief te beschouwen is. Metingen bij regen, sneeuw, mist of extreem lage of hoge temperatuur dienen derhalve te worden vermeden.

Windgeruis (direct en indirect door ritselen van bladeren) mag de meting niet beïnvloeden. Als algemene richtlijn geldt dat het windgeruisniveau tenminste 7 dB onder het te meten geluidsniveau moet liggen bij het uitvoeren van geluidsmetingen.

Als extra richtlijn gelden de in tabel A.6.1 gegeven maximale windsnelheden bij geluidsmetingen. Voor windgeruis (als vorm van stoorgeluid) mag in methode I niet worden gecorrigeerd. In buitensituaties dient echter te allen tijde de windbol te worden gebruikt.

Geluidsdrukniveau groter dan	[dB(A)]	30	40	50	60
Windsnelheid tijdens de meting kleiner dan	[m/s]	2	4	6	8

TABEL A.6.1 *Maximaal toegestane windsnelheid op microfoonhoogte (richtwaarden)*

De meteorologische omstandigheden waaronder metingen mogen worden uitgevoerd, zijn gedefinieerd in het meteoraam voor industrielawaai.

Bij de methoden I en II zijn de eisen ten aanzien van de meteoraamcondities omschreven.

### 6.4 Typen geluid

Het onderscheiden van het type geluid is van belang voor de wijze waarop geluidsmetingen uitgevoerd moeten worden, bijvoorbeeld ten aanzien van de meetduur en de meetinstrumenten. Daarnaast is dit onderscheid van belang voor het eventueel toepassen van toeslagen (zie paragraaf 2.3). Bij de karakterisering van industriegeluid onderscheidt deze Handleiding de volgende typen geluid.

#### Continu geluid

Een geluid met verwaarloosbaar kleine niveauvariaties. Voor gebruik in het kader van deze Handleiding wordt een spreidingsbreedte kleiner dan circa 6 dB aangehouden. Zie figuur A.6.1a.

#### Fluctuerend geluid

Een geluid waarvan het niveau voortdurend en in belangrijke mate varieert. De variaties kunnen zowel periodiek als niet-periodiek zijn. Zie figuur A.6.1b en A.6.1c.

#### Intermitterend geluid

→

Een geluid waarvan het niveau meerdere keren en vaak min of meer regelmatig abrupt terugvalt tot wezenlijk lagere niveaus, bijvoorbeeld dat van het omgevingsgeluid, waarbij het geluidsniveau tijdens de verhoging continu is, en aanhoudt gedurende een periode van 1 seconde of meer. Zie figuur A.6.1d.

Impulsachtig geluid

Een geluid dat bestaat uit geluidsstoten, die minder dan 1 seconde duren. Zie figuur A.6.1e.

Impulsachtig geluid met continu karakter

Een opeenvolging van geluidsstoten van vergelijkbaar niveau met tussenpozen van maximaal 0,2 seconde. Zie figuur A.6.1f.

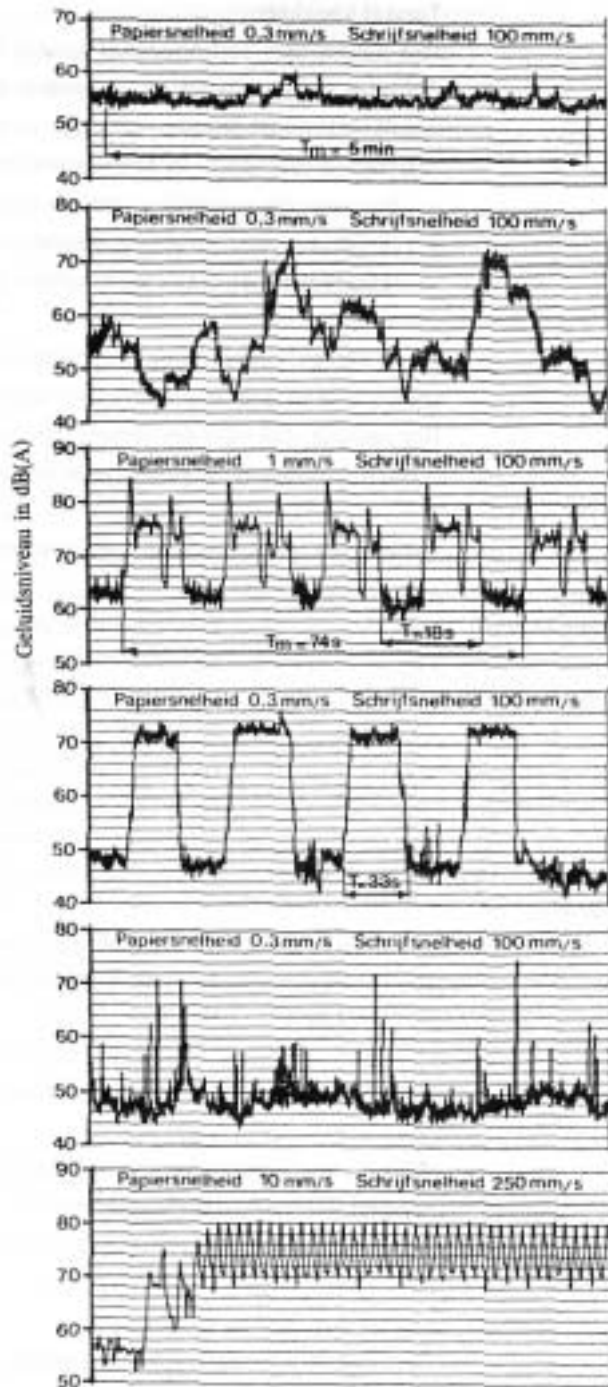
Het meten en analyseren van impulsachtig geluid verdient de nodige aandacht. De bijdrage van impulsachtig geluid kan bijvoorbeeld met een aantal typen instrumenten niet correct worden gemeten. De zogenaamde crestfactor van de apparatuur kan onvoldoende zijn (indicatie op de meetapparatuur: overload).

De meting van impulsachtige geluiden dient dan ook bij voorkeur door deskundigen te worden uitgevoerd.

→

FIGUUR 6.1 Voorbeeld van typen geluiden  
De hierboven aangegeven karakter

- a. Continu geluid  
Chemisch bedrijf.
- b. Fluctuerend geluid (niet periodiek)  
Intern transport op opslagterrein.
- c. Fluctuerend geluid (periodiek)  
Vulmachine van blikken.
- d. Intermitterend geluid  
Beton verdichten.  
Vooral de verhoogde waarden tijdens het trillen en de duur hiervan zijn belangrijk voor het  $L_{Aeq}$ .
- e. Impulsachtig geluid  
Constructiewerkplaats.  
Meten en beoordelen vergt deskundigheid.
- f. Impulsachtig geluid met continu karakter  
Stansmachine. (in dit voorbeeld is het geluid bovendien periodiek).



5.1 Voorbeelden van typen geluiden

→

kerisering heeft betrekking op het verloop van het geluidsniveau in de tijd. Daarnaast is de frequentie-inhoud van belang.

#### *Tonaal karakter*

Het geluid kan een hoorbaar tonaal karakter bezitten. Hiervoor kan geen meettechnische definitie worden gegeven. Bij tonen kunnen door zogenaamde interferentieverschijnselen plaatselijk versterkingen optreden en soms zeer grote verzwakkingen. Deze kunnen in de tijd variëren (zwevingen). Interferenties treden op bij:

- bronnen die onderling sterke samenhang vertonen voor wat betreft de geluidsuitstraling (zogenaamde coherente bronnen). Voorbeeld: twee transformatoren vlak bij elkaar;
- reflecties tegen vlakken. Voorbeeld: in fabriekshallen of buiten boven de bodem.

Heeft een geluid een tonaal karakter en bevindt het meetpunt zich nabij een reflecterend vlak (bodem) dan zijn meer meetpunten vereist. Tijdens de meting dient de microfoon in het horizontale vlak over een lengte van circa 1,5 m heen en weer te worden bewogen. Ook hierbij dient het meten bij voorkeur aan deskundigen te worden overgelaten.

Tabel A.6.2 geeft een kwalitatief overzicht van de meetduur.

Type geluid	Vereiste meetduur
Continu	Kan zeer kort (voor dB(A)-metingen minimaal 1 minuut)
Intermitterend (aan/uit situatie)	Bij de diverse verhogingen dezelfde meetduur als bij continu geluid; kennis vereist over de lengte van de 'aan'-periode
Fluctuerend/periodiek	Gelijk aan minimaal één periode, bij voorkeur enkele perioden van het geluid
Fluctuerend/niet-periodiek	Zodanig lang dat het resultaat uit de metingen bij $L_{eq}$ -bepaling naar één waarde gaat (eventueel steekproefsgewijs)
Impulsachtig geluid met continu karakter	Kan zeer kort (voor dB(A)-metingen minimaal 1 minuut)
Impulsachtig geluid (incidentele geluidsstoten)	Kan als het impulsachtige geluid optreedt zeer kort zijn. Meestal speciale apparatuur vereist interpretatie door deskundigen
Tonaal karakter (hoorbare tonen) Kan kort (circa 1 minuut)	metingen herhalen met verplaatsing c.q. langzaam heen en weer bewegen van de microfoon

TABEL A.6.2 Vereiste meetduur voor typen geluid (kwalitatief)

Voor alle typen geluiden geldt dat de meetperiode per bedrijfssituatie zodanig lang moet worden gekozen, dat de uitkomst van de meting naar een vaste waarde gaat. Wijzigingen in het begintijdstip of de lengte van de meetperiode mogen de uitkomst niet beïnvloeden.

→

## 6.5 Meting maximale geluidsniveaus

Bij immissiemetingen onder meteoraamcondities worden de maximale geluidsniveaus  $L_{Amax}$  uit de hoogste meteraflezingen afgeleid door toepassing van de meteocorrectieterm (zie paragraaf 2.2.4). De meteocorrectieterm dient te worden toegepast voor de bron die bepalend is voor  $L_{Amax}$ , rekening houdend met de bronhoogte en afstand van die bron tot het meetpunt.

Men dient er evenwel op bedacht te zijn dat de bedrijfstoestanden die bepalend zijn voor de equivalente geluidsimmissieniveaus niet bepalend behoeven te zijn voor de maximale geluidsniveaus. Dit kan bijvoorbeeld het geval zijn indien regelmatig terugkerende en luidruchtige gebeurtenissen, zoals het verwisselen van stalen afvalcontainers, op een andere dag plaatsvinden dan op de dag waarop de representatieve bedrijfssituatie optreedt.

Indien de geluidsimmissie bepaald wordt door een broninventarisatie in combinatie met overdrachtsberekeningen, dient bij de brongerichte metingen ook aandacht aan de  $L_{Amax}$ -waarden van de afzonderlijke bronnen besteed te worden. Dit geldt met name voor die geluidsbronnen waarvan verwacht kan worden dat deze bepalend zijn voor de  $L_{Amax}$ -waarden op het beoordelingspunt.

Daarnaast dient bij de bepaling van de maximale geluidsniveaus uiteraard geen bedrijfstijdcorrectie toegepast te worden bij niet-continu in bedrijf zijnde bronnen.

## 6.6 Meting binnengeluidsniveaus

In bepaalde gevallen worden eisen gesteld aan de toelaatbare geluidsniveaus in geluidsgevoelige ruimten ten gevolge van geluidsbronnen buiten die ruimten.

Voor geluidsmetingen ter bepaling van die binnenniveaus gelden de volgende regels.

- de microfoon van het meetinstrument bevindt zich op een afstand van tenminste 1 m van muren, 1,5 m van ramen en 1,5 m boven de vloer;
- teneinde de verstoring door staande golven te verminderen, is het noodzakelijk op tenminste drie punten te meten. De gemeten waarden moeten energetisch worden gemiddeld om het gestandaardiseerd immissieniveau  $L_i$  te verkrijgen;
- metingen moeten worden uitgevoerd bij gesloten ramen, buitendeuren en ventilatievoorzieningen;
- stoorgeluidsbijdragen ten gevolge van geluidsbronnen binnen de ruimte zelf (koelkast, c.v.-installatie e.d.) dienen geminimaliseerd te worden. De eventueel aanwezige mechanische ventilatie dient voorzover mogelijk buiten werking te worden gesteld;
- geluiden ten gevolge van weersomstandigheden buiten (regen, wind) mogen de metingen niet verstoren.

Omdat het geluidsniveau in een ruimte afhankelijk is van de ruimte-akoestische parameters moeten bij het opstellen van eisen aan het geluidsniveau ook de afmetingen en de nagalmtijd van die ruimte worden vermeld. De meetresultaten worden genormaliseerd op een nagalmtijd van 0,5 seconde. Indien deze gegevens niet verwerkt worden, dan zijn afwijkingen mogelijk tot 5 dB en kan een eenduidige beoordeling van de situatie discutabel zijn.

Bij sterk laagfrequent geluid kunnen bij binnengeluidsmetingen grote meeton nauwkeurigheden optreden. De metingen moeten dan ook als indicatief worden bestempeld.

Indien de binnengeluidsniveaus veroorzaakt worden door niet-aanliggende inrichtingen dienen de metingen binnen het meteoraam plaats te vinden. Deze voorwaarde geldt niet bij metingen van binnengeluidsniveaus ten gevolge van geluidsbronnen in bijvoorbeeld aanliggende bedrijfsruimten van inrichtingen of andere geluidstransmissiesituaties waarbij weersomstandigheden geen rol kunnen spelen.

→

## 7 Aspecten bij de beoordeling

### 7.1 Algemeen

In dit hoofdstuk worden de stappen toegelicht die nodig zijn om de beoordelingsgrootheden te bepalen. Allereerst worden daartoe enige begrippen gegeven die van belang zijn bij het vaststellen van de geluidsimmissie op een locatie. Vervolgens wordt beschreven hoe uit de geluidsimmissieniveaus de beoordelingsgrootheden worden bepaald. In tabel A.7.1 is een samenvatting gegeven van de rekenmethodiek van methode I en II. Voor de specifieke formules waarmee de beoordelingsgrootheden kunnen worden berekend, wordt verwezen naar de beschrijvingen van methode I en methode II.

### 7.2 Begrippen

#### 7.2.1 Tijdsperioden

De meting of berekening, alsmede de wettelijke beoordeling van industriegeluid hebben doorgaans betrekking op een equivalent geluidsniveau over een bepaalde periode. In het kader van deze Handleiding worden de volgende perioden gehanteerd:

##### Meetperiode $T_m$

Het tijdsinterval waarover het geluid daadwerkelijk gemeten wordt (door middeling van de gekwadrateerde geluidsdrukken; zie ook paragraaf 2.2.1).

##### Beoordelingsperiode $T_o$

Het tijdsinterval dat relevant is voor de beoordeling van het geluid. Dit betreft in het algemeen de dag-, avond- en/of nachtperiode (zie ook paragraaf 7.2.3).

##### Bedrijfsperiode $T_b$

Het tijdsinterval waarin een bepaalde en gespecificeerde bedrijfstoestand binnen een beoordelingsperiode optreedt.

**Voorbeeld:** Een generator is van 06.00 tot 12.00 uur in bedrijf. De bedrijfsperiode gedurende de nachtperiode is van 06.00 tot 07.00 uur ( $T_b = 1$  uur). Gedurende de dag is de bedrijfsperiode van 07.00 tot 12.00 uur ( $T_b = 5$  uur). Hoewel de bedrijfssituatie niet verandert, worden twee bedrijfsperioden onderscheiden.

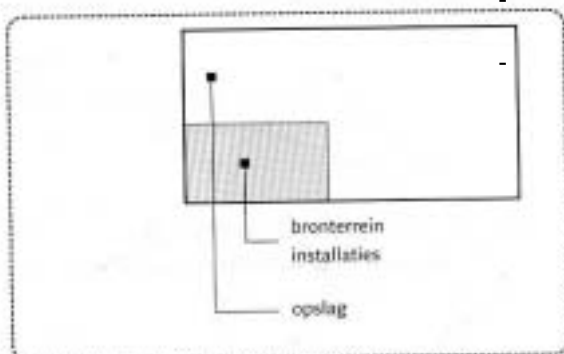
#### 7.2.2 Geometrische parameters

Bij de reken- en meetmethoden wordt een aantal geometrische parameters gehanteerd. De belangrijkste worden zowel in de tekst als in figuur A.7.1 en A.7.2 toegelicht.

- industrieterrein: terrein bestaande uit een of meerdere fabrieksterreinen al of niet gezoneerd ex Wgh;

- fabrieksterrein: terrein waarop een industriële inrichting is gevestigd;

- bronterrein: het deel van het fabrieksterrein, waarbinnen de geluidsbronnen staan opgesteld (let op onderscheid brongebied, zie paragraaf 7.1.3).



→

FIGUUR A.7.1 De onderverdeling van een industrieterrein

**Broncentrum B**

Het geometrisch zwaartepunt van het bronterrein, tenzij aangetoond kan worden dat slechts een deel van de bronnen van belang is. In dat geval wordt het broncentrum te midden van deze bronnen gelokaliseerd.

**Brondiameter d**

De grootste horizontale afstand binnen het bronterrein. Als echter de verticale afmetingen groter zijn dan de horizontale bronafmetingen, is de grootste verticale afmeting maatgevend.

**Bronhoogte  $h_b$** 

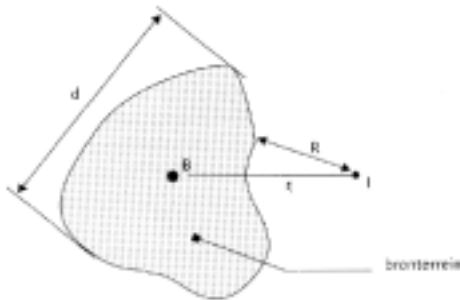
Bronhoogte ten opzichte van het plaatselijk maaiveld (bij bronnen die in verticale richting uitgestrekt zijn, wordt bij berekeningen de bronhoogte van de vervangende puntbron op tweederde deel van de hoogte gekozen).

Voorbeelden: Een kleine hijskraanmotor op 9 m hoogte:  $h_b = 9$  m

Een geluidsafstralende fabriekswand van 15 m hoogte:  $h_b = 10$  m

**Beoordelingshoogte  $h_o$** 

Hoogte van het beoordelingspunt boven het plaatselijke maaiveld.



**N.B.** De meethoogte betreft de hoogte van een meetpunt, bijvoorbeeld bij een referentiepunt.

**Immissiepunt I**

Het punt waar de geluidsimmissie wordt bepaald.

**Bron-ontvanger-afstand  $r_i$** 

Afstand tussen broncentrum en immissiepunt.

**Referentieafstand  $r_{ref}$** 

Afstand tussen broncentrum en referentiepunt.

**Meetafstand bij emissiemetingen R**

De kortste afstand van het meetpunt tot de buitenste begrenzing van de bron bij rondom- metingen en aangepast meetvlak. Bij emissiemetingen aan geconcentreerde bronnen is R de afstand van het meetpunt tot het broncentrum.

→

FIGUUR A.7.2 Toelichting op  $B$ ,  $I$ ,  $r_i$ ,  $R$  en  $d$ **7.2.3 Bodemtypen en bodemgebieden**

De geluidsoverdracht wordt sterk bepaald door de akoestische eigenschappen van de bodem. Er worden twee typen bodem onderscheiden: hard en absorberend. Voorbeelden van een harde bodem zijn: water, beton, asfalt, bestratingen. Voorbeelden van een absorberende bodem zijn: grasland, begroeide bodems, landbouwgrond.

Bij meethoogten kleiner dan 5 m kan bij een absorberende bodem, zoals gras, bouwland en dergelijke, een grote geluidsverzwakking ontstaan in een breed frequentiegebied tussen circa 100 en circa 1000 Hz, het zogenaamde bodemeffect. Boven harde bodems treedt dit effect in een smaller frequentiegebied op. Dit betekent dat het geluidsimmissieniveau op een bepaalde afstand van een geconcentreerde bron bij een harde bodem hoger is dan bij een absorberende bodem.

Het bodemeffect boven absorberende bodems wordt vaak verstoord door de aanwezigheid van geluidsverstrooiende objecten. Dit verschijnsel doet zich vooral voor op industrieterreinen waarop veel installaties staan en opslag aanwezig is. In de woonomgeving is door afscherming en verstrooiing door meervoudige reflecties tegen omringende huizen, schuurtjes, geparkeerde auto's e.d. het effect van de bodem ook minder sterk dan theoretisch wordt verwacht. Tot nu toe is het noch mogelijk, noch zinvol gebleken een meer verfijnde indeling van bodemtypen te maken voor zeer nauwkeurige berekeningen van bodemeffecten in het type reken- en meetmethoden van deze Handleiding.

Het bodemeffect is sterk afhankelijk van de meetsituatie, het weer en de bodemgesteldheid.

Blijkt een bodem voor een gedeelte hard te zijn dan kan met methode II lineair tussen het effect van een harde en absorberende bodem worden geïnterpoleerd.

In een overdrachtsberekening zijn niet alle delen van de bodem tussen bron en immissiepunt van belang. Bij grote afstanden zijn met name de bodems in de omgeving van de bron en de ontvanger maatgevend voor de bodemeffecten. Voor overdrachtsberekeningen worden derhalve drie gebieden onderscheiden:

**Brongebied**

Gebied dat begint bij de bron en zich uitstrekt in de richting van het immissiepunt over een lengte van  $30 h_b$ , met dien verstande dat als  $r_i < 30 h_b$  de lengte gelijk is aan  $r_i$ .

**Ontvangergebied**

Gebied dat begint bij de ontvanger en zich uitstrekt in de richting van de bron over een lengte van  $30 h_o$  met dien verstande dat als  $r_i < 30 h_o$  de lengte gelijk is aan  $r_i$ .

**Middengebied**

Gebied tussen het bron- en het ontvangergebied.



→

Voor  $r_i \leq 30 (h_b + h_o)$  is er geen middengebied en overlappen het bron- en ontvangergebied elkaar gedeeltelijk of geheel.

Zie voor een nadere toelichting figuur A.7.3.

FIGUUR A.7.3 *Onderverdeling bodemgebieden*

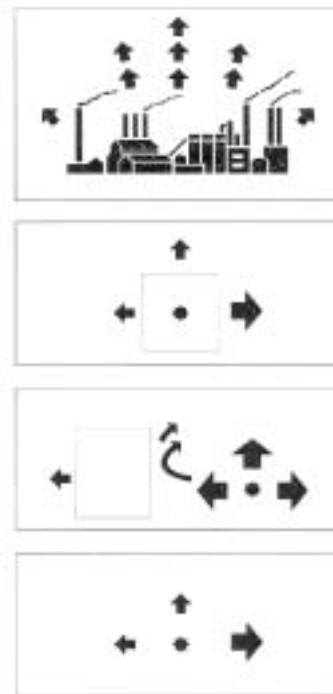
#### 7.2.4 *Immissierelevante bronsterkte $L_{WR}$*

Voor de immissie van geluid, afkomstig van fabrieken en installaties, is bij geluidsoverdracht buiten alleen het geluid dat in ongeveer horizontale richtingen wordt afgestraald van belang; meestal is het geluid dat afgestraald wordt in de hoek tussen  $0^\circ$  en  $20^\circ$  boven de horizontaal bepalend. In de akoestische handboeken wordt vaak met het totale akoestische vermogen van de bron gewerkt. Bij industriële bronnen wordt weinig aandacht besteed aan de richtingsafhankelijkheid van de geluidsafstraling. Dit vormt geen probleem als de geluidsbronnen in elke richting evenveel geluid afstralen (een zogenaamde monopool). Vele industriële bronnen zijn echter geen monopool, maar stralen richtingsafhankelijk af. Dit wordt geïllustreerd en toegelicht in figuur A.7.4.



→

- a. Bij grote industriecomplexen wordt door verstrooiing en absorptie op het industrieterrein meer geluid in verticale dan in horizontale richting uitgestraald.
- b. De gevels van gebouwen kunnen verschillende geluidsreducerende eigenschappen hebben.
- c. Afscherming in combinatie met reflectie tegen achterliggende objecten.
- d. De bron zelf straalt richtingsafhankelijk uit.



FIGUUR A.7.4 De vier voornaamste oorzaken van richtingsafhankelijke uitstraling door industriële bronnen

Voor overdrachtsberekeningen is alleen de geluidsuitstraling in de richting van de ontvanger (direct of via een reflectie) relevant. Om rekentechnische redenen is daarom het begrip immissierelevante bronsterkte LWR gedefinieerd:

De bronsterkte  $L_{WR}$  is gelijk aan het geluidsvermogen van een monopool, die op plaats van de bron gedacht wordt en in de beschouwde richting dezelfde geluidsdrukniveaus veroorzaakt als de werkelijke bron. Het effect van de bodem wordt niet bij de bron maar bij de overdracht in rekening gebracht.

Een industriële bron kan dus voor verschillende richtingen verschillende bronsterkten hebben.

Bij het vaststellen van de bronsterkte is het nodig de elementen aan te geven, die tot de bron worden gerekend. Afschermingen en reflecties nabij de bron kunnen of bij de bron of bij de overdracht in rekening worden gebracht.

De immissierelevante bronsterkte van een bron met een specifieke richtingskarakteristiek (bijvoorbeeld stralende vlakken) wordt uit het totale geluidsvermogeniveau,  $L_w$ , afgeleid door een richtingsindex DI in rekening te brengen volgens:

In figuur A.7.5 zijn ter illustratie vijf voorbeelden gegeven. Eenvoudigheidshalve is hierbij de luchtdemping buiten beschouwing gelaten.

→

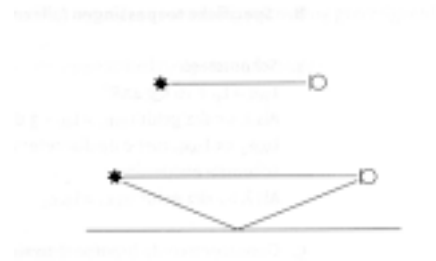
**A. Algemeen**

1. Bron in een akoestisch vrij veld

$$L_{WR} = L_p + 10 \log 4\pi R^2$$

Bron boven een bodem

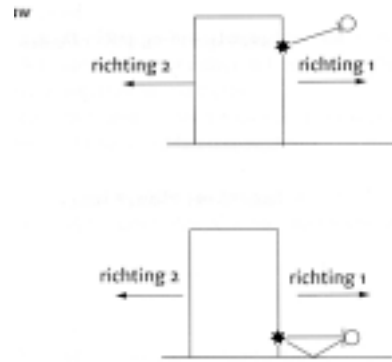
$$L_{WR} = L_p + 10 \log 4\pi R^2 + D_{\text{bodem}}$$



2. Bron hoog in de wand van een gebouw

$$L_{WR1} = L_p + 10 \log 4\pi R^2$$

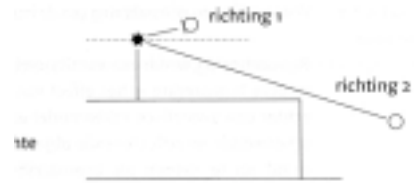
$$L_{WR1} > L_{WR2}$$



Idem, maar nabij grond

$$L_{WR} = L_p + 10 \log 4\pi R^2 + D_{\text{bodem}}$$

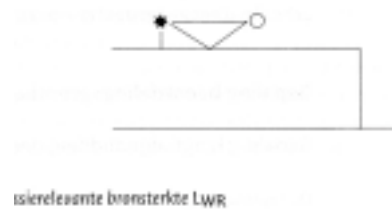
$$L_{WR1} > L_{WR2}$$



3. Bron op het dak van een gebouw, hoog geplaatst

$$LWR = L_p + 10 \log 4\pi R^2$$

Voorkeur onder 3-12°. Echter bij een immissiepunt dat laag ligt ten opzichte van bron: immissierelevant



Idem, nabij het dakvlak geplaatst

$$L_{WR} = L_p + 10 \log 4\pi R^2 + D_{\text{bodem}}$$

(dakvlak is bodem)

FIGUUR A.7.5 Voorbeelden van de berekening van de immissierelevante bronsterkte  $L_{WR}$

→

**B. Specifieke toepassingen (alleen methode II)**

4. Schoorsteen

$$L_{WR} = L_p + 10 \log 4\pi R^2$$

Als  $l < d/2$  geldt  $L_{WR1} = L_W + 3 \text{ dB}$  en  $L_{WR2} < L_{WR1}$  met  $d$  de diameter van de schoorsteenopening

Als  $l > d/2$  geldt  $L_{WR1} = L_{WR2}$



5. Geconcentreerde bron(nen) temidden van reflecterende en afscherpende objecten

Zijaanzicht:

$$L_{WR1} = L_p + 10 \log 4\pi R^2 + D_{\text{bodem}}$$

Bovenaanzicht:

$$L_{WR1} \neq L_{WR2} \neq L_{WR3} \neq L_{WR4}$$



FIGUUR A.7.5 (VERVOLG) Voorbeelden van de berekening van de immissierelevante bronsterkte  $L_{WR}$ . Bij voorbeeld 5 wordt een immissierelevante bronsterkte bepaald uit meting op enige afstand. In deze bronsterkte is het effect van lokale afschermingen en reflecties verdisconteerd. Als echter een akoestisch rekenmodel wordt opgesteld waarin, naast voornoemde  $L_{WR}$ , alle afscherpende en reflecterende objecten zijn opgenomen, is het niet juist de  $L_{WR}$  uit het voorbeeld op te nemen als bronsterkte van de puntbron. Deze bronsterkte is namelijk al gecorrigeerd voor de afschermingen en reflecties; het berekende geluidsimmissieniveau zal daardoor te laag uitkomen. De bronsterkte die in een rekenmodel inclusief objecten wordt gebruikt, dient vastgesteld te worden volgens één van de andere voorbeelden (1 tot en met 4).

**7.3 Bepaling beoordelingsgrootheden**

**7.3.1 Bepaling langtijdgemiddeld deelgeluidsniveau  $L_{Aeq,LT}$**

De representatieve bedrijfssituatie kan bestaan uit verschillende bedrijfstoestanden (zie ook paragraaf 5.2). Per bedrijfstoestand wordt het immissieniveau bepaald uit het energetisch gemiddelde van de gemeten (geldige) geluidsniveaus  $L_{Aeq,T}$ , zo nodig per meting gecorrigeerd voor stoorgeluid. De (energetische) middeling van geluidsniveaus geschiedt volgens de formule:

→

(7.2)

$$L = 10 \log \left( \frac{1}{N} \sum_{x=1}^N 10^{\frac{L_x}{10}} \right)$$

met  $N$  = aantal metingen  
 $L_x$  = equivalente geluidsniveau van meting x

Omdat het immissieniveau vastgesteld wordt onder meteoraamcondities, wordt dit niveau het gestandaardiseerde immissieniveau  $L_i$  genoemd.

Wanneer de metingen en uitwerkingen zijn uitgevoerd in frequentiebanden, kan hieruit het gestandaardiseerde immissieniveau in dB(A) worden berekend door de A-gewogen geluidsniveaus in de beschouwde frequentiebanden energetisch te sommeren.

Wanneer de metingen direct in dB(A) zijn uitgevoerd, wordt hieruit direct het A-gewogen gestandaardiseerde immissieniveau  $L_i$  per bedrijfstoestand verkregen.

Het langtijdgemiddeld deelgeluidsniveau  $L_{Aeqi,LT}$  in dB(A) ten gevolge van een bepaalde bedrijfstoestand i wordt bepaald uit het A-gewogen gestandaardiseerde immissieniveau volgens de formule:

$$L_{Aeqi,LT} = L_i - C_b - C_m - C_g \quad (7.3)$$

In het volgende wordt op de verschillende termen in formule 7.3 ingegaan.

#### De bedrijfsduurcorrectieterm $C_b$

De bedrijfsduurcorrectieterm brengt de periode  $T_b$  in rekening zolang de bedrijfstoestand tijdens een beoordelingsperiode  $T_0$  (dag, avond, nacht) blijft bestaan.

Hierbij worden de volgende beoordelingsperiodes aangehouden, tenzij uitdrukkelijk anders vermeld:

- dagperiode: 07.00-19.00 uur;  $T_0 = 12$  uur
- avondperiode: 19.00-23.00 uur;  $T_0 = 4$  uur
- nachtperiode: 23.00-07.00 uur;  $T_0 = 8$  uur

#### De meteocorrectieterm $C_m$

De wijze waarop deze wordt bepaald, wordt per methode aangegeven; zie voor methode I paragraaf 3.5.5 en voor methode II paragraaf 3.4.3.

Voor methode II bestaat tevens de mogelijkheid om indien de meting een bronterrein betreft dat onder een zichthoek  $\Psi > 120^\circ$  vanuit het immissiepunt wordt gezien en waarbij geldt  $r_i > 10 (h_b + h_o)$ , metingen te corrigeren voor een meteogemiddelde situatie. De metingen dienen dan plaats te vinden bij windrichtingen die gelijkmatig zijn verdeeld over deze zichthoek.

#### De gevelcorrectieterm $C_g$

Tenzij uitdrukkelijk anders gespecificeerd, wordt het niveau van het invallend geluid (dus zonder bijdrage van reflectie tegen een achterliggende gevel) bepaald. Indien het meetpunt direct vóór een gevel is gesitueerd, wordt op het gestandaardiseerde immissieniveau  $L_i$  een procedurele gevelcorrectieterm  $C_g$  van 3 dB in mindering gebracht om het invallende geluid te bepalen (zie figuur A.7.6). De in figuur A.7.6 aangegeven afstand van 2 m voor de gevel dient bij metingen in acht te worden genomen.

In het geval dat door het bevoegd gezag uitdrukkelijk wordt aangegeven dat inclusief gevelreflectie moet worden beoordeeld, dient de meetlocatie bij voorkeur zodanig te zijn gekozen dat deze gevelreflectie wordt

→

gemeten.

- Dwarsdoorsnede huis 1:  $C_g = 3$  dB voor de onderste microfoon c.q. beoordelingspositie  
 $C_g = 0$  dB ( $\alpha < 70^\circ$ ) voor de bovenste microfoon c.q. beoordelingspositie
- Dwarsdoorsnede huis 2:  $C_g = 3$  dB ( $\alpha \geq 70^\circ$ )
- Dwarsdoorsnede huis 3:  $C_g = 3$  dB

FIGUUR A.7.6 Toelichting op gevelreflectie

### 7.3.2 Toeslag voor bijzondere geluiden $K_x$

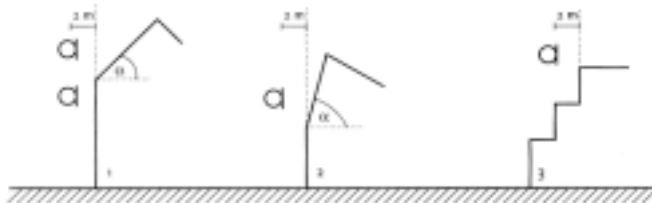
Wanneer op het beoordelingspunt binnen het totaal aanwezige geluidsniveau vanwege de betreffende inrichting een geluid met een duidelijk tonaal of een impulsachtig karakter kan worden waargenomen, wordt op het langtijdgemiddeld deelgeluidsniveau van de betreffende bedrijfstoestand met dit specifieke karakter een toeslag berekend van:

- tonaal:  $K_1 = 5$  dB;
- impuls:  $K_2 = 5$  dB.

Per bedrijfstoestand kan maar één toeslag worden toegepast. Zie voor de toepassing van dergelijke toeslagen ook de uiteenzetting in paragraaf 2.3.

Wanneer op een beoordelingspunt binnen het totaal aanwezige geluidsniveau, vanwege de betreffende inrichting geluid met een duidelijk muziekkarakter wordt waargenomen, dan wordt op het langtijdgemiddeld deelgeluidsniveau van de betreffende bedrijfstoestand een toeslag berekend van:  $K_3 = 10$  dB.

Indien deze toeslag wordt toegepast, wordt voor deze bedrijfstoestand geen toeslag meer voor tonaal en/of impulsgeluid toegepast.



### 7.3.3 Bepaling beoordelingsniveau

$L_{etmaal}$

Indien diverse bedrijfstoestanden binnen één beoordelingsperiode optreden, worden voor de bepaling van het beoordelingsniveau de langtijdgemiddeld deelgeluidsniveaus energetisch

gesommeerd. In algemene zin geschiedt een energetische sommatie van geluidsniveaus volgens formule 7.4.

→

(7.4)

$$L = 10 \log \left( \sum_{x=1}^N 10^{\frac{L_x}{10}} \right)$$

met  $N$  = aantal bedrijfstoestanden  
 $L_x$  = equivalente geluidsniveau van bedrijfstoestand

Als de verschillende bedrijfstoestanden wel in dezelfde beoordelingsperiode maar niet in hetzelfde etmaal optreden, mogen de desbetreffende niveaus niet (energetisch) gesommeerd worden. Dan dient eerst per beoordelingsperiode (dag, avond en nacht) het beoordelingsniveau te worden bepaald. De beoordelingsperiode met het hoogste beoordelingsniveau is in dat geval bepalend voor de representatieve bedrijfssituatie.

Het beoordelingsniveau  $L_{Ar,LT}$  wordt voor de verschillende beoordelingsperiodes vastgesteld:

- dagperiode:  $L_{dag} = L_{Ar,LT}$ ; (07.00-19.00 uur);
- avondperiode:  $L_{avond} = L_{Ar,LT}$ ; (19.00-23.00 uur);
- nachtperiode:  $L_{nacht} = L_{Ar,LT}$ ; (23.00-07.00).

De etmaalwaarde  $L_{etmaal}$  alsmede de geluidsbelasting  $B_i$  is de hoogste van de volgende drie waarden:

- $L_{dag}$ ;
- $L_{avond} + 5$  dB;
- $L_{nacht} + 10$  dB.

Voor zonebeheer en hogere waardeprocedures wordt altijd het invallend geluidsniveau bedoeld en worden geen toeslagen voor impulsachtig, tonaal of muziekgeluid toegepast.

### 7.3.4 Rekenschema

In tabel A.7.1 zijn ter informatie de achtereenvolgende stappen ter bepaling van het beoordelingsniveau  $L_{Ar,LT}$  en  $L_{Amax}$  in de vorm van een rekenschema samengevat. In de modules B en C wordt hierop nader ingegaan.

### 7.3.5 Bepaling maximale geluidsniveau $L_{Amax}$

Het maximale A-gewogen geluidsniveau wordt onder meteoraamcondities gemeten in de meterstand 'fast'. Op het gemeten maximale geluidsniveau  $L_{i,max}$  wordt de meteocorrectieterm  $C_m$  toegepast voor het verkrijgen van de beoordelingsgrootte  $L_{Amax}$ . Tot een afstand van  $r_i = 150$  m bedraagt de meteocorrectie  $C_m$  meestal minder dan 4 dB. De  $C_m$ -waarde betreft de bron die het maximale niveau veroorzaakt.

Bij de gemeten waarde dient te worden vermeld waardoor het maximale niveau wordt veroorzaakt.

### 7.3.6 Bepaling binnengeluidsniveaus

#### 7.3.6.1 Binnengeluidsniveaus ten gevolge van niet-aanliggende inrichtingen

De Wet geluidhinder kent voorschriften omtrent geluidsniveaus in geluidsgevoelige ruimten van een woning of in andere geluidsgevoelige bestemmingen. De Wet geluidhinder beperkt zich ten aanzien van industrielawaai tot gezondeerde industrieterreinen, waarbij het binnenniveau in het kader van saneringssituaties aan de orde kan komen.

Daarnaast kent de Handreiking industrielawaai en vergunningverlening bepalingen omtrent het

→

geluidsniveau in een woning of andere geluidsgevoelige bestemmingen, bijvoorbeeld ten aanzien van de verkeersaantrekkende werking van een inrichting (indirecte hinder).

De eisen die gesteld worden aan de binnengeluidsniveaus beogen een aanvaardbare geluids- situatie binnen te waarborgen in situaties waarin hogere geluidsbelastingen buiten voor de gevel zijn toegelaten.

Uit meetgegevens worden, rekening houdend met de representatieve bedrijfssituatie, de binnenniveaus op overeenkomstige wijze vastgesteld als voor de bepaling van de geluidsniveaus op de gevel van de betreffende geluidsgevoelige bestemming is voorgeschreven. De meetresultaten worden gecorrigeerd met dezelfde meteocorrectieterm die geldt bij de beoordeling van het geluidsniveau op de gevel van de betreffende geluidsgevoelige bestemming.

In dit kader is uiteraard geen sprake van een gevelcorrectieterm  $C_g$ .

#### **7.3.6.2 Binnengeluidsniveaus ten gevolge van aanliggende inrichtingen**

Voor het meten van geluidsniveaus ten gevolge van activiteiten in aanliggende inrichtingen gelden gelijke voorwaarden als voor de binnenniveaumetingen van niet-aanliggende inrichtingen, behoudens dat het meteoraam en de meteocorrectieterm  $C_m$  hier niet van toepassing zijn.



→

Omschrijving	Grootheid	Bewerking	Parameters
Gemeten equivalent geluidsniveau voor bedrijfstoestand i	$L_{Aeq,T}$	zonodig stoorgeluidscorrectie per meting, bij meerdere metingen energetisch middelen	$L_i = L_i^* - C_{stoor}$
Gestandaardiseerd immissieniveau voor bedrijfstoestand i	$L_i$	zonodig stoorgeluidscorrectie per meting, bij meerdere metingen energetisch middelen op referentiepunt (methode)* $L_i = L_{i,ref} - C_{ref}$	$C_{stoor} = -10 \log \left( 1 - 10^{\frac{L_{stoor} - L_i^*}{10}} \right)$ <p>met <math>L_i^*</math> is geluidsniveau inclusief stoorgeluid</p> $C_{ref} = 20 \log \left( \frac{r_i}{r_{ref}} \right) + 0,004(r_i B r_{ref}) + K_4$ <p>met:</p> <p><math>K_4 = 0</math> dB als harde bodem  <math>K_4 = 0</math> dB als absorberende bodem en <math>h_o \geq 2,5</math> m  <math>K_4 = -1,5</math> dB als absorberende bodem en <math>h_o &lt; 2,5</math> m</p>
Langtijdgemiddeld deelgeluidsniveau voor bedrijfstoestand i	$L_{Aeq,LT}$	$L_{Aeq,LT} = L_i - C_b - C_m - C_g$	$C_b = -10 \log \frac{T_b}{T_o}$ per etmaalperiode $C_m = 0$ dB als $r_i \leq 10 \cdot (h_b + h_o)$ $C_m = 5 - 50 (h_b + h_o)/r_i$ als $r_i > 10 (h_b + h_o)$ invallend geluid: $C_g = 3$ dB indien $L_i$ gemeten op 2 m voor gevel

→

Langtijdgemiddeld deelbeoordelingsniveau voor bedrijfstoestand i	$L_{Ari,LT}$	$L_{Ari,LT} = L_{Aeq,LT} + K_x$	tonaal $K_1 = 5$ dB impuls $K_2 = 5$ dB muziek $K_3 = 10$ dB; $K_1 + K_2 \leq 5$ ; $K_1 + K_2 + K_3 \leq 10$ <b>N.B.</b> slechts één toeslag wordt gehanteerd in een combinatie van bovenstaande parameters
Langtijdgemiddeld beoordelingsniveau	$L_{Ar,LT}$	$L_{Ar,LT} = 10 \log \left[ \sum_{i=1}^N 10^{\frac{L_{Ari,LT}}{10}} \right]$ $L_{dag} = L_{Ar,LT}$ $L_{avond} = L_{Ar,LT}$ $L_{nacht} = L_{Ar,LT}$	met N: aantal bedrijfstoestanden dag: 07.00-19.00 uur avond: 19.00-23.00 uur nacht: 23.00-07.00 uur
Etmaalwaarde (is gelijk aan geluidsbelasting $B_1$ )	$L_{etmaal}$	Hoogste waarde van $L_{dag}$ ; $L_{avond} + 5$ dB; $L_{nacht} + 10$ dB	
Maximaal geluidsniveau	$L_{Amax}$	Maximaal geluidsniveau verminderd met meteocorrectieterm $C_m$	
* Bij methode II andere systematiek bij referentiepuntmeting; zie module C.			

TABEL A.7.2 Rekenschema ter bepaling van beoordelingsgrootheden

→

**Literatuurlijst**

- [A.1] `Handreiking industrielawaai en vergunningverlening', Ministerie VROM (oktober 1998)
- [A.2] Ir. B. van Steenbrugge, Ing. W.C. Verboom, `Richtlijnen voor de karakterisering en meting van omgevingsgeluid', ICG-rapport IL-HR-15-01 (1981)
- [A.3] `Circulaire Schietlawaai', Ministerie VROM (1979)
- [A.4] ISO 7196: 1995 `Acoustics-Frequency-Weighting characteristics for infrasound measurements'
- [A.5] NSG-richtlijn laagfrequent geluid, Nederlandse Stichting Geluidshinder (1999)