

GEZONDHEIDSEFFECTSCREENING

STAD & MILIEU

Handboek voor een gezonde inrichting van de woonomgeving

In opdracht van:



Versie 1.4
September 2008

Deze rapportage is een uitgave van de GGD Nederland en verkrijgbaar via www.ggd Kennisnet.nl en www.vrom.nl/stadenmilieu

Auteurs: T. Fast¹ en D.H.J. van de Weerd²

¹ Fast Advies

² Bureau Medische Milieukunde Jans, van den Hazel & van de Weerd

© 2008 Bureau Medische Milieukunde en Fast Advies

Voorwoord

In opdracht van de ministeries van VWS en VROM is de Gezondheidseffectscreening (GES) Stad & Milieu ontwikkeld, een kwantitatieve methodiek om lokale gezondheidseffecten van stedelijke ontwikkelingsprojecten zichtbaar te maken. Dit rapport bevat de achtergronden en de handleiding voor het uitvoeren van een kwantitatieve lokale gezondheidseffectscreening.

GES Stad & Milieu is een succesvol screeningsinstrument om inzicht te krijgen in de gezondheidsaspecten van ruimtelijke planvorming. Voortschrijdend inzicht en ervaringen met het instrument GES hebben inmiddels geleid tot de voorliggende vierde update (versie 1.4).

In de vierde update zijn de volgende modules aanmerkelijk herzien:

- De module Bedrijven en luchtverontreiniging: actualisatie en aanvulling met pré-screening conform IPPC methode.
- De module Bedrijven en stank: actualisatie i.v.m. de Wet Geurhinder en veehouderij per 01-01-2007.
- De module Bedrijven en geluidhinder: actualisatie en aanvulling met geluidhinder van windturbines.
- De module Wegverkeer en luchtverontreiniging: actualisatie i.v.m. de Wet Luchtverontreiniging, wijziging GES-scores fijn stof, aanvulling met de invloed van groen op de luchtkwaliteit.
- De module Bodemverontreiniging: herziening i.v.m. Besluit bodemkwaliteit en Circulaire bodemsanering 2008, wijziging GES beoordeling en GES-scores.

Geactualiseerd zijn:

- De module Wegverkeer en stank.
- De modules Wegverkeer, Railverkeer, Waterverkeer, Vliegverkeer en geluidhinder.
- De modules Bedrijven, Wegverkeer, Railverkeer, Waterverkeer, Vliegverkeer en externe veiligheid.
- Het voorbeeld van de uitvoering van een GES.

Aangepast is de klassenindeling van de tabellen met GES-scores zodat duidelijk is waar een klasse begint en eindigt.

Tilly Fast & Rik van de Weerd

Inhoudsopgave

Voorwoord	3
Samenvatting	7
Leeswijzer	9

Deel I – Methodiek Gezondheidseffectscreening (GES)

Beschrijving en onderbouwing van de GES methodiek en achtergronden van de risicobeoordeling van de verschillende bronnen en milieufactoren

1. Inleiding - doelstelling GES	15
2. Achtergronden van GES	17
2.1 GES als beleidsinstrument	17
2.2 Beknopte beschrijving van de GES methodiek	17
2.3 Gebruik van GES in de planontwikkeling	21
3. Risicobeoordeling per module	29
4. Literatuur en bronverwijzing	179
Bijlage 1: Atmosferische depositie en humane risico's	185
Bijlage 2: CAR II berekeningen voor stank van wegverkeer	201
Bijlage 3: Toelichting update GES	203
Bijlage 4: Leden begeleidingscommissie	205

Deel II – Handleiding Gezondheidseffectscreening (GES)

Een stappenplan voor de uitvoering van een GES

1. Richtlijn voor het uitvoeren van een GES	211
2. Hoofdlijnen handleiding	215
3. Handleiding per module	219
4. Verzamelstaat maximale GES-score	285
5. Grafische presentatie	287
5.1 GES-score Viewer	288
5.2 XaraX / Xara Xtreme	297
5.3 Gebruik Excel grafiekbestand	309
6. Voorbeeld van uitvoering van een GES	311

Bijlage 1: Gebruiksaanwijzing Excel grafiekbestand op bijgeleverde CD-Rom	327
Bijlage 2: Voorbeeld van tabellen en grafieken	329

Op de CD-Rom:

- Handboek GES Stad & Milieu
- GES-score viewer
- Excel grafiekbestand
- Excel rekenblad bodemtypecorrectie (Module Q)

Samenvatting

Gezondheidseffectscreening Stad en Milieu: een instrument voor een gezonde inrichting van de woonomgeving

Nieuwe woningen, nieuwe wegen, nieuwe bedrijven. In een gemeente die in beweging is, dient het volgende project zich aan als het vorige nog niet is afgerond. Op welke manier houdt de gemeente bij haar plannen rekening met de bewoners? Hoeveel stank zal er zijn? En hoeveel fijn stof, lawaai, veiligheidsrisico's of luchtverontreiniging? Maar bovenal: welk effect heeft dit op de gezondheid van de bewoners? De Gezondheidseffectscreening Stad & Milieu (GES) is een instrument waarmee de invloed van milieufactoren op de gezondheid van bewoners eenvoudig, integraal en gestandaardiseerd beoordeeld kan worden. Gebruik van de GES Stad & Milieu bij planvorming leidt tot een zo gezond mogelijke inrichting van de woonomgeving.

Wat is de GES Stad & Milieu?

De Gezondheidseffectscreening Stad & Milieu (GES) is een instrument waarmee vooraf inzicht verkregen wordt in de verschillende factoren die van invloed zijn op de gezondheid van de (toekomstige) bewoners. Een GES geeft een goed beeld van de gezondheidkundige knelpunten en kansen bij stedelijke ontwikkelingsprojecten, wijzigingen in de ruimtelijke ordening of infrastructuur en landelijke herstructureringsprojecten.

De Gezondheidseffectscreening is ontwikkeld voor GGD'en in opdracht van de ministeries van VWS en VROM. De GES-methode is in 2000 ontwikkeld. In 2008 is de vierde actualisatie verschenen waarin de nieuwste inzichten zijn verwerkt.

Waarom een GES Stad & Milieu?

Een GES kan bij veel stedelijke projecten en plannen een zeer waardevolle investering zijn, waardoor de woonomgeving gezonder ingericht kan worden, toekomstige problemen voorkomen kunnen worden en op termijn fors geld kan worden bespaard. Het doel van een GES is om inzicht te geven in de relevante milieugezondheidskundige gevolgen van bijvoorbeeld een stedenbouwkundig plan. Daarmee wordt de mogelijkheid gegeven in de verdere uitwerking hiermee optimaal rekening te houden. In Nederland zijn er voor de meeste milieufactoren normen op basis van EU of nationale regelgeving. Bij ruimtelijke planvorming wordt doorgaans uitsluitend rekening gehouden met deze wettelijke milieunormen. Voor een aantal milieufactoren geldt dat ook beneden de wettelijke grenswaarden gezondheidseffecten kunnen optreden en dus gezondheidswinst behaald kan worden. Zo kan bij een geluidbelasting onder de norm ernstige hinder en slaapverstoring optreden. Met de GES Stad & Milieu wordt ook de blootstelling onder de wettelijke norm inzichtelijk gemaakt, zodat een genuanceerder beeld van plankwaliteit ten aanzien van milieu en gezondheid ontstaat en duidelijk wordt waar gezondheidswinst te behalen is.

De GES-rapportage kan gebruikt worden ter verantwoording naar bestuurders en in de communicatie met (aspirant) bewoners en andere belangstellenden over milieugezondheidskundige aspecten van het plan.

De GES-methode: milieugezondheidskwaliteit en GES-score

Met de GES Stad & Milieu wordt de blootstelling aan luchtverontreiniging, geluid, stank, externe veiligheid en elektromagnetische velden gezondheidkundig beoordeeld. Alle relevante bronnen zoals bedrijven, wegen, spoorwegen, scheepvaart, vliegverkeer en hoogspanningslijnen worden hierbij betrokken. Daarnaast worden de gezondheidseffecten van bodemverontreiniging in beeld gebracht.

Op basis van dosis-respons relaties wordt de blootstelling voor elke milieufactor uitgedrukt in een milieugezondheidskwaliteit en een GES-score. Deze variëren van 'zeer goed' (GES-score 0) tot 'zeer onvoldoende' (GES-score 8).

Voor verschillende luchtverontreinigende stoffen, geluid en stank van verschillende bronnen, veiligheidsrisico's en elektromagnetische velden is een Maximaal Toelaatbaar Risico (MTR) bepaald. Dit niveau krijgt voor al deze milieufactoren een GES-score van 6 (onvoldoende milieugezondheidskwaliteit). Hierdoor is de blootstelling aan deze milieufactoren gezondheidskundig met elkaar te vergelijken.

De presentatie

De verschillende GES-scores worden per milieufactoor als gekleurde contourvlakken op de plankaarten aangegeven. De kleuren lopen van groen (GES-score 0) via geel, oranje en rood tot paars (GES-score 8). Zo wordt in één oogopslag duidelijk waar de knelpunten zich bevinden, maar ook waar gezondheidswinst te behalen is. Daarnaast wordt in een grafiek of tabel het aantal bewoners met de verschillende milieugezondheidskwaliteiten en GES-scores weergegeven. Een GES kan zo de effecten van stedelijke ontwikkelingen helder maken. Ook helpt de GES de keuzes in het planproces inzichtelijk te maken. Planvarianten zijn zo eenvoudig gezondheidskundig te vergelijken. De heldere presentatie kan ook goed gebruikt worden bij de voorlichting aan bewoners en belangstellenden. Dat draagt bij aan een goede verantwoording aan bestuurders en (toekomstige) bewoners.

Wanneer een GES uitvoeren?

Geadviseerd wordt om een Gezondheidseffectscreening uit te voeren bij stedelijke inrichtingsprojecten. Een GES kan op verschillende schaalniveaus worden uitgevoerd: wijk-, stad of regioniveau. Op wijkniveau zal een GES vooral ingezet worden voor een gezondheidskundige beoordeling van stedelijke inrichtingsplannen. Op stads- en regioniveau zal een GES ook gericht zijn op het bepalen van de ontwikkelingsmogelijkheden van een gebied, maar ook gebruikt worden om prioriteiten voor het beleid te kunnen stellen.

Het is van belang om de GES uit te voeren aan het begin van het planproces. Er kunnen dan nog keuzes gemaakt worden tussen alternatieven en tijdig gezocht worden naar oplossingen. Een eerste zeer globale kwalitatieve inventarisatie van bronnen kan duidelijk maken of het uitvoeren van een GES zinvol is.

Ervaringen tot nu toe

Voor verschillende inrichtingsplannen op wijkniveau zijn door GGD'en gezondheidseffectscreeningen uitgevoerd. Dit heeft geleid tot wijzigingen in de planvorming. Deze hadden betrekking hebben op de inrichting van het gebied (geen woningen maar kantoren in een bepaalde zone), op extra maatregelen (aanbrengen van extra geluidwerende voorzieningen) of op de woningen of gebouwen zelf (slaapvertrekken en luchtinlaat niet aan de zijde van de drukke verkeersweg). Essentieel voor de effectiviteit van de Gezondheidseffectscreening was de bereidheid van bestuurders om gezondheid een rol te laten spelen in de besluitvorming. Naast gezondheid was uiteraard ook nog een groot aantal andere factoren zoals de economische kwaliteit, groen en de bereikbaarheid van voorzieningen van belang voor de bestuurlijke afweging.

Gegevens over de aanwezige bronnen die het milieu en de gezondheid kunnen beïnvloeden zijn bij verschillende instanties (bijvoorbeeld verschillende gemeentelijke afdelingen, Rijkswaterstaat, milieudienst en provincie) beschikbaar. Bij het uitvoeren van de GES komen al deze instanties bij elkaar aan tafel. Dit versterkt een integrale aanpak bij de planvorming en maakt het zoeken naar oplossingen eenvoudiger.

De GES-methode is ook toegepast op provincieniveau. De resultaten zijn ingebracht in het Ruimtelijke Ordeningsbeleid en hebben de prioriteitstelling voor het milieubeleid ondersteund. Het uitvoeren van een GES door de GGD duurt gemiddeld 15 tot 20 dagen; de looptijd is vaak een aantal maanden.

Leeswijzer

Deze rapportage bestaat uit twee onderdelen:

1. In Deel I van de rapportage wordt in de *Methodiek GES* de onderbouwing gegeven van de procedures om tot de GES te komen. Per bron (bijvoorbeeld een bedrijf) c.q. milieu-aspect (bijvoorbeeld luchtverontreiniging) is uitvoerig beschreven welke informatie noodzakelijk is voor de beoordeling van de emissie en de verspreiding, waar deze informatie te verkrijgen is, welke rekenmethode gebruikt wordt voor de beoordeling van de blootstelling, hoe de gezondheidskundige beoordeling plaatsvindt en hoe daaruit de GES-score wordt afgeleid met verantwoording van de scoringssystematiek.

De bronnen en milieuaspecten die in GES worden beoordeeld zijn achtereenvolgens:

- A Bedrijven en luchtverontreiniging
- B Bedrijven en stank
- C Bedrijven en geluidhinder
- D Bedrijven en externe veiligheid
- E Wegverkeer en luchtverontreiniging
- F Wegverkeer en stank
- G Wegverkeer en geluidhinder
- H Wegverkeer en externe veiligheid
- I Railverkeer en geluidhinder
- J Railverkeer en externe veiligheid
- K Waterverkeer en luchtverontreiniging
- L Waterverkeer en geluidhinder
- M Waterverkeer en externe veiligheid
- N Vliegverkeer en stank
- O Vliegverkeer en geluidhinder
- P Vliegverkeer en externe veiligheid
- Q Bodemverontreiniging
- R Bovengrondse hoogspanningslijnen en elektromagnetische velden

2. In Deel II van de rapportage wordt in de *Handleiding GES* stapsgewijs de procedure doorlopen om te komen tot een GES-score voor de verschillende milieuaspecten. In de handleiding is per activiteit (bron en milieufactor) aangegeven welke gegevens noodzakelijk zijn voor de beoordeling, welk gezondheidskundig toetsingskader moet worden gevolgd, welke rekenprocedure gehanteerd dient te worden en hoe de resultaten in een GES-score vertaald moeten worden.

De GES-scores kunnen vervolgens op twee manieren grafisch gepresenteerd worden met als doel inzicht te verkrijgen in de mogelijke knelpunten binnen het omschreven gebied:

- a. De GES-score kan getekend worden op een achtergrondkaart via de bijgeleverde GES-score Viewer (versie 1.0) of via een commercieel verkrijgbaar tekenpakket. Voor dit laatste is een keuze gemaakt voor het softwarepakket XaraX of XaraXtreme vanwege het gebruiksgemak, de krachtige en uitgebreide functionaliteit en bewezen prestaties in GES projecten. Van beide tekenpakketten is een gebruikershandleiding in de Handleiding GES toegevoegd.
- b. De GES-scores kunnen in een grafiek weergegeven worden via het bijgeleverde Excel grafiekbestand. Daaraan gekoppeld wordt in dezelfde grafiek weergegeven de omvang van de woonbebouwing waarvoor de GES-score geldt. Voorbeelden van grafieken en een toelichting op het gebruik van het Excel grafiekbestand zijn opgenomen in de bijlagen van de Handleiding GES.

Tenslotte is in de Handleiding GES een uitgebreid voorbeeld gegeven, waarin de GES systematiek voor een groot aantal modules is uitgewerkt.

De thema's die in GES beoordeeld worden beperken zich tot het algemene milieu. Andere aspecten van leefbaarheid, zoals de sociale veiligheid, aanwezigheid van voorzieningen, het uiterlijk van de buurt e.d. worden dus niet meegenomen in deze systematiek.

Wel is in de module Wegverkeer en luchtverontreiniging het effect van *groenvoorzieningen* op de luchtkwaliteit beschreven. Voor de overige aspecten van groen, zoals temperatuurregulatie in de stad en een positieve invloed op het fysieke, psychische en sociale welbevinden, is de relatie met gezondheid nog onvoldoende duidelijk om op te nemen in de GES systematiek

Daarnaast is de bron/milieufactor *binnenmilieu* uitgesloten van de GES systematiek, omdat het binnenmilieu niet tot nauwelijks beïnvloedbaar is via ruimtelijke plannen.

Waterbodemverontreiniging valt in principe onder bodemverontreiniging, maar is niet expliciet beschreven. De beoordelingsystematiek voor de waterbodem is overigens dezelfde als voor de landbodem.

DEEL I

Methodiek GES

Stad & Milieu

DEEL I
METHODIEK GEZONDHEIDSEFFECTSCREENING (GES)
STAD & MILIEU

Inhoudsopgave

1. Inleiding – doelstelling GES	15
2. Achtergronden van GES	17
2.1 GES als beleidsinstrument	17
2.2 Beknopte beschrijving van de GES methodiek	17
2.3 Gebruik van GES in de planontwikkeling	21
3. Risicobeoordeling voor verschillende bronnen en milieuaspecten	29
A Bedrijven en luchtverontreiniging	31
B Bedrijven en stank	43
C Bedrijven en geluidhinder	63
D Bedrijven en externe veiligheid	71
E Wegverkeer en luchtverontreiniging	77
F Wegverkeer en stank	99
G Wegverkeer en geluidhinder	103
H Wegverkeer en externe veiligheid	117
I Railverkeer en geluidhinder	121
J Railverkeer en externe veiligheid	127
K Waterverkeer en luchtverontreiniging	131
L Waterverkeer en geluidhinder	139
M Waterverkeer en externe veiligheid	143
N Vliegverkeer en stank	147
O Vliegverkeer en geluidhinder	149
P Vliegverkeer en externe veiligheid	157
Q Bodemverontreiniging	159
R Bovengrondse hoogspanningslijnen en elektromagnetische velden	173
4. Literatuur en bronverwijzing	179
Bijlage 1: Atmosferische depositie en humane risico's	185
Bijlage 2: CAR II berekeningen voor stank van wegverkeer	201
Bijlage 3: Toelichting update GES	203
Bijlage 4: Leden begeleidingscommissie	205

1. Inleiding – doelstelling GES

Het project Gezondheids Effect Screening, afgekort GES, is gericht op het ontwikkelen van een gestandaardiseerde methode voor het door gezondheidsdiensten (GGD'en) vaststellen van gezondheidseffecten van Stad & Milieu- en stedelijke ontwikkelingsprojecten.

Deze rapportage beschrijft de methodiek om gezondheidseffecten op een kwantitatieve wijze inzichtelijk te maken.

Als randvoorwaarde is door de opdrachtgevers gesteld dat het instrumentarium bedoeld is voor gebruik door de GGD'en. Dit houdt in dat:

- De nadere kwantitatieve invulling van GES moet aansluiten op de destijds (1998) door de GGD Nederland ontwikkelde checklist GES. De checklist GES is een kwalitatief instrument om een indruk te krijgen van de te verwachten gezondheidskundige knelpunten in een Stad & Milieu- of een stedelijk ontwikkelingsproject. In de tweede update van het Handboek GES is een proceshandleiding toegevoegd, waarin richtlijnen gegeven worden voor het uitvoeren van een GES. Hiermee is de door GGD Nederland opgestelde checklist voor een kwalitatieve GES volledig geïntegreerd in dit handboek. Met het handboek is zowel een kwalitatieve als een kwantitatieve GES uit te voeren.
- De methoden voor de kwantificering van de gezondheidsrisico's moeten aansluiten op de in het Handboek Buitenmilieu gehanteerde methoden voor het schatten van gezondheidsrisico's.
- De inhoudelijke kennis en werkwijze die beschreven is in de diverse modules moeten aansluiten bij de GGD Richtlijnen Medische Milieukunde die tot 01-01-2007 zijn opgesteld door het Landelijk Centrum Medische Milieukunde (LCM) en vanaf 01-01-2007 door het RIVM¹. Indien er een GGD Richtlijn over het betreffende onderwerp is verschenen dan is dit in een voetnoot aangegeven.

GES: geen doel, maar een middel

Met nadruk wordt gesteld dat het uitvoeren van een GES *geen doel* op zich is. Het GES Handboek is geen 'kookboek' voor milieugezondheidskundige advisering. Voor het uitvoeren van een GES is een brede kennis nodig van humane risicobeoordeling op het gebied milieu en gezondheid. Een GES is slechts een *middel* om tot een gezondheidskundig advies te komen. Het gezondheidskundige advies dat door de GGD wordt gegeven kan meer inhouden dan alleen maar advisering op basis van de uitkomsten van een GES. Ook andere overwegingen kunnen in het advies betrokken worden. Voorbeelden zijn het adviseren over zonering langs een snelweg op basis van epidemiologische gegevens, het adviseren over stedelijk groen in relatie tot fysiek, psychisch en sociaal welbevinden of het adviseren over water in de wijk in relatie tot kindveiligheid.

GES: signalering van knelpunten bij RO planvorming

Dit rapport dient als handreiking voor de GGD voor de uitvoering van een GES ten behoeve van ruimtelijke plannen. In de voorliggende rapportage is een systematische beschrijving gegeven van de mogelijkheden om kwantitatieve risicoschattingen te maken voor de verschillende activiteiten. Tevens wordt gestreefd naar een uniform beoordelingssysteem van gezondheidsrisico's bij Stad & Milieu- en RO ontwikkelingsprojecten voor zowel stedelijke als niet-stedelijke ontwikkelingsprojecten.

In dit kader is een handleiding ontwikkeld waarin de invloed van milieubelastende activiteiten op de gezondheid binnen een omschreven gebied gekwantificeerd wordt. Met nadruk wordt er op gewezen dat het gaat om de gezondheidskundige beoordeling van een gebied waarin ruimtelijke planvorming aan de orde is. Het gaat niet om de separate beoordeling van activiteiten die de leefomgeving kunnen beïnvloeden.

¹ Via het milieuportaal van het RIVM (www.rivm.nl/milieuportaal) is onder Gezondheid en beleving een overzicht te verkrijgen van alle richtlijnen.

Tevens wordt er op gewezen dat de GES systematiek bedoeld is om mogelijke knelpunten te signaleren en niet om een absoluut oordeel te geven over gezondheidsrisico's binnen een bepaald gebied.

GES: meer dan Stad & Milieu

De GES is in eerste instantie opgezet als pilotproject voor Stad & Milieu projecten. Inmiddels is gebleken dat GES ook ingezet kan worden voor vergelijkbare activiteiten op het gebied van wijzigingen in de ruimtelijke ordening of infrastructuur. Zo zal GES ook ingezet kunnen worden voor niet-stedelijke locaties, zoals landelijke herstructurering en -reconstructie.

Het blijkt dat regelmatige bijstelling van het instrument GES aan de hand van praktijkervaringen noodzakelijk is en blijft. Sinds de invoering van GES is de methode ook gebruikt voor niet Stad & Milieu projecten. Mede aan de hand van ervaringen uit de praktijk is dit rapport aangepast.

2. Achtergronden van GES

2.1 GES als beleidsinstrument

GES is een instrument waarmee beleidsvoornemens in een vroeg stadium kunnen worden gescreend op gezondheidseffecten. Het betreft beleidsvoornemens die gezondheidsgevoelig zijn. Te denken valt hierbij aan verkeersbeleid en milieubeleid. Belangrijkste doel van GES is het mee laten wegen van gezondheidsbelangen in de besluitvorming en wel op een zodanige manier dat de beleidsmakers op het juiste moment de juiste informatie omtrent gezondheidseffecten in heldere taal onder ogen krijgen. Hiermee wordt tevens een tweede doel bereikt, namelijk dat beleidsmakers en bestuurders zich bewust worden van het gezondheidsbelang.

GES beoogt duidelijkheid te geven over gezondheidseffecten van voorgenomen beleid en heeft een toegevoegde waarde omdat: (1) bij veel maatregelen op het eerste gezicht de gezondheidseffecten afwezig of moeilijk traceerbaar zijn, (2) gezondheidseffecten niet onmiddellijk zichtbaar zijn (er treedt een vertraging op, net als bij milieumaatregelen) en (3) 'de markt' niet of onvoldoende corrigerend optreedt. GES biedt de mogelijkheid om de beoogde effecten van het beleidsvoornemen beter af te wegen tegen de verwachte neveneffecten. Het maatschappelijk belang van een voornemen kan immers groot zijn en zoveel gewicht in de schaal leggen dat eventuele negatieve effecten uit het oog worden verloren. Een aandachtspunt is hierbij het beschikbaar zijn van voldoende kennis, immers oorzaak-gevolg relaties zijn wat betreft gezondheid vaak onzeker. Daar staat tegenover dat in de politiek zelden uitsluitend besluiten worden genomen op basis van uitgekristalliseerde wetenschappelijke argumenten.

Welke beleidsvoornemens komen in aanmerking voor een GES? Verschillende beleidsterreinen die raakvlakken hebben met de volksgezondheid treden nadrukkelijk naar voren, namelijk: milieu, ruimtelijke ordening en verkeer en vervoer. Een aantal voorbeelden:

- Op het gebied van infrastructuur: stedelijke inrichting (bijv. renovatieprojecten), nutsvoorzieningen, verkeer en vervoer (bijv. verkeerscirculatieplannen), waterkering, bestemmingswijzigingen (bijv. van industrieel naar recreatie), aanleg industrieterreinen, reconstructie in landelijke gebied.
- Nieuwbouw (woningen, scholen) in de nabijheid van: weg-, lucht en railverkeer, industrieën, overslagbedrijven, afvalverwerkers (ook GFT), afvalbergingen, bodemverontreiniging.

2.2 Beknopte beschrijving van de GES methodiek

De eerste stappen die gezet moeten worden zijn kwalitatief van aard. Het gaat met name om de vraag of te verwachten is dat de GES methodiek een meerwaarde heeft in de planontwikkeling. Dit hangt onder andere af van de vraag of gezondheid een rol zal spelen in de besluitvorming en wat de omvang van de verwachte gezondheidseffecten zal zijn. Daarnaast zal onderzocht moeten worden of de GES in een vroegtijdig stadium van de planvorming ingestoken kan worden, of ruimtelijk weergegeven blootstellinggegevens beschikbaar zijn en of de GGD de benodigde tijdsinvestering kan leveren. Pas na deze kwalitatieve fase kan met de voorliggende methodiek een meer getalsmatige GES worden uitgevoerd. De kwantitatieve fase is stapsgewijs beschreven in Deel II (*Handleiding GES*). De achtergrondinformatie is te vinden in Deel I van dit handboek (*Methodiek GES*).

Om te bereiken dat de GES ook daadwerkelijk gebruikt zal gaan worden moet deze wel aan een aantal randvoorwaarden voldoen:

- De verzameling van benodigde gegevens voor een beoordeling van gezondheidseffecten mag niet te veel tijdsinvestering of financiële inspanning vergen van gezondheidsdiensten of gemeentelijke diensten.
- De methode moet gebruiksvriendelijk zijn en toegepast kunnen worden door gezondheidsdiensten.
- De methode of producten dienen acceptabel te zijn voor projectleiders Stad & Milieu en/of gemeentelijke diensten milieu en stadsontwikkeling.

Deze randvoorwaarden impliceren een aantal keuzes die gemaakt kunnen worden. De belangrijkste zijn:

- De mate van ruimtelijke detaillering.
- De mate van kwantificering van effecten.
- De mate van tijdsinvestering en financiële inspanning benodigd voor toepassing GES.
- De mate van benodigd deskundigheidsniveau.
- De mate van benodigde materialen, (computer)apparatuur en software.
- De mate van door gezondheidsdiensten zelf verzamelde en/of berekende gegevens.

Het is de uitdaging om te zoeken naar een methode voor risicobeoordeling die gebruiksvriendelijk is en dus niet te gedetailleerd of te gekwantificeerd is. Aan de andere kant moeten gezondheidseffecten wel juist voorspeld kunnen worden. De foutenmarge mag dus niet te groot zijn. Ook moet de beoordelingsmethode onderscheidend genoeg zijn om verschillende ruimtelijke plannen met elkaar te kunnen vergelijken. GES dient tevens uit te gaan van gangbare blootstellingmodellen die voor GGD'en en gemeentelijke diensten toegankelijk zijn; in GES zijn geen nieuwe blootstellingmodellen ontwikkeld.

Voor de kwantificering van gezondheidsrisico's in GES wordt de broneffect keten gevolgd:

bron → emissie → verspreiding → blootstelling → effecten

Belangrijke vragen die beantwoord moeten worden zijn:

- Welke bronnen van milieuverontreiniging zijn er?
- Welke stoffen worden geëmitteerd en in welke mate?
- Wat zijn globaal de gezondheidseffecten van deze stoffen?
- Hoe groot is de verspreiding?
- Tot welke blootstellinghoogte en -duur leidt dit?
- Wie en hoeveel mensen worden blootgesteld?
- Tot wat voor en in welke mate kan dit mogelijk leiden tot gezondheidseffecten?

De broneffect keten is een logische volgorde waarin de invloed van een milieubelastende activiteit op de gezondheid beoordeeld wordt. Per activiteit is een omschrijving gegeven van de mogelijkheden om de gezondheidseffecten van die activiteit te beoordelen en de keuze die gemaakt is in de GES.

Ditzelfde geldt voor de keuzes die gemaakt zijn in het toekennen van de GES-scores aan bepaalde niveaus van blootstelling. In de afwegingen zijn steeds de eerder genoemde randvoorwaarden betrokken.

Dat neemt niet weg dat er bij de keuzes altijd wel wat af te dingen valt, omdat er compromissen gesloten moesten worden. Een voorbeeld ter verduidelijking: Voor de blootstelling aan verkeerslawaai zijn twee modellen beschikbaar, de Standaard Rekenmethode 1 (SRM1) en de Standaard Rekenmethode 2 (SRM2). SRM1 is eenvoudig en stelt niet te hoge eisen aan de invoer van gegevens, maar is minder betrouwbaar in sommige specifieke situaties. SRM2 is zeer complex en stelt hoge eisen aan de gegevensinvoer, maar levert maatwerk op. In GES is gekozen voor SRM1 vanwege het gebruiksgemak.

De vertaling van de berekende blootstelling in GES-scores is gedaan op basis van dosisrespons relaties van het specifieke agens. De onderbouwing van de scores wordt bij ieder onderwerp besproken. De GES-score loopt meestal van score 0 tot score 6 en in een enkel geval tot score 8. Bij een GES-score van 6 wordt het Maximaal Toelaatbare Risico (MTR) voor blootstelling aan het specifieke agens overschreden. In het kader van het milieubeleid is overschrijding van het MTR een ongewenste situatie.

Voor de verschillende milieuaspecten ziet dat er als volgt uit:

Luchtverontreiniging*	Stank		Geluid (wegverkeer)**		Externe Veiligheid		GES-score****
	Hinder (%)	Ernstige hinder(%)	L _{den} (dB)	Ernstige hinder (%)	Plaatsgeb. risico	>Groepsrisico***	
< Streefwaarde	0	0	<43	0	<10 ⁻⁸	nee	0
	0 – 5	0	43 – 47	0 – 3			1
Streefwaarde - 0,1 MTR			48 – 52	3 – 5	10 ⁻⁸ – 10 ⁻⁷	nee	2
0,1 – 0,5 x MTR	5 – 12	0 – 3					3
0,5 – 0,75 x MTR	12 – 25	3 – 10	53 – 57	5 – 9	10 ⁻⁷ – 10 ⁻⁶	nee	4
0,75 – 1,0 x MTR			58 – 62	9 – 14			5
≥ 1,0 x MTR	≥ 25	≥10	63 – 67	14 – 21	>10 ⁻⁶	ja	6
			68 – 72	21 – 31			7
			≥ 73	≥ 31			8

*: Voor sommige luchtverontreinigende stoffen is ook GES-score 7 en 8 van toepassing.

** : Gegeven is de geluidbelasting en ernstige hinder ten gevolge van wegverkeer. Omdat de geluidhinder van bedrijven en railverkeer anders ervaren wordt gelden daarvoor andere GES-scores. Zie daarvoor de beschrijving in de specifieke modules.

***: Bedoeld wordt een overschrijding van de Oriëntatiewaarde Groepsrisico.

****: Sommige GES-scores zijn niet voor alle milieufactoren van toepassing.

Bedacht moet worden dat de verschillende activiteiten verschillende gezondheidskundige eindpunten kennen, zoals kans op gezondheidsschade of kanker bij blootstelling aan stoffen, de kans op acute sterfte bij externe veiligheidsrisico's en het aantal ernstig gehinderden bij blootstelling aan lawaai en stank. Voor blootstelling aan stoffen en externe veiligheidsrisico's zijn formele MTR-niveaus vastgesteld. Dit is niet het geval voor blootstelling aan lawaai en stank. Er is geen formeel MTR-niveau gekoppeld aan hinder door lawaai of stank. In het kader van deze rapportage is wel voor lawaai en stank een hinderniveau vastgesteld, waaraan een GES-score van 6 wordt toegekend, die naar de mening van de auteurs op MTR-niveau ligt. Anders dan de voor stoffen en externe veiligheidsrisico's afgeleide MTR's is het "MTR-niveau" voor stank en lawaai een minder hard gegeven.

De grote verschillen in gezondheidskundige eindpunten maakt het onmogelijk om de gezondheidsrisico's van de verschillende activiteiten in absolute zin met elkaar te vergelijken. Het is dankzij de scoringssystematiek wel mogelijk om relatieve vergelijkingen te maken. Om die reden zijn de scores met elkaar in overeenstemming gebracht.

Om GES-scores meer zeggingskracht te geven en duidelijk te kunnen omschrijven kan gebruik gemaakt worden van de volgende aan de GES-scores gekoppelde milieugezondheidskwaliteiten:

GES-score	Milieugezondheidskwaliteit	
0	Zeer goed	Groen
1	Goed	
2	Redelijk	Geel
3	Vrij matig	
4	Matig	Oranje
5	Zeer matig	
6	Onvoldoende	Rood
7	Ruim onvoldoende	
8	Zeer onvoldoende	

Wil men bijvoorbeeld bij het tekenen van contouren op de kaart een meer globale indeling maken, dan kan gebruik gemaakt worden van de aan GES-scores gekoppelde kleurenzones (groen, geel, oranje, rood).

Tenslotte wordt in GES een beoordeling gegeven van de omvang van het gebied waarvoor een zekere GES-score geldt. Gekozen is voor het aantal woningen als maat voor de omvang van de invloed van een activiteit. Hiermee wordt een indruk gegeven van het aantal betrokken woningen binnen een bepaalde GES-score. In de onderstaande tabel is aangegeven welke woning-score is toegekend aan het aantal woningen:

Aantal woningen	Woning-score
0	0
<10	1
10 – 100	2
100 – 1000	3
> 1000	4

Naast woningen kunnen in het gebied bijzondere gebouwen aanwezig zijn die gedurende een bepaalde tijd van de dag meer dan normale aantallen mensen bevatten, bijvoorbeeld scholen of kantoren. Het is wenselijk om een score te bepalen voor verschillende soorten gebouwen waar meerdere mensen gedurende korte tijd verblijven door deze om te rekenen naar woningaantallen. Voor het bijzondere gebouw wordt dus een surrogaat aantal woningen bepaald. Er wordt uitgegaan van een gemiddelde woningbezetting van 2 personen gedurende een etmaal (24 uur). Voor de bijzondere gebouwen wordt een score berekend die afhangt van het aantal aanwezige personen gedurende een zekere tijd. Hieruit vindt een omrekening plaats naar twee personen, die 24 uur in een woning verblijven. Bijvoorbeeld: in een school verblijven 400 personen gedurende 6 uur per dag. Dat wil zeggen 100 personen als etmaalgemiddelde $[400:(24:6)]$. Bij een gemiddelde van 2 personen per woning betekent dit dat de school voor 50 woningen telt in de woning-score. In de handleiding is ten behoeve van het gebruiksgemak een tabel opgenomen waarin de deelfactor voor een aantal bijzondere gebouwen is gegeven. De deelfactor is de tijdsfactor (24 uur gedeeld door de verblijfstijd) vermenigvuldigd met de factor 2 (correctie voor 2 personen per woning).

Bij deze omrekening is geen rekening gehouden met kwetsbare groepen of risicogroepen in de samenleving. In de uiteindelijke woning-score is niet meer terug te zien dat ergens een school stond. Voor de rapportage of de uiteindelijke beoordeling van een gebied kan het juist wenselijk zijn te weten dat er een school staat. Het verdient daarom aanbeveling om in de rapportage de tabel (zie Handleiding: Verzamelstaat) met bijzondere gebouwen in het gebied op te nemen.

Het uiteindelijke resultaat is een kaart met GES-contouren (gebied waarvoor een specifieke GES-score geldt) voor de relevante activiteiten gekoppeld aan de woningdichtheid. Hoewel integratie van de GES-scores en woningdichtheid in een GIS (geografisch informatie systeem) voor de hand ligt, is vanwege de complexiteit van GIS gekozen voor een handmatige uitwerking. Daarbij kan wel gebruik gemaakt worden van grafische softwareprogramma's.

2.3 Gebruik van GES in de planontwikkeling

Het belangrijkste doel van GES is gezondheidsaspecten mee te laten wegen in de besluitvorming rond de stedelijke ontwikkeling. Stedelijke ontwikkeling is het terrein waar aspecten van ruimtelijke ordening, milieu en gezondheid samenkomen.

Uit de praktijk blijkt dat deze relatie tussen de ruimtelijke ordening en gezondheid voor planontwikkelaars, diensten stedelijke ontwikkeling of bestuurders nog niet altijd direct voor de hand ligt. Het instrument GES is ook nog niet overal bekend. In deze paragraaf komt aan bod op welke wijze gestimuleerd kan worden dat een GES uitgevoerd wordt.

Bovendien wordt aangegeven aan welke voorwaarden het gebruik van GES moet voldoen om meerwaarde te kunnen hebben voor de planontwikkeling.

Tenslotte wordt aangegeven op welke wijze gewaarborgd kan worden dat de uitkomsten van een GES van invloed zijn op de planvorming.

2.3.1 Stimuleren dat een GES wordt uitgevoerd

Er is een aantal mogelijkheden om de bekendheid van het instrument GES te vergroten en te stimuleren dat een GES uitgevoerd wordt.

Benadrukken van de meerwaarde van een GES

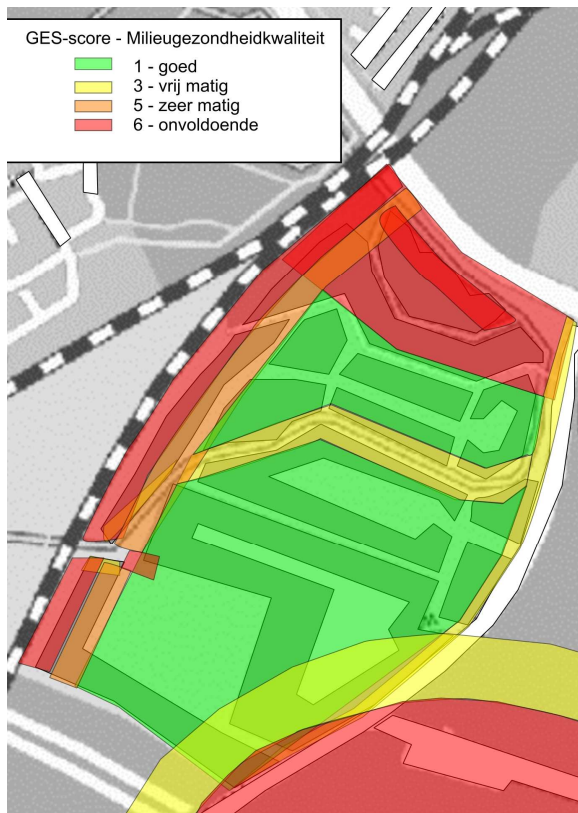
Het stimuleren dat een GGD wordt ingeschakeld om een GES uit te voeren begint met het aangeven van de meerwaarde van het instrument GES. Wat is die meerwaarde?

Met een GES kan een stedenbouwkundig plan op eenvoudige wijze gezondheidskundig beoordeeld worden. Bij de verdere uitwerking van het plan kunnen alternatieven ook op gezondheidskundige basis tegen elkaar afgewogen worden. Hierdoor wint het plan flink aan kwaliteit. Het voor de GES ontwikkelde toetsingskader heeft als uitgangspunt de mate van onder- of overschrijding van het Maximaal Toelaatbare Risico (MTR). Hiervoor is voor elke milieufactor een MTR vastgesteld, waardoor verschillende gezondheidskundige eindpunten, zoals sterfte, ziekte en hinder, met elkaar in overeenstemming zijn gebracht. Door de blootstelling van verschillende milieufactoren uit te drukken in zelfde GES-scores is snel een helder en integraal, sectoroverschrijdend, beeld van de gezondheidssituatie te geven.

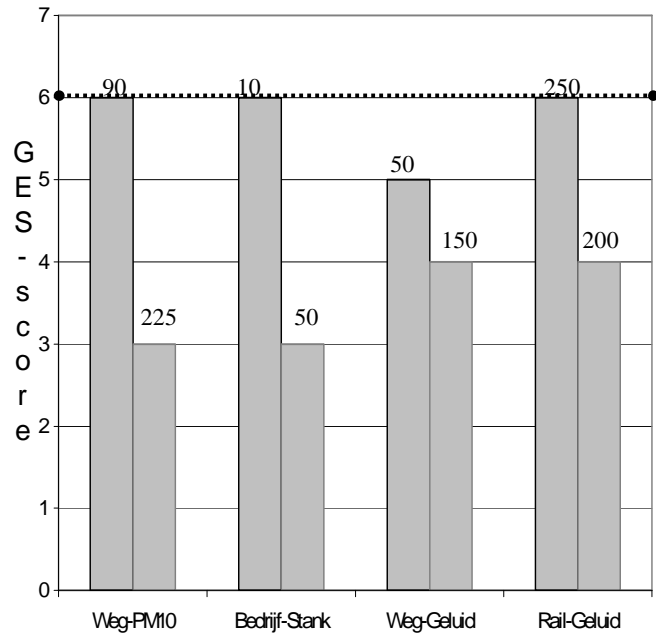
In een grafiek worden de hoogste GES-scores en aantal woningen of personen voor alle bronnen en milieufactoren in het beschouwde gebied weergegeven. Zo is in één oogopslag te zien op welk vlak de gezondheidskundige knelpunten liggen.

Vooraf de kaart waarop de gekleurde GES contouren getekend worden is aansprekend: er wordt direct duidelijk wáár de gezondheidskundige knelpunten zich bevinden. Duidelijk wordt hiermee ook of met een andere ruimtelijke indeling van het gebied gezondheidswinst te behalen is.

Hieronder is een voorbeeld gegeven van de twee producten van een GES: een kaart met GES contouren en een grafiek met aantallen woningen en GES-scores voor de verschillende milieufactoren.



GES-scores en aantal woningen



De GES-scores kunnen bij gelijktijdige blootstelling aan meer milieufactoren niet opgeteld worden tot één gecombineerde GES-score. Op de kaart is wel te zien op welke locaties een slechtere milieugezondheidskwaliteit heerst: op die plekken waar GES contouren elkaar overlappen. Ook blootstelling onder het MTR wordt ingedeeld in GES-scores. Door ook deze lagere GES-scores op de kaart te tekenen, wordt meteen duidelijk waar winst te behalen is (daling van een GES-score). Anders dan bij milieunormen wordt een plan dan ook niet goedgekeurd (onder de milieunorm of MTR) of afgekeurd (boven de milieunorm of MTR), maar wordt er gestreefd naar planoptimalisatie.

De uitkomsten van de GES worden gezondheidskundig geïnterpreteerd. Hierop wordt het advies gebaseerd. Het is hierbij belangrijk de GES positief in te steken: niet zeggen wat er niet kan (niet bouwen), maar juist kijken wat er wel mogelijk is. Dus in samenspraak met planontwikkelaars zoeken naar mogelijke verbeteringen bijvoorbeeld door wijzigingen in de functies van gebouwen of een andere configuratie van de bebouwing. Zoeken dus naar planoptimalisatie.

Aangeven wat er wel en niet mogelijk is met een GES

Bij het benadrukken van de meerwaarde van een GES moet duidelijk worden aangegeven wat er met een GES mogelijk is. Om misverstanden te voorkomen moet er echter ook duidelijkheid gegeven worden over wat er met de GES niet kan.

De GES beoordeelt alleen de gezondheidskundige situatie en doet geen uitspraken over bijvoorbeeld de kwaliteit van de leefomgeving.

De GES-methode is een screeningsinstrument. In principe worden dan ook geen concrete uitspraken gedaan bijvoorbeeld over hoeveel mensen vroegtijdig sterven als gevolg van fijn stof. Voor dergelijke uitspraken is een meer tijdrovende kwantitatieve risico-evaluatie op maat nodig. Op basis van de uitkomsten van een GES is er wel de mogelijkheid om over de gezondheidsaspecten van de stedelijke omgeving te communiceren of de voorlichting aan nieuwe bewoners gestalte te kunnen geven.

De bekendheid van het instrument GES binnen de stedelijke ontwikkeling vergroten

Wil de GES gebruikt worden om gezondheidsaspecten mee te laten wegen in de besluitvorming rond de stedelijke ontwikkeling dan zal bij de diensten Stedelijke of Ruimtelijke Ontwikkeling het instrument GES bekend moeten zijn. Het ontbreekt echter veelal aan structurele contacten tussen de GGD en de gemeentelijke diensten stedelijke ontwikkeling en deze diensten weten over het algemeen niet wat de GGD voor hen kan betekenen.

De contacten tussen afdelingen Stedelijke ontwikkeling en Milieuafdelingen zijn de afgelopen jaren wel steeds inniger geworden. Milieu heeft zijn plaats binnen de ruimtelijke ordening langzamerhand verworven.

Ook de samenwerking tussen gemeentelijke milieuafdelingen en GGD'en heeft in veel gemeenten vorm gekregen. Om aandacht te krijgen voor gezondheidsaspecten binnen de ruimtelijke ordening ligt de weg via de milieuafdeling voor de hand. Temeer omdat gezondheid in het verlengde ligt van milieu. Het doel blijft wel om via de milieuafdeling rechtstreekse contacten te leggen met de dienst stedelijke ontwikkeling.

De weg via de milieuafdeling sluit aan op een aantal ontwikkelingen:

- In 2002 is een brochure met informatie over de GES naar alle gemeenten gestuurd. Deze zijn veelal op de milieuafdelingen terechtgekomen. In 2004 is een nieuwe brochure verspreid.
- De GES is ontwikkeld in het kader van de Stad & Milieuprojecten. De voor deze projecten vastgestelde Experimentenwet Stad & Milieu is per 1 januari 2004 afgelopen. Het kabinet heeft besloten Stad & Milieu structureel te verankeren in de Interimwet Stad & Milieubenedering die begin 2006 in werking is getreden. Net als in de Experimentenwet is in de Interimwet opgenomen dat een gemeente aan de GGD advies moet vragen over de volksgezondheidseffecten van haar ruimtelijke plannen alvorens het stap-3-besluit, overschrijding van milieunormen, vastgesteld en ingediend kan worden bij Gedeputeerde Staten. Bovendien is in de Interimwet opgenomen dat de gemeente moet monitoren hoe een stap-3-besluit in de praktijk uitwerkt. Bij onvoorziene en ontoelaatbare gevolgen op de volksgezondheid of het milieu, moet zij alle noodzakelijke maatregelen nemen om die weg te nemen. Deze wet is tijdelijk: zij vervalt vijf jaar na de inwerkingtreding. Dan moet de Stad & Milieubenedering structureel verankerd zijn in de wetgeving voor milieu en ruimtelijke ordening.
- In een aantal gemeentelijke milieubeleidsplannen wordt verwezen naar het gebruik van de GES of zijn er mogelijkheden om daar naar te verwijzen. In een aantal lokale nota's gezondheidsbeleid wordt aandacht besteed aan de relatie ruimtelijke ordening en gezondheid.
- In het kader van het Versterkingsproject Medische Milieukunde (2003 – 2007) is aandacht besteed aan het instrument GES in het productenboek van de GGD en konden GGD'en ondersteuning krijgen bij het uitvoeren van een GES bij het Landelijk Centrum Medische Milieukunde. Eén van de doelen van het Versterkingsproject Medische Milieukunde was het verbeteren van het contact tussen GGD en andere gemeentelijke diensten. Het instrument GES is daarbij als concreet pro-actief product gepresenteerd.
- De Handreiking Milieukwaliteit in de Leefomgeving (MILLO) heeft als doel verschillende gebiedstypen te omschrijven en aan te wijzen en voor elk gebiedstype basis- en ambitieniveaus voor de milieukwaliteit vast te stellen. In deze Handreiking komt het instrument GES aan de orde.

- De (digitale) Handreiking Gezondheid in Milieu Effect Rapportage (MER), ontwikkeld door het RIVM in samenwerking met de Commissie voor de Milieu Effect Rapportage, is bedoeld om in de initiatieffase van MER procedures een brede aandacht voor gezondheidsaspecten te bevorderen (www.gezondheidinmer.nl). Indien op grond van deze kwalitatieve screening een nadere kwantitatieve gezondheidsbeoordeling gewenst is wordt aangegeven dat GES Stad en Milieu hiervoor mogelijkheden biedt (van Alphen, den Broeder & Storm, 2008).

Deze ontwikkelingen geven dus aanknopingspunten om de bekendheid met het instrument GES bij stedelijke ontwikkelingsdiensten te vergroten en gezondheidsaspecten mee te laten wegen in de besluitvorming rond de stedelijke ontwikkeling.

2.3.2 Voorwaarden voor het gebruik van GES in de planvorming

Het uitvoeren van een GES levert alleen meerwaarde op als:

- verwacht wordt dat de gezondheidseffecten van enige omvang zijn
- de GES in een vroegtijdig stadium van de planvorming ingestoken kan worden
- gezondheid een rol speelt in de besluitvorming
- ruimtelijk weergegeven blootstellinggegevens beschikbaar zijn
- de GGD de benodigde tijdsinvestering kan leveren

Globale verwachting van de omvang van gezondheidsaspecten

Of het uitvoeren van een GES zinvol is hangt af van de verwachting of de gezondheidsaspecten van enige omvang zijn. Dit is afhankelijk van de schaal (het aantal belaste personen) en het aantal milieufactoren dat mogelijk de gezondheid beïnvloedt. Een GES heeft meerwaarde bij de beoordeling van (minstens) een wijk en bij het aanwezig zijn van meer dan één bron. Een eerste zeer globale kwalitatieve inventarisatie kan duidelijk maken of er in (de directe omgeving van) het plangebied een drukke verkeersweg, een spoorlijn, een vliegveld, een bedrijf met externe veiligheidsrisico's, stank of luchtverontreiniging, hoogspanningslijnen of een verontreinigde bodem is.

Een GES is in principe voor toepassing op wijkniveau ontwikkeld. Dit is de minimale schaal waarop een GES zinvol is. Ruimtelijke plannen worden ontwikkeld op verschillende ruimtelijke schaalniveaus. Op wijkniveau worden bestemmingsplannen gemaakt. In een structuurplan wordt de toekomstige ruimtelijke ontwikkeling op gemeentelijk niveau aangegeven. Ook op dit stadsniveau kan de GES toegepast worden. Op provinciaal niveau is de GES al succesvol toegepast. De GES zal dan wat globaler van aard en minder gedetailleerd zijn. Voor het stads- en provinciaal niveau zal een GES vooral gebruikt worden om allereerst de bestaande situatie gezondheidskundig te beoordelen om vervolgens de gezondheidskundige gevolgen van ruimtelijke plannen aan te geven.

Vroeg in de planontwikkeling

In het planproces zijn verschillende fasen te onderscheiden. In de *initiatieffase* worden de uitgangspunten geformuleerd en het programma van eisen opgesteld. In de *ontwerpfase* worden ideeën ontwikkeld en globale schetsen van een aantal varianten gemaakt. De voorkeursvariant wordt verder uitgewerkt in de *uitwerkingsfase*. In de *vaststellingsfase* tenslotte wordt het plan vastgesteld.

Een misverstand is het idee dat een GES pas uitgevoerd kan worden als de plannen uitgewerkt zijn (eind ontwerpfase of begin uitvoeringsfase), omdat er anders te weinig gegevens zijn. Een GES kan nooit te vroeg komen. Het is juist van groot belang om een GES zo vroeg mogelijk in het planproces in te steken. Als een GES pas wordt toegepast in de uitwerkingsfase, ligt er vaak al teveel vast waardoor er weinig of geen rekening meer met de uitkomsten van een GES gehouden kan worden.

Een GES kan gefaseerd uitgevoerd worden. In geval van het ontbreken van veel gegevens aan het begin van de planvorming is het niet mogelijk, maar ook niet noodzakelijk, om de GES al in zijn geheel uit te voeren. Van bronnen binnen of buiten het plangebied waar geen wijzigingen in zullen optreden zijn al in de initiatieffase GES-contouren te tekenen.

In dat stadium wordt niet gekeken naar het aantal belaste personen. Dan is al wel aan te geven waar knelpunten op kunnen treden, zodat daar rekening mee gehouden kan worden met de verdere invulling van bijvoorbeeld de woonbebouwing of scholen. Gaandeweg het planproces kan de GES verder concreet ingevuld worden.

Gezondheid moet een rol spelen in de besluitvorming

Een GES heeft alleen maar zin als gezondheid een rol speelt in de besluitvorming. Hierop kan zicht verkregen worden door van tevoren de mogelijke uitkomsten van de GES te bespreken. Is er de wil om op basis van deze mogelijke uitkomsten wijzigingen in het plan door te voeren? Bestuurders en ambtelijke diensten kunnen afzien van de uitvoering van een GES omdat ze niet gesteld zijn op negatieve berichten over de kwaliteit van het plan. Temeer omdat het om gezondheid gaat en zij zich op dit terrein niet deskundig en onzeker voelen. Belangrijk is dan de gezondheidssituatie in perspectief te plaatsen. Dit betekent dat de gezondheidkundige betekenis van een GES-score van 6 of hoger uitgelegd wordt. Ook kan aangegeven worden dat bij luchtverontreiniging de achtergrondbelasting al erg hoog is en dat alleen de bijdrage van de lokale bron beoordeeld wordt.

Bovendien is het beter om vooraf de gezondheidssituatie in beeld te brengen. Het voorkomt verontrusting en onaangename verrassingen in een laat stadium. Het is veelal goedkoper om gaande de planontwikkeling aanpassingen te doen dan achteraf nog wijzigingen aan te moeten brengen. Als de gezondheidssituatie in beeld is gebracht kan aan burgers duidelijk gemaakt worden welke maatregelen genomen zijn om deze te verbeteren. Er kan ook uitgelegd worden waarom bepaalde maatregelen niet genomen zijn. Een GES kan dus goed gebruikt worden in de communicatie met burgers.

In geval de GES de milieubeoordeling ondersteunt kan een milieufdeling met een kritische GES er ook zijn voordeel mee doen.

Voor de gezondheidsdienst is het belangrijk om zich te realiseren dat gezondheid niet de enige factor is die de planvorming beïnvloedt. Allereerst zijn natuurlijk de kosten van maatregelen heel erg belangrijk. In de bestuurlijke afweging speelt ook nog een groot aantal andere factoren zoals de leefkwaliteit, sociale veiligheid, economische kwaliteit, groen, verkeer en vervoer en de bereikbaarheid van voorzieningen mee.

Er zijn verschillende handreikingen ontwikkeld die beschrijven hoe de invloed van een wisselende set van deze factoren op de plankwaliteit inzichtelijk gemaakt kan worden en zo het afwegingsproces ondersteunen, o.a. het Beoordelingskader Gezondheid en Milieu (RIVM, Fast Advies), Handreiking MILO (VROM, VNG, IPO en UvW), LOGO (DCMR en Provincie Zuid-Holland), MIRUP (Stadsgewest Haaglanden), Verkeersprestatie op Locatie VPL (NOVEM) en Duurzaamheidsprofiel van een locatie DPL (VROM, IVAM en TNO). Een GES maakt veelal gebruik van dezelfde milieugegevens als voor deze handreikingen gebruikt worden. Een GES kan daarmee onderdeel zijn van deze handreikingen of er parallel aan gebruikt worden.

Mogelijke adviezen op basis van de uitkomsten van een GES

Het is belangrijk om van tevoren duidelijkheid te geven welke adviezen op basis van een GES gegeven kunnen worden. Deze adviezen verschillen per planfase en per milieufactor. In de initiatiefase kunnen op basis van GES-contouren van bronnen, die door de planontwikkeling niet gewijzigd worden, bijvoorbeeld adviezen over de locatie van gevoelige functies gegeven worden. Voor geluid is de afstand en de inrichting van de eerste bebouwingslijn van belang. Dit kan bij de ontwerpfase een rol spelen. Geluidisolerende maatregelen of de oriëntatie van woningen zullen meestal pas een rol spelen bij de uitvoeringsfase.

Het volgende, niet uitputtende, schema kan ter illustratie dienen.

Mogelijke adviezen op basis van een GES naar planfase en milieufactor

Planfase	Luchtverontreiniging/Stank		Geluid	Externe Veiligheid
	Bedrijven	Wegverkeer		
Initiatiefase	Locatie van gevoelige functies			
		Verkeersmaatregelen op wegen rond het plangebied (verkeersstromen, snelheid, vrachtvervoer enz.)		
		Snelheidsmaatregelen railverkeer		
Ontwerpfase		Afstanden 1 ^e -bebouwingslijn Ontsluitingsroutes	Afstanden 1 ^e -bebouwingslijn Bouwconfiguratie	Afstanden bebouwing Woningdichtheid Locaties kwetsbare functies
Uitvoeringsfase	Plaats inlaat ventilatiesystemen Woningdichtheid	Gevoelige bestemmingen Verkeersintensiteiten Snelheidsbeperkende maatregelen Plaats inlaat ventilatiesystemen. Woningdichtheid	Woningdichtheid Woningoriëntatie Geluidisolerende maatregelen	

Beschikbaarheid blootstellinggegevens

Voor het uitvoeren van een GES moeten ruimtelijk weergegeven blootstellinggegevens beschikbaar zijn. In sommige gevallen kunnen op basis van emissiegegevens deze gegevens zelf gegenereerd worden. Een voorbeeld hiervan is wegverkeer en luchtverontreiniging waarbij op basis van de verkeersintensiteit, de samenstelling van het verkeer en het CARII model uitspraken over de blootstelling gedaan kunnen worden. Een ander voorbeeld is het schatten van immissieconcentraties van bedrijven met behulp van de eerste beoordelingsmethode IPPC op basis van de emissiesterkte, de schoorsteenhoogte en -temperatuur.

Tijdsinvestering over langere periode mogelijk

Een GES is een screeningsinstrument en daarmee in principe geen 'zwaar' instrument. Toch leren de ervaringen tot nu toe dat een GES niet in enkele dagen is uit te voeren. GES is een dynamisch en geen statisch instrument. Het planproces heeft over het algemeen een lange looptijd (meer dan een jaar). De GES heeft veelal ook dezelfde looptijd waarin het hele GES traject doorlopen wordt: de voorbereiding, de besprekingen, de uitvoering, rapportage en advisering. De feitelijke tijdsinvestering hiervoor vergt circa 15 à 20 werkdagen. De verkrijgbaarheid van de benodigde gegevens is vaak bepalend voor de lange looptijd. Een GES kan dus niet even tussendoor gedaan worden en heeft alleen zin als de tijdsinvestering geleverd kan worden.

2.3.3 Waarborgen dat de resultaten van een GES worden gebruikt in de planvorming

Om zoveel mogelijk waarborgen te hebben dat de uitkomsten van de GES een rol spelen in de planvorming kunnen afspraken worden gemaakt over:

- wie geeft opdracht en aan wie wordt gerapporteerd?
- wat is het doel van de GES?
- in welke context speelt de GES zich af?
- hoe wordt gerapporteerd of geadviseerd?
- wanneer wordt gerapporteerd of geadviseerd?

Wie geeft opdracht en aan wie wordt gerapporteerd?

Van wie komt het verzoek om een GES uit te voeren en aan wie wordt gerapporteerd? Zoals vermeld, is het bij het uitvoeren van de GES belangrijk om samen met de milieufdeling op te trekken, omdat veelvuldig van dezelfde gegevens gebruik wordt gemaakt of de gegevens door de milieufdeling worden gegenereerd. Het is essentieel om directe contacten te onderhouden met de planontwikkelaars of de projectgroep. Bij voorkeur komt het verzoek voor een GES van het niveau waar de besluitvorming plaats vindt, zodat het besluit om een GES uit te voeren breed gedragen wordt. Er is dan meer kans dat de resultaten van de GES ook daadwerkelijk meegenomen worden in de besluitvorming.

Gezien de algemene taakstelling van de GGD, uitvoering van lokaal volksgezondheidsbeleid, en de gewenste versterking van de relatie tussen afdelingen volksgezondheid en ruimtelijke ordening is het raadzaam om ook de sector Volksgezondheid/Welzijn op de hoogte te stellen of te betrekken. Spreek van tevoren contactmomenten af, bijvoorbeeld verbonden aan de planfasen.

Wat is het doel van de GES?

Van tevoren is van belang het doel van de GES gezamenlijk vast te stellen. Dit betekent dat besproken wordt wat de betrokken partijen precies voor ogen hebben met de GES of wat ze ervan verwachten. Door een voorbeeld van de producten van de GES (het overzicht van de aard en de locatie van gezondheidkundige knelpunten) te laten zien, kan samen bepaald worden of de GES de verwachte bijdrage aan de planvorming kan leveren. Als er duidelijkheid is waarvoor en op welke wijze de resultaten van de GES zullen worden gebruikt kan hiermee bij de uitvoering rekening gehouden worden.

Benadrukt wordt dat het uitvoeren van een GES *geen doel* op zich is. Een GES is slechts een *middel* om tot een gezondheidkundig advies te komen.

Wat is de context?

Wat is de voorgeschiedenis van het project en wat is het krachtenspel? Met andere woorden hoe zal een GES, en mogelijke resultaten, vallen binnen het proces.

Hoe wordt gerapporteerd of geadviseerd?

Er is vaak behoefte aan duidelijke en concrete sturende aanbevelingen. Dit betekent niet alleen een uitvoering van de GES met toewijzing van GES-scores, maar ook een gezondheidkundige interpretatie met duidelijke adviezen over mogelijke verbeterpunten en maatregelen. Een ruimtelijke weergave is hierbij essentieel. Er kan aangegeven worden op welke locaties verbeteringen mogelijk zijn, maar het zoeken van oplossingen zal in interactie moeten gebeuren.

Wanneer wordt gerapporteerd of geadviseerd?

De planvorming is een langer lopend traject, dat vaak meer dan een jaar beslaat. Als de GES aan het begin van de planvorming gestart wordt, kan tussentijds geadviseerd worden. Belangrijk is om van tevoren af te spreken op welke momenten een advies van de GGD verwacht wordt en in welke vorm dit gewenst is. Tussentijds kan wellicht volstaan worden met een korte notitie vergezeld van een kaart; de onderbouwing volgt in een later stadium met de volledige rapportage.

3. Risicobeoordeling voor verschillende bronnen en milieuaspecten

A - Bedrijven en luchtverontreiniging²

Emissie en verspreiding

Emissie

Tot 1 januari 2008 hadden bedrijven een milieuvergunning op basis van de Wet Milieubeheer nodig, tenzij ze onder algemene regels vielen die voor bepaalde bedrijfssectoren waren vastgesteld. Deze algemene maatregelen van bestuur (AMvB) waren gebaseerd op artikel 8.40 van de Wet milieubeheer en werden daarom 8.40-AMvB's genoemd. Deze systematiek is vanaf 1 januari 2008 omgedraaid. Bedrijven moeten nu voldoen aan de algemene regels, tenzij ze zijn opgenomen op een limitatieve lijst van vergunningplichtige bedrijven.

Diverse 8.40-AMvB's, die uit algemene regels per branche bestonden, zijn samengevoegd tot één nieuwe AMvB. Deze nieuwe AMvB bestaat uit voorschriften per activiteit; het zogenaamde Activiteitenbesluit. Bedrijven die vallen onder de algemene regels en niet op de limitatieve lijst staan hebben geen milieuvergunning meer nodig. Wel moeten zij hun activiteiten melden bij de gemeente (meldingsplicht). Met de komst van het Activiteitenbesluit vallen meer inrichtingen onder de algemene regels van het Activiteitenbesluit. Hierdoor is voor minstens 37.000 bedrijven de milieuvergunning vervallen (VROM, 2008). Er zijn zo'n 120.000 bedrijven die nog wel milieuvergunningplichtig zijn (website van VROM, 2008).

Het Activiteitenbesluit en de milieuvergunning kunnen informatie geven over de toegestane aard en hoogte van de emissie en over de procesvoering.

Voor grote bedrijven die milieuvervuiling veroorzaken is de richtlijn Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC-richtlijn) van toepassing. Deze IPPC-richtlijn is geïmplementeerd in de Wet Milieubeheer. IPPC-bedrijven vallen helemaal buiten de reikwijdte van het Activiteitenbesluit en zijn dus altijd geheel vergunningplichtig. De IPPC-richtlijn trad in 1999 in werking voor nieuwe bedrijven en in 2007 voor bestaande bedrijven. De IPPC-richtlijn is vooral gericht op het gebruik van Beste Beschikbare Technieken (BBT). Er zijn voor verschillende bedrijfstakken zogenoemde referentiedocumenten (kortweg BREF's) over best beschikbare technieken gemaakt. Daarin zijn met de beste beschikbare technieken haalbare emissies opgenomen. Bij de vergunningverlening moet in principe uitgegaan worden van deze technieken en bijbehorende milieuprestaties. In de Nederlandse Emissie Richtlijnen (NeR) wordt verwezen naar de BREF's.

De NeR is een set van richtlijnen die sinds 1992 gehanteerd moet worden bij de opstelling van emissie-eisen in nieuwe of herziene vergunningen. Er zijn algemene emissie-eisen opgenomen en specifiek voor een aantal bedrijfstakken. In de vergunning en ook het Activiteitenbesluit wordt veelal verwezen naar de NeR. Informatie over emissie-eisen in de NeR is te verkrijgen bij Infomil (070-3610575 of www.infomil.nl).

De milieuvergunning is bij de vergunningverlenende instantie, gemeente of provincie, beschikbaar.

De vergunning en de NeR geven alleen informatie over de toegestane emissie en niet over de werkelijk uitgestoten hoeveelheden.

Deze werkelijk optredende emissies zijn alleen vast te stellen door metingen. Het is dus aan te raden eerst bij de gemeente of provincie na te gaan of er emissiemetingen zijn verricht. Is dit het geval dan zijn er waarschijnlijk ook verspreidingsberekeningen uitgevoerd.

In veel gevallen zullen metingen echter ontbreken. De emissie kan ook berekend worden met behulp van emissiefactoren. De landelijke emissieregistratie heeft de op deze wijze berekende emissie van Nederlandse bedrijven verzameld. In een database zijn niet alleen de gegevens voor de bedrijfstak maar ook van individuele bedrijven opgeslagen.

² Gerelateerd aan dit onderwerp is de GGD Richtlijn Luchtkwaliteit en Gezondheid verschenen met aanvullende informatie.

De emissie van niet-geregistreerde bedrijven wordt berekend door toepassing van landelijke statistieken van het CBS en uit de individuele registratie afgeleide emissiefactoren. Op deze wijze zijn de emissies van circa 700 individuele bedrijven opgenomen.

Emissiegegevens van een individueel bedrijf zijn passief openbaar. Een verzoek hiertoe moet gericht zijn aan de VROM-Inspectie. Onder bepaalde voorwaarden worden gegevens ter beschikking gesteld.

Verspreiding

De verspreiding naar de omgeving is afhankelijk van een aantal factoren:

- Emissie: concentratie per tijdseenheid
- Hoogte van de schoorsteen: bij een hoge schoorsteen is de verdunning groter, waardoor de concentraties op leefniveau lager zijn en daardoor de invloed van de emissie op leefniveau minder ver reikt
- Warmte-inhoud van de afgassen: hoe warmer hoe groter de pluimstijging en hoe lager de concentraties op leefniveau
- Weersomstandigheden, zoals windrichting, -snelheid, bewolkingsgraad, temperatuur
- Ruwheid van het terrein: bij een lage ruwheid zijn de concentraties op leefniveau hoger en reikt de invloed van de emissie het verst.

Over het algemeen worden geen luchtmetingen verricht in de omgeving van bedrijven. Het is wel zaak hier eerst naar te vragen bij gemeente of provincie. Meetresultaten verdienen de voorkeur voor de beoordeling van gezondheidseffecten. Metingen geven echter meestal een momentopname. Ondersteuning met modelberekeningen is dan ook noodzakelijk. Met deze modellen kan dan bijvoorbeeld berekend worden wat de gemiddelde concentraties over een jaar zijn op verschillende afstanden. Ook kan dan de concentratie berekend worden die op een bepaalde afstand bijvoorbeeld in 98% van de tijd, het 98-percentiel (P98), niet overschreden wordt. Dergelijke percentielwaarden spelen een grote rol in de normstelling van luchtverontreiniging.

In een aantal gevallen zijn verspreidingsberekeningen uitgevoerd. Voor deze berekeningen zijn verschillende modellen beschikbaar.

Tot 1998 was het Lange Termijn Frequentie Distributiemodel (LTFD-model) het nationaal model voor de berekening van de verspreiding van luchtverontreiniging. Dit model is een zogenaamd klassenmodel. Meteorologische gegevens van 30 jaar worden op basis van de stabiliteit van de atmosfeer, de windsnelheid en de windrichting ingedeeld in klassen, waarna de frequentie van voorkomen van de meteorologische situatie in de verschillende klassen wordt bepaald. Het nieuwe model, het Nieuw Nationaal Model (NNM), is geïntroduceerd om de verspreiding van vooral hoge bronnen beter te modelleren. Het nieuwe model is een zogenaamd uur-bij-uurmodel. De meteorologische omstandigheden worden niet meer ingedeeld in klassen, maar de berekeningen worden uitgevoerd met de uurlijkse meteo-omstandigheden. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van data-sets van de meteo-omstandigheden over 5 jaar. Het is dus mogelijk om bij discontinue bronnen de emissies op uurbasis in te voeren. Door de uurconcentraties over langere termijn te middelen kunnen lange termijn gemiddelden bepaald worden.

Aangezien de uur-bij-uur berekening een lange rekentijd vergt (zeker indien meerdere bronnen worden doorgerekend) bestaat er de mogelijkheid om via de Monte Carlo methode de rekentijd te verkorten. Hierbij wordt voor de berekening een willekeurige steekproef genomen uit het totaal aantal uren. Indien slechts 5% van het totaal aantal wordt doorgerekend wordt een factor 20 gewonnen.

Er zijn verschillende applicaties van het NNM op de markt, zoals het door TNO uitgegeven Pluim-plus en Stacks van de KEMA. Stacks was oorspronkelijk meer voor hoge bronnen bedoeld, zoals energiecentrales, maar is ook geschikt gemaakt voor lagere bronnen. Beide modellen hebben een module waarbij rekening kan worden gehouden met de invloed van een gebouw op de verspreiding van de luchtverontreiniging. Pluim-plus of Stacks zijn over het algemeen beschikbaar bij provincies en grote gemeenten.

De Regeling beoordeling luchtkwaliteit schrijft het Nieuw Nationaal Model voor om de gevolgen voor de luchtkwaliteit bij inrichtingen te bepalen. Er wordt geen voorkeur voor gebruik van één van de 2 applicaties uitgesproken.

Een vereenvoudigde versie van het Nieuw Nationaal Model is in opdracht van de ministeries van VROM en LNV door KEMA ontwikkeld. Dit vereenvoudigde model, ISL3a, is te gebruiken om de gevolgen van emissies van punt- en oppervlaktebronnen van industriële en agrarische inrichtingen op de luchtkwaliteit voor NO₂ en PM₁₀ in eenvoudige situaties te bepalen. Informatie en een download van het model is te vinden op de website van Infomil (www.infomil.nl).

Ook OPS van het RIVM en MNP wordt veel gebruikt, maar is vooral bedoeld voor bovenlokale verspreidingsberekeningen. Met OPS zijn geen percentielwaarden te berekenen. In te voeren gegevens zijn schoorsteenhoogte, warmte inhoud, emissieconcentratie en afgasdebiet. Jaargemiddelde meteorologische gegevens zijn opgenomen in de applicatie. OPS is te downloaden via de OPS-website (www.rivm.nl/ops).

Er is een aantal modellen die juist de instantane verspreiding op kortere afstand en van lagere bronnen berekent. Zo is er het Short Distance Immission model (SDI) ontwikkeld voor arbeidsomstandigheden, DIVOCOS voor bodemsanering en ALOHA voor gifwolken. Deze modellen hebben met elkaar gemeen dat ze de actuele verspreiding, na incidenten, berekenen en niet de langere termijn verspreiding. Deze modellen zijn derhalve minder geschikt voor toepassing bij een GES.

Schatten van concentraties in de omgeving van het bedrijf

Veelal zijn geen verspreidingsberekeningen beschikbaar van stoffen die uitgestoten worden door bedrijven. Om toch inzicht te krijgen in optredende concentraties in de omgeving van het bedrijf kan gebruik gemaakt worden van een methode waarmee deze geschat kunnen worden aan de hand van enkele emissiegegevens. Deze 'eerste beoordelingsmethode' is ontwikkeld in het kader van het opstellen van een handreiking voor een integrale beoordeling van gezondheidsaspecten bij IPPC-vergunningen (Fast, Mooij & Mennen, 2008). Met behulp van deze eerste beoordelingsmethode kunnen op basis van de emissiesterkte, de schoorsteenhoogte en de temperatuur immissieconcentraties (jaargemiddelde en 98-percentielconcentraties) op verschillende afstanden eenvoudig in tabellen afgelezen worden.

Voor het opstellen van deze tabellen zijn verspreidingsberekeningen uitgevoerd met Stacks versie 2006 onder reële worst-case omstandigheden. Deze omstandigheden houden in: gebruik van het meteobestand van Eindhoven, een open terrein, een relatief lage uittreesnelheid (5 m/s) en bepaling van de immissieconcentraties ten noordoosten van de bron.

Voorwaarden voor het gebruik van deze eerste beoordelingsmethode IPPC zijn dezelfde als die bij het gebruik van het verspreidingsmodel Stacks gelden. Alleen de emissie uit puntbronnen, en niet uit lijn- of (grote) oppervlaktebronnen, is te beoordelen. Diffuse emissies zijn alleen te beoordelen als de emissiesterkte bekend is.

Er zijn nog meer methoden voor het schatten van immissieconcentraties: de beperkte immissietoets (NeR; RIVM), een methode van DCMR en de IPO Luchtkwaliteitstoets. Deze zijn niet al te gebruiksvriendelijk, omdat de gebruiker eerst zelf de warmte-inhoud en effectieve schoorsteenhoogte moet berekenen, voordat de immissieconcentraties op verschillende afstanden in een tabel kunnen worden afgelezen. Ook is bij de beperkte immissietoets en de methode van DCMR niet uitgegaan van reële worst-case omstandigheden.

De eerste beoordelingsmethode IPPC is uitgetest bij vijf IPPC-bedrijven. Bij deze bedrijven werden geschatte immissieconcentraties vergeleken met de uitkomsten van uitgevoerde verspreidingsberekeningen op maat. De maximale jaargemiddelde immissieconcentraties werden met een factor 1 – 3 en in een enkel geval tot 5 overschat. De overschatting kan verklaard worden uit het hanteren van (reële) worst-case omstandigheden en de keuze van een lagere schoorsteenhoogte en/of temperatuur van de afgassen dan werkelijk het geval is.

De eerste beoordelingsmethode IPPC voor luchtverontreiniging is in principe geschikt om te beoordelen of gezondheidsaspecten een rol spelen.

Geadviseerd wordt, dat als de geschatte maximale immissieconcentratie meer dan 10% van de gezondheidskundige advieswaarde bedraagt gedetailleerdere verspreidingsberekeningen op maat te laten uitvoeren.

Bedraagt de achtergrondconcentratie al meer dan 10% van de gezondheidskundige advieswaarde, dan wordt geadviseerd gedetailleerdere berekeningen uit te laten voeren als de geschatte immissieconcentratie meer dan 10% van het verschil is tussen achtergrondconcentratie en gezondheidskundige advieswaarde.

Is het niet mogelijk gedetailleerde verspreidingsberekeningen uit te laten voeren, dan kunnen de geschatte concentraties gebruikt worden. Er moet dan wel het voorbehoud gemaakt worden dat het indicatieve waarden betreft en de werkelijk optredende concentraties over het algemeen overschat worden.

Depositie van atmosferische verontreinigingen

Industriële emissie kan leiden tot depositie van stofdeeltjes met daaraan geadsorbeerde toxische componenten op bodem en gewas. Te denken valt aan depositie van PAK, zware metalen en dioxines. De verontreiniging van het gewas kan enerzijds ontstaan via opname van componenten vanuit de bodemverontreiniging die veroorzaakt is door de depositie en anderzijds door de directe depositie van stof op het gewas. Blootstelling van de mens ontstaat doordat componenten die door depositie op de bovenste bodemlaag terechtkomen via bodemingestie leiden tot blootstelling van (met name) het kind. Daarnaast kan consumptie van door depositie (direct of indirect) verontreinigde gewassen leiden tot blootstelling.

Of atmosferische depositie een rol van betekenis speelt bij de verontreiniging van bodem en gewas en daarmee van belang is voor het instrument GES is nader beoordeeld. In Bijlage 1 "Atmosferische depositie en humane risico's" zijn de resultaten van een literatuurstudie gegeven.

Voor een aantal bedrijfstypen (aluminiumsmelterij, houtverduurzamingsbedrijf, crematorium, asfaltcentrale, metaalbewerkingsbedrijf) is de bijdrage van de atmosferische depositie aan de bodemverontreiniging afgezet tegen de achtergrondconcentratie in de bodem. Ter beoordeling van de bijdrage van de depositie aan de humane risico's is de depositie op de bodem en de directe depositie op het gewas gestandaardiseerd voor blootstelling van het kind. De blootstelling is vervolgens getoetst aan de meest recente TDI en achtergrondinname. De conclusies uit de literatuurstudie zijn:

- Depositie door de emissie van bedrijven levert nauwelijks een bijdrage aan de verontreiniging van de bodem. In het meest ongunstige geval (kwik depositie van een crematorium) is de bijdrage aan de achtergrondconcentratie in de bodem hooguit 50%. De achtergrondconcentratie van zware metalen in de bodem ligt op circa de helft van de streefwaarde.
- De bijdrage van directe (droge) depositie op gewassen is het meest bepalend voor de blootstelling van de mens. Uitgaande van het gestandaardiseerde (worst-case) scenario is de bijdrage van de inname via depositie aan de TDI maximaal 26% (arseen bij houtverduurzaming). Uit de depositiemetingen rond het metaalbewerkingsbedrijf volgt een hoogste bijdrage van 27% voor lood.

Gezien het feit dat de risicoschatting gebaseerd is op een worst-case scenario wordt de bijdrage van atmosferische depositie aan de blootstelling van de mens gering geacht. De begeleidingscommissie heeft daarom besloten om geen depositiemodule toe te voegen aan de GES methodiek.

Gezondheidskundige beoordeling

Normen

Bedrijven emitteren een groot aantal stoffen. Het is onmogelijk om hier voor al deze stoffen een gezondheidskundige beoordeling te geven. Voor benzeen, fijn stof, koolmonoxide, stikstofdioxide en benz(a)pyreen is in de module verkeer en luchtverontreiniging een gezondheidskundige beoordeling gegeven.

Voor een beoordeling van andere stoffen kan geput worden uit een aantal bronnen. Allereerst wordt verwezen naar het RIVM dat een groot aantal maximaal toelaatbare concentraties voor lucht (TCL) heeft opgesteld in het kader van een herziening van interventiewaarden voor bodemverontreiniging (Baars et al., 2001). De Gezondheidsraad heeft ook een aantal gezondheidskundige advieswaarden vastgesteld.

De Wereldgezondheidsorganisatie brengt de Air Quality Guidelines uit. De Guidelines zijn in feite MTR-waarden voor luchtverontreinigende stoffen en vormen ook vaak de basis van de normstelling in Nederland. In 2000 verscheen de 2^e editie van deze Guidelines. In 2005 is een update voor fijn stof, NO₂, SO₂ en ozon verschenen. Voor informatie over de Air Quality Guidelines wordt verwezen naar de website van het Europese bureau van de WHO (www.euro.who.int/air).

Het RIVM heeft de gezondheidskundige advieswaarden verzameld voor een groot aantal stoffen, dat in de binnenlucht voorkomt (Dusseldorp et al., 2004 en 2007). Hierin zijn de meest actuele TCL- en WHO-waarden voor deze stoffen opgenomen.

Al deze gezondheidskundige advieswaarden of MTR's hebben geen wettelijke basis.

In de Wet Luchtkwaliteit zijn wettelijke grenswaarden voor een aantal stoffen opgenomen.

Hierbij moet aangetekend worden dat deze grenswaarden niet altijd alleen een gezondheidskundige basis hebben. Ook technische en economische aspecten kunnen bij deze grenswaarden een rol spelen. Voor informatie over de meest recente normen voor luchtverontreinigende stoffen wordt verwezen naar de website van het ministerie van VROM (www.vrom.nl).

Voor de handreiking voor een integrale beoordeling van gezondheidsaspecten bij IPPC-vergunningen zijn de gezondheidskundige advieswaarden afkomstig uit bovenstaande bronnen voor een groot aantal stoffen verzameld (Fast, Mooij & Mennen, 2008). Deze zijn opgenomen in dit handboek.

Achtergrondgehalten

Voor een gezondheidskundige beoordeling moeten ook de achtergrondgehalten beschouwd worden. Informatie over deze gehalten is voor een aantal verkeersgerelateerde stoffen gegeven in de Module wegverkeer en luchtverontreiniging. Ook de handleiding van het CAR-model geeft informatie over de achtergrondconcentraties van deze stoffen.

Informatie over de achtergrondgehalten van CO, O₃, NO_x, SO₂, NH₃, CH₄, PM₁₀, fluoriden en een groot aantal zware metalen is ook te verkrijgen uit het landelijk meetnet van het RIVM. Resultaten worden onder meer via internet beschikbaar gesteld (www.lml.rivm.nl). Ook het milieu- en natuurcompendium van het RIVM geeft hierover informatie (www.milieuennatuurcompendium.nl). Het MNP produceert jaarlijks kaarten met generieke concentraties voor Nederland (GCN) van het afgelopen jaar. Deze grootschalige concentraties worden toegepast als benadering van de achtergrondconcentratie onder meer in CAR II en het Nieuw Nationaal Model (NNM). Via de website www.mnp.nl/nl/themasites/gcn/index.html zijn kaarten te bekijken.

Voor de handreiking voor een integrale beoordeling van gezondheidsaspecten bij IPPC-vergunningen zijn de achtergrondwaarden voor een groot aantal stoffen verzameld (Fast, Mooij & Mennen, 2008). Deze zijn als volgt.

Stof	Achtergrond concentratie $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Opmerkingen
Gechloreerde koolwaterstoffen		
1,1,1-trichloorethaan	0,3 ^g	
1,2-dichloorethaan	0,1 ^g	
1,2-dichlooretheen	0,2 ^h	
Trichlooretheen	0,2 ^g	
Tetrachlooretheen	0,3 ^g	
1,2-dichloorpropaan	0,3 ^g	
1,4-dichloorbenzeen	0,02 ^g	
Dichloorbenzenen (som)	0,06 ^g	
Chloorbenzeen	0,03 ^g	
Trichloorbenzenen (som)	0,01 ^g	
Dichloormethaan	1,5 ^h	
Trichloormethaan (chloroform)	0,1 ^g	
Tetrachloormethaan	1 ^g	
Vinylchloride	0,1 ^h	
Polychloorbifenylen (PCB's)	0,0005 ⁱ	
Dioxinen (in i-TEQ)	25.10 ^{-9g d}	
Aromatische verbindingen		
Benzeen	0,6 ^a	
Tolueen	3 ^d	
Xylenen	3 ^d	
Ethylbenzeen	1 ^d	
Trimethylbenzenen (som)	1,5 ^d	
Ethyltoluenen (som)	1 ^d	
Overige alkylbenzenen (som)	0,3 ^d	
(m/p- en o-)Cresol	0,2 ^h	
Styreen	0,2 ^d	
B(a)P	0,0002 ^a	
Naftaleen	0,06 ^d	
Overige organische verbindingen		
CO	400 – 1.200 P98 ^b	Grote ruimtelijke variatie; zie www.mnp.nl/nl/themasites/gcn/kaarten/index.html
Hexaan	1,2 ^g	
Alkanen C _{5,7,8}	0,5 ^g	
Overige alkanen (C ₉ t/m C ₁₆)	2 ^g	
Formaldehyde	2,5 ^d	
Aceetaldehyde	2 ^d	
Acroleïne	0,25 ^d	
Aceton	10 ^h	
Fenol	0,05 ^g	
Iso-propanol	1 ⁱ	
Cyclohexaan	1 ^g	
Anorganische componenten		
Fluoride	0,04 ^c	
SO ₂	2 ^a	
NO ₂	10 – 40 ^b	Grote ruimtelijke variatie; zie www.mnp.nl/nl/themasites/gcn/kaarten/index.html
PM10	23 – 36 ^b	Grote ruimtelijke variatie; zie www.mnp.nl/nl/themasites/gcn/kaarten/index.html
H ₂ S	0,2 ⁱ	
HCN	0,1 ^d	
Ammoniak (NH ₃)	5 ^a	

Stof	Achtergrond concentratie $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Opmerkingen
HCl	0,5 ^d	
Metalen		
Kwik (Hg)	0,001 – 0,004 ^e	
Lood (Pb)	0,025 ^d	
Arseen	0,0005 ^d	
Barium	0,02 ^d	
Borium	0,02 ^f	
Cadmium	0,00022 ^a	
Chroom (III)	0,005 ^k	
Chroom (VI)	0,0001 ^k	
Kobalt (Co)	0,0005 ^d	
Koper (Cu)	0,04 ^d	
Molybdeen	0,0005 ^d	
Nikkel	0,005 ^d	
Zink	0,08 ^d	

- a: Milieu- en natuurcompendium van het RIVM op website www.milieuennatuurcompendium.nl. Ammoniak: de ammoniakconcentratie loopt in Nederland van <5 - >15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. De hoogste concentraties zijn te vinden in de emissiegebieden, voornamelijk de gebieden met intensieve veehouderij zoals de Gelderse Vallei, De Peel en De Achterhoek. De agrarische sector is met een bijdrage van 90% de belangrijkste bron voor ammoniak in de lucht.
- b: Grootschalige Concentraties Nederland op website <http://www.mnp.nl/nl/themasites/gcn/index.html>.
- c: RIVM (2007) – Anorganische fluoriden. Document opgesteld in het kader van de Voortgangsrapportage Milieubeleid voor Nederlandse Prioritaire Stoffen. De landelijk jaargemiddelde fluorideconcentratie wordt in sterke mate, voor circa 70%, beïnvloed door buitenlandse emissies. Door de hoge depositiesnelheid is de fluorideconcentratie vooral lokaal verhoogd in gebieden met grote bronnen, zoals in Noordoost Groningen, Zuid-Limburg, Rivierengebied, Sloegebied en Rijnmond. Voor onbelaste locaties zijn geen recente concentratiemetingen beschikbaar. Begin jaren tachtig was de grootschalige jaargemiddelde concentratie in relatief onbelaste gebieden circa 0,03 – 0,04 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ met een landelijk jaargemiddelde concentratie van 0,07 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. De depositie van fluoride is van 1995 - 2001 praktisch gelijk gebleven.
- d: Mennen, M.G. en N.J.C. van Belle (2007) – Emissies van schadelijke stoffen bij branden. Rapportnr. 609021051. RIVM, Bilthoven.
- e: Mennen, M. (1999) – Emissies, verspreiding en depositie van verontreinigende componenten door ATM te Moerdijk. Briefrapport RIVM/IEM 827. RIVM, Bilthoven.
- f: United Nations Environment Program, Environmental Health Criteria 204, Boron, 1989. Achtergrondconcentraties voor borium liggen in de orde van grootte van 0,0005 tot 0,02 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.
- g: Afgeleid uit meetgegevens uit het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit.
- h: Schatting op basis van gegevens uit de Hazardous Substances Data Bank (National Library of Medicine's, National Institutes of Health, USA).
- i: Afgeleid uit metingen in Mennen M.G., Putten E.M. van en Krystek P. (2004) – Immissie-, gewas- en depositieonderzoek in de omgeving van Van Voorden gieterij te Zaltbommel. Rapportnr. 609021027. RIVM, Bilthoven.
- l: Mennen M.G. et al. (2000) - Emissie en verspreiding van geur en toxische stoffen in de omgeving van de Tweede en Derde Merwedehaven te Dordrecht en de hiermee samenhangende gezondheidsaspecten. Rapportnr. 609021018. RIVM, Bilthoven.
- k: Mennen M.G. et al. (1998) - Hexavalent chromium in ambient air in the Netherlands. Results of measurements near wood preservation plants and at a regional site. Rapportnr 723101031. RIVM, Bilthoven.

Nieuw stoffenbeleid (SOMS en REACH)

In 2001 is zowel in Nederland in de Strategienota Omgaan Met Stoffen (SOMS) als in de EU geconstateerd dat de huidige Europese regelgeving voor stoffen niet voldoet en dat door het gebrek aan toxicologische kennis niet altijd duidelijk is of verantwoord omgegaan wordt met stoffen en incidenten niet uit te sluiten zijn.

Het SOMS programma, dat in 2004 is afgerond, had als doel het Nederlandse stoffenbeleid te vernieuwen en hiermee praktijkervaring op te doen.

In Europees verband is het vernieuwde stoffenbeleid uitgewerkt in de Registration, Evaluation, Authorisation and restriction of CHemicals (REACH). REACH is één geïntegreerd systeem voor de registratie, de evaluatie, beperkende maatregelen en de autorisatie (verlening van vergunningen) van chemische stoffen. Voor de categorie van bestaande stoffen wordt een geleidelijke invoering van het systeem voorzien over een periode van elf jaar.

Ondernemingen die chemische stoffen produceren, importeren en gebruiken zijn verplicht om de informatie over de eigenschappen van een stof te verzamelen, de aan het gebruik verbonden risico's te beoordelen en de nodige maatregelen te nemen om de eventueel door hen geconstateerde risico's te beheren. De informatie over gevaren en risico's van stoffen moet openbaar beschikbaar gesteld worden. Het geheel dient te worden vastgelegd in een stoffenveiligheidsrapport.

De REACH-verordening is in juni in 2007 van kracht worden. De regelgeving voor REACH is in de plaats gekomen van circa zestig bestaande richtlijnen en verordeningen, namelijk de Gevaarlijke Stoffen Richtlijn, de Bestaande Stoffen Verordening, de Verbodsrichtlijn en alle onderliggende richtlijnen en verordeningen. De uitvoering en handhaving van de REACH verordening is in Nederland geregeld in een nieuw hoofdstuk 9 van de Wet milieubeheer (Wm).

Voor de laatste stand van zaken over het nieuwe stoffenbeleid wordt verwezen naar de website van het ministerie van VROM (www.vrom.nl).

Zeer ernstige zorg stoffen

Aangezien er tienduizenden stoffen op de markt zijn, is het voor de praktische uitvoerbaarheid van het nieuwe beleid noodzakelijk dat er een prioritering wordt toegepast. Voor de meest schadelijke en risicovolle stoffen moeten zo snel als mogelijk is maatregelen worden getroffen. Voor de overige stoffen kan dat later.

In Nederland is een lijst opgesteld van 212 prioritair stoffen die reden zijn voor zeer ernstige zorg (ZEZ stoffen). Deze lijst bevat de 50 prioritair stoffen die in 1988 in het eerste Nationaal Milieubeleidsplan zijn aangewezen. In het kader van NMP4 is in 2001 vastgesteld dat voor het merendeel van deze stoffen de emissies zodanig zijn gereduceerd dat ze geen of een beperkt milieuprobleem veroorzaken. Deze lijst is aangevuld met 162 stoffen die op basis van hun stoffeigenschappen reden zijn voor "zeer ernstige zorg" en die vanuit beleidsmatige overwegingen prioritair zijn. Deze lijst zal een rol spelen bij de vergunningverlening en de rapportage voor het Milieujaarverslag. Bedrijven dienen uit te zoeken of deze stoffen binnen de inrichting aanwezig zijn, of zij deze stoffen emitteren, welke milieurelevante stofinformatie zij hebben en welke emissiebeperkende maatregelen zij (gaan) nemen. Een deel van de stoffen van de lijst met aanvullende prioritair stoffen is in het kader van de NeR aangewezen als minimalisatieplichtig. Dit betekent dat voor deze stoffen gestreefd wordt naar een nulmissie. Voor informatie over de minimalisatieplichtige stoffen (MVP stoffen) wordt verwezen naar de website van infomil (www.infomil.nl).

Wet Luchtkwaliteit

Eind 2007 is de Wet Luchtkwaliteit van kracht geworden. Voor nieuwe bedrijven of bedrijfsuitbreidingen dient getoetst te worden of het bedrijf (of onderdeel) "In Betekende Mate" bijdraagt aan de luchtverontreiniging van PM₁₀ en NO₂. Het Besluit NIBM (Niet in betekende mate) legt vast, dat van niet betekende mate wordt gesproken als door de emissie van het bedrijf de concentratie van PM₁₀ of NO₂ met maximaal 3% toeneemt. De 3% grens wordt gedefinieerd als 3% van de grenswaarde voor de jaargemiddelde concentratie van PM₁₀ of NO₂. Dit komt overeen met 1,2 µg/m³ voor zowel PM₁₀ en NO₂.

De wet voorziet ook in het Nationaal Samenwerkingsprogramma Luchtkwaliteit (NSL), waarbinnen het rijk, de provincies en gemeenten samenwerken om de Europese eisen voor luchtkwaliteit te realiseren. Het NSL bevat een pakket aan generieke en locatiespecifieke maatregelen die ervoor moeten zorgen dat alle huidige overschrijdingen opgelost worden en de negatieve effecten van geplande ruimtelijke ontwikkelingen worden gecompenseerd.

In de periode tot de definitieve vaststelling van het NSL wordt een NIBM-grens gehanteerd van 1%. Dit staat gelijk aan 0,4 µg/m³. Vanaf het moment dat het NSL definitief is vastgesteld geldt de 3%-grens.

GES-score

Voor de gezondheidskundige beoordeling van de concentratie wordt de berekende of gemeten concentratie inclusief het achtergrondgehalte beschouwd. Bij verspreidingsmodellen zijn de achtergrondconcentraties al bij de berekeningen betrokken.

Onder de streefwaarde of het Verwaarloosbaar Risico (VR) is een GES-score van 0 gegeven. Bij overschrijding van het Maximaal Toelaatbaar Risico (MTR) wordt een score van 6 toegekend. Voor GES-scores van PM₁₀ en NO₂ wordt verwezen naar Module E Wegverkeer en luchtverontreiniging.

De algemene indeling ziet er als volgt uit.

Carcinogene stoffen

Risico bij levenslange blootstelling	GES-score	Opmerkingen
$< 1 \times 10^{-6}$	0	$< 0,01 \times \text{MTR}$
$0,01 \times 10^{-4} - 0,1 \times 10^{-4}$	2	$0,01 - 0,1 \times \text{MTR}$
$0,1 \times 10^{-4} - 0,5 \times 10^{-4}$	3	$0,1 - 0,5 \times \text{MTR}$
$0,5 \times 10^{-4} - 0,75 \times 10^{-4}$	4	$0,5 - 0,75 \times \text{MTR}$
$0,75 \times 10^{-4} - 1 \times 10^{-4}$	5	$0,75 - 1,0 \times \text{MTR}$
$> 1 \times 10^{-4}$	6	Overschrijding MTR

Toxische stoffen

Concentratie	GES-score	Opmerkingen
< streefwaarde	0	Onder streefwaarde
Tussen streefwaarde en 0,1 MTR	2	Als geen streefwaarde bekend is dan kan $0,01 \times \text{MTR}$ gehanteerd worden
$0,1 - 0,5 \times \text{MTR}$	3	
$0,5 - 0,75 \times \text{MTR}$	4	
$0,75 - 1,0 \times \text{MTR}$	5	
$> 1,0 \times \text{MTR}$	6	Overschrijding MTR

Gezondheidskundige advieswaarden (MTR) van een groot aantal stoffen zijn in de tabel weer-gegeven. In de tabel zijn ook de wettelijke grenswaarden opgenomen (Fast, Mooij & Mennen, 2008).

Stof	Gezondheidskundige advieswaarde Jaargemiddelde $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Grenswaarden Jaargemiddelde $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Gechloroerde koolwaterstoffen		
1,1,1-trichloorethaan	380 ^f	
1,2-dichloorethaan	48 ^b	
1,2-dichlooretheen	30 ^b (cis) 60 ^b (trans)	
Trichlooretheen	200 ^b	
Tetrachlooretheen	250 ^b	
1,2-dichloorpropaan	12 ^f	
1,4-dichloorbenzeen	670 ^b	
Dichloorbenzenen (som)	600 ⁿ	
Chloorbenzeen	500 ^f	
Trichloorbenzenen (som)	50 ^b	
Dichloormethaan	3.000 ^b	
Trichloormethaan (chloroform)	100 ^b	

Stof	Gezondheidskundige advieswaarde Jaargemiddelde $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Grenswaarden Jaargemiddelde $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Tetrachloormethaan	60 ^b	
Vinylchloride	3,6 ^b	
Polychloorbifenylen (PCB's), niet dioxineachtigen	0,5 ^b	
Dioxinen (in i-TEQ)	7.10 ^{-6j}	
Aromatische verbindingen		
Benzeen	20 ^b	10 (tot 2010) ^a 5 (vanaf 2010) ^a
Tolueen	400 ^b	
Xylenen	870 ^b	
Ethylbenzeen	770 ^b	
Trimethylbenzenen (som)	870 ^f	
Ethyltoluenen (som)	870 ^f	
m/p- en o-Cresol	170 ^b	
Styreen	900 ^b	
B(a)P	0,0012 ^f	0,001 ^h
Naftaleen	25 ^f	
Overige organische verbindingen		
CO	10.000 (8-uurgemiddelde) ^c 3.600 (P98 uurgemiddelde) ^c	10.000 (8-uurgemiddelde) ^a 3.600 (P98 8-uurgemiddelde) ^a
Hexaan	700 ^p	
Alkanen C _{5,7,8}	18.400 ^b	
Overige alkanen (C ₉ t/m C ₁₆)	1.000 ^b	
Formaldehyde	1,2 ^b 10 ^q	
Acetaldehyde	300 ^o	
Acroleïne	0,5 ⁿ	
Aceton	31.200 ^f	
Fenol	20 ^b	
Iso-propanol	2.200 ^b	
Cyclohexaan	3.000 ^f	
Anorganische componenten		
Fluoride	1,6 ^d	
SO ₂	20 ^{f*} (24-uursgemiddelde)	20 ^a
H ₂ S	2 ^e	
HCN	25 ^b	
Ammoniak (NH ₃)	100 ^l	
HCl	20 ^k	
Metalen		
Kwik (Hg) metallisch	0,05 ^f	
Lood (Pb)	0,5 ^f	0,5 ^a
Arseen	1 ^b	0,006 ^h
Barium	1 ^b	
Borium	- ^m	
Cadmium	0,005 ⁿ	0,005 ^h
Chroom (III)	60 ^b	
Chroom (VI)	0,0025 ^b	
Kobalt (Co)	0,5 ^b	
Koper (Cu)	1 ^b	
Molybdeen	12 ^b	
Nikkel	0,05 ^b	0,02 ^h

Stof	Gezondheidskundige advieswaarde Jaargemiddelde $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Grenswaarden Jaargemiddelde $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Zink	— ^u	

- a: Wet Luchtkwaliteit; voor SO_2 de verwachte jaargemiddelde concentratie waarbij de 24-uurgemiddelde waarde van $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ drie keer wordt overschreden; voor CO zie ook c.
- b: Baars, A.J. et al. (2001) Re-evaluation of human-toxicological maximum permissible risk levels. Rapportnr. 711701025. RIVM, Bilthoven.
- c: Peeters, E. et al. (2007) – Handboek Binnenmilieu 2007. GGD Rotterdam-Rijnmond; de gezondheidskundige advieswaarde betreft een maximaal 8-uurgemiddelde van $10.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Deze waarde komt overeen met een 98-percentiel van 8-uurgemiddelde van $3.600 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Uit de tabel voor eerste beoordeling van luchtverontreiniging volgen 98-percentielwaarden van uurgemiddelden in plaats van 8-uurgemiddelden. Uit berekeningen van het RIVM blijken deze goed vergelijkbaar.
- d: RIVM (2007) – Anorganische fluoriden. Document opgesteld in het kader van de Voortgangsrapportage Milieubeleid voor Nederlandse Prioritaire Stoffen. De gezondheidskundige advieswaarde is gebaseerd op humaan toxicologische effecten. Het MTR in de NeR genoemd is gebaseerd op ecotoxicologische effecten (effecten op flora en vee).
- e Er zijn beperkt gegevens beschikbaar over de effecten van korte of langdurige blootstelling van mensen aan H_2S . De WHO geeft een air quality guideline van $0,15 \text{ mg}/\text{m}^3$ (24-uursgemiddelde) en beveelt een maximale waarde van $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ aan om substantiele geurklachten te voorkomen (30 minuten gemiddelde). De Gezondheidsraad beschouwt als kritisch effect weefsel schade in de neus dat in dierstudies is gevonden. Op grond daarvan is een gezondheidskundige advieswaarde voor de werkplek afgeleid van $2,3 \text{ mg}/\text{m}^3$ (Gezondheidsraad (2006) – Hydrogen sulphide. No 2006/070SH). De US-EPA leidde op basis van de weefsel schade in de neus bij ratten een waarde af van $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ voor chronische blootstelling voor de algemene bevolking.
- f: Dusseldorp, A. et al. (2004) – Gezondheidskundige advieswaarden binnenmilieu. Rapportnr. 609021029. RIVM, Bilthoven.
Dusseldorp, A. et al. (2007) – Gezondheidskundige advieswaarden binnenmilieu, een update. Rapportnr. 609021043. RIVM, Bilthoven.
* In Dusseldorp et al. (2004) is voor SO_2 een jaargemiddelde grenswaarde van $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ opgenomen. Dit was de door de WHO geadviseerde Air Quality Guideline. In Dusseldorp et al. (2007) is de recent door de WHO gewijzigde waarde gegeven. De WHO geeft nu alleen een waarde voor het 24-uursgemiddelde. Deze is naar beneden bijgesteld van $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ naar $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ voor het 24-uursgemiddelde. De waarden van 125 en $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (24-uursgemiddelden) worden als interim-targets genoemd. Voor de emissie van bedrijven wordt geschat dat een driemaal overschrijding van de 24-uursgemiddelde concentratie van $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ overeenkomt met een jaargemiddelde concentratie van ongeveer $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Eén overschrijding van het 24-uursgemiddelde komt waarschijnlijk ongeveer overeen met een jaargemiddelde van $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Dit is gelijk aan de achtergrondconcentratie van SO_2 . Voorlopig wordt voor de GES-scores nog uitgegaan van de wettelijke grenswaarde van maximaal driemaal overschrijding van de 24-uursgemiddelde concentratie van $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$.
- h: EU (2005) – Richtlijn 2004/107/EG van het Europees parlement en de raad van 15 december 2004 (4^e dochterrichtlijn). Streefwaarden voor 2013.
- i: Slooff, W. et al. (1989) - Basisdocument PAK. Rapportnr. 758474007. RIVM, Bilthoven.
- j: Voor dioxine is de TDI $2 \text{ pg}/\text{kg}$ lg/dag (recentste waarde van de EU en de WHO-JECFA). Uitgaande van een ademvolume van 20 m^3 per dag voor een volwassene van 70 kg lichaamsgewicht wordt een waarde van $7 \cdot 10^{-6} \mu\text{g}/\text{m}^3$ berekend als luchtnorm. Deze waarde is te gebruiken voor de som van dioxinen, furanen en dioxineachtige PCB's.
- k: Voor HCl heeft het RIVM geen chronische advieswaarde afgeleid. Er is alleen een richtwaarde van $5 \text{ mg}/\text{m}^3$ voor acute effecten (irritatie), die wordt gebruikt bij kortdurende blootstelling van maximaal een uur in geval van calamiteiten. De US-EPA heeft in 1995 een chronische grenswaarde van $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ voorgesteld (RfC).
- l: Baars, A.J. (2008) – Advieswaarden ammoniak. In: Dusseldorp, A. et al. (2008) - Intensieve veehouderijen en gezondheid Bijlage C; Briefrapport 609300006. RIVM, Bilthoven.
- m: Voor borium zijn geen gezondheidskundige advieswaarden of grenswaarden bekend. De humane toxiciteit is gering.
- n: Mennen, M.G. et al. (2004) – Protocol risico's blootstelling bij bodemsanering. Versie 2, RIVM. Voor 1,4- en 1,2-dichloorbenzeen zijn gezondheidskundige advieswaarden afgeleid. Voor 1,3-dichloorbenzeen zijn er hiervoor te weinig gegevens, omdat inhalatiestudies ontbreken. Op basis van aannemelijke toxicologische verwantschap met de beide andere isomeren wordt de laagste en best onderbouwde waarde van $600 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pragmatisch gehanteerd voor 1,3-dichloorbenzeen en ook voor de som van de drie isomeren.
- o: Mennen M.G. et al. (2004) – Milieu- en gezondheidsonderzoek in de leefomgeving van Van Voorden gieterij te Zaltbommel: samenvatting van de deelonderzoeken. Rapportnr. 609021028. RIVM, Bilthoven.
- p: Dit is de nieuwe waarde zoals afgeleid door de US-EPA uit 2005. Dit is een hogere waarde dan de advieswaarde van $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ die in 1996 door het RIVM van US-EPA overgenomen is. Bij de afleiding van de nieuwe waarde van $700 \mu\text{g}/\text{m}^3$ is een betere extrapolatie gebruikt zodat deze waarde als kwalitatief beter beoordeeld kan worden.

q: Het RIVM heeft in 1995 een TCL van $1,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ afgeleid. De achtergrondconcentratie bedraagt echter meer dan deze waarde. Voor formaldehyde adviseert de WHO een waarde van $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als 30 minuten gemiddelde ter voorkoming van irriterende effecten bij de algemene bevolking. VROM hanteert een MTR van $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als 30 minuten gemiddelde en $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als jaargemiddelde. Het RIVM is van mening, dat er uit toxicologisch oogpunt geen bezwaar is om deze waarden te hanteren. Wel moet dan, conform de WHO, het voorbehoud worden gemaakt dat sommige gevoelige individuen al bij concentraties onder dit MTR irritatie kunnen ondervinden. Zie ook referentie f.

r: ATSDR (1994) - Toxicological profile for acetone.

s: Voor NO_2 is geen kwantitatieve dosis-effect relatie bekend.

t: De WHO heeft een gezondheidskundige advieswaarde van $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ voor PM_{10} afgeleid op basis van een gezondheidskundige advieswaarde van $\text{PM}_{2,5}$ van $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Dit is de laagste concentratie die in onderzoeken gemeten is en waarvoor de dosis-effectrelatie betrouwbaar is. Er wordt van uitgegaan dat er een lineaire kwantitatieve dosis-effectrelatie en geen drempelwaarde is. Ook bij lagere concentraties dan $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ PM_{10} zijn dus gezondheidseffecten mogelijk.

u: geen gezondheidskundige advieswaarde beschikbaar wegens gebrek aan toxicologische gegevens.

B - Bedrijven en stank³

Bij stank van bedrijven worden industriële bedrijven en landbouwbedrijven apart besproken. Reden hiervoor is dat de vaststelling van de emissie en de regelgeving verschilt voor deze sectoren.

Emissie en verspreiding bij industriële bedrijven

Voor de beoordeling van stank van bedrijven geldt in grote lijnen hetzelfde als voor luchtverontreiniging. Allereerst moet beoordeeld worden of een bepaald bedrijf wel geur emitteert. Hiervoor kan eerst worden nagegaan of er een milieuvergunning voor het betreffende bedrijf is. Voor geur geldt namelijk ook dat een milieuvergunning in het kader van de Wet Milieubeheer noodzakelijk is. Deze vergunning is bij de vergunningverlenende instantie, gemeente of provincie, beschikbaar.

Bij het verlenen van een vergunning worden de Nederlandse Emissie Richtlijnen (NeR) vaak gebruikt voor het beoordelen van situaties waarin stankhinder kan optreden. De NeR heeft daarvoor een specifieke hindersystematiek.

Vaak zijn bij deze erkende geur emitterende bedrijven met een vergunning ook geurcontouren berekend. Deze worden als volgt vastgesteld.

De gehanteerde geurmaat voor emissie is het aantal geureenheden per uur (ge/uur). Recent is een Europese geurmaat vastgesteld. Deze wordt uitgedrukt in 'odour units' (ou_E). Tussen geureenheden en odourunits geldt een vaste verhouding van $2 \text{ ge} = 1 \text{ ou}_E$.

Voor de bepaling van de geuremissie is er een gestandaardiseerde meetmethode. Eerst wordt de bronsterkte bepaald door een luchtmonster, bijvoorbeeld uit de pijp, te nemen. Van dit luchtmonster worden met behulp van een olfactometer verdunningen gemaakt. Een panel ruikt aan de verdunningen. De verdunning die de helft van het panel nog ruikt wordt op 1 ge/m^3 gesteld. De hierbij behorende verdunningsfactor geeft de bronsterkte aan. Is er bijvoorbeeld 10x verdund, dan is de geursterkte van het oorspronkelijke monster 10 ge/m^3 . Gecombineerd met het debiet van de luchtstroom uit de pijp (aantal m^3 per uur) kan dan de geuremissie (aantal ge/uur) bepaald worden.

Met verspreidingsmodellen die voor luchtverontreiniging gebruikt worden, kan dan uitgaande van de geuremissie de verspreiding berekend worden. Tot 1998 werd het Lange Termijn Frequentie Distributiemodel (LTFD-model) als nationaal model gebruikt. Nu is het Nieuw Nationaal Model (NNM) voorgeschreven (zie Module A Bedrijven en luchtverontreiniging). Er kunnen dan geurcontouren, lijnen die punten met dezelfde geurconcentratie verbinden, getekend worden. Zo geeft de geurcontour van 1 ge/m^3 als 98-percentiel aan waar een geurconcentratie van 1 ge/m^3 2% van de tijd wordt overschreden.

De immissie kan niet zoals bij de emissie met behulp van een olfactometer en een panel vastgesteld worden. De geurconcentratie is te laag, waardoor er te weinig verdunningsstappen voor nodig zijn en het resultaat te onbetrouwbaar is. Voor directe meting van de immissieconcentratie of bijvoorbeeld het bepalen van de geuremissie van diffuse bronnen kunnen snuffelploegen ingezet worden. Een snuffelploeg loopt op verschillende afstanden van de bron loodrecht op de pluim heen en weer. Bij de afstand waarop de helft van de snuffelploeg de geur juist ruikt is de immissieconcentratie per definitie 1 snuffeleenheid per m^3 (se/m^3). De verhouding tussen een geureenheid en een snuffeleenheid is afhankelijk van de aanwezigheid van achtergrondgeuren en de mate waarin de te onderzoeken geur hiervan te onderscheiden is. Als sprake is van één geurbron in een relatief geurarme omgeving is 1 se/m^3 gelijk aan 1 ge/m^3 . Op basis van de snuffelmetingen wordt met een korte termijn verspreidingsmodel teruggerekend wat de emissie moet zijn geweest. Vervolgens worden met een langetermijn verspreidingsmodel jaargemiddelde immissieconcentraties berekend.

³ Gerelateerd aan dit onderwerp is de [GGD Richtlijn Geurhinder](#) verschenen met aanvullende informatie.

Er wordt van uitgegaan, dat de invloed van een bedrijf tot op een met een verspreidingsmodel berekende afstand van de geurcontour van 1 ge/m³ (98-percentiel) reikt. Vaak kan een bedrijf op grotere afstanden nog geroken worden en tot hinder leiden.

Dit heeft verschillende oorzaken:

- Verspreidingsberekeningen zijn vaak gebaseerd op de geuremissie uit de schoorsteen. Er kunnen meer geurbronnen en ook zogenaamde diffuse bronnen, bijvoorbeeld geur uit loodsen, zijn. Ook bij oppervlaktebronnen, zoals een waterzuiveringsinstallatie, zijn de verspreidingsberekeningen minder nauwkeurig uit te voeren.
- De ervaren geurhinder lijkt soms ook meer gerelateerd te zijn aan piekmissies van geurstoffen dan aan de gemiddelde geuremissie. Daarom wordt over het algemeen het 98-percentiel (P98) of ook wel het 99,5-percentiel (P99,5) van de geurconcentratie bepaald. Tegenwoordig wordt naast de geurconcentratie vaak de hedonische waarde (aangenaamheid) gemeten, omdat ook de aard van de geur belangrijk is voor de optredende hinder. Hiervoor is een gestandaardiseerde meetmethode.
- Juist bij geur moeten verspreidingsmodellen met zeer veel voorzichtigheid gehanteerd worden. Het vaststellen van hinder bij omwonenden blijft veelal noodzakelijk.

Naast de vergunning geven ook de Nederlandse Emissie Richtlijnen, NeR, informatie over geur van bedrijven. Voor een aantal bedrijfstakken zijn in de NeR zogenaamde Bijzondere Regelingen opgenomen. Deze Bijzondere Regelingen zijn in samenspraak met de brancheverenigingen vastgesteld. Ze geven een overzicht van relevante geurbronnen. Zo mogelijk zijn emissiefactoren, bijvoorbeeld het aantal geureenheden per eenheid product, voor het berekenen van de geuremissie vastgesteld. In een aantal gevallen is de relatie tussen de geurbelasting en het percentage gehinderden onderzocht. In die gevallen is een maximaal aanvaardbare geurimmissieconcentratie aangegeven. Dit aanvaardbare niveau is niet alleen gebaseerd op het percentage gehinderden, maar ook op technische en economische mogelijkheden. Met verspreidingsberekeningen is in die gevallen een indicatie gegeven van de aan te houden afstand tussen het bedrijf en de woonbebouwing. Tenslotte is een standaardmaatregelenpakket opgenomen dat in de meeste gevallen leidt tot een acceptabel hinderniveau.

Voor bedrijfs categorieën waarvoor geen regelingen zijn opgesteld is het aan het bevoegd gezag om het acceptabele hinderniveau vast te stellen.

Voor de volgende bedrijfstakken zijn emissiefactoren opgenomen in de Bijzondere Regelingen van de NeR:

Bedrijfstak	Emissie	Opmerkingen
Aardappelverwerkende industrie	Door grote spreiding in emissiegegevens, is het niet mogelijk om emissiefactoren vast te stellen.	
Asfaltmenginstallaties	Geuremissie is 10 ⁶ ou _E per ton geproduceerd product.	Geuremissie via de schoorsteen en deels op grondniveau, bij de opslag en verlading van bitumen en tijdens het beladen van vrachtwagens. De emissie is deels discontinu.
Beschuit- en banketindustrie	Emissie afhankelijk van productgroep, als beschuit, wafels, gebak, 55 – 620 x 10 ⁶ ge/ton Totale emissie: tot ca. 1200 ge/uur	Voor industriële bakkerijen, die niet onder het Besluit brood- en banketbakkerijen Milieubeheer vallen. Geur komt vooral vrij bij de ovens en de ruimteluchtafzuiging.
Bierbrouwerijen	Maischen: 20 x 10 ⁶ ge/ton. Koken deelbeslag: 38 x 10 ⁶ ge/ton Diffuse bronnen: 13 x 10 ⁶ ge/ton Koken van de wort: 530 x 10 ⁶ ge/ton	

Bedrijfstak	Emissie	Opmerkingen
Cacaobonen verwerkende industrie	1- 3 x 10 ⁶ ge/kilo cacaobonen.	
Compostering van groenafval in de open lucht	Voor methode A, B en D zijn emissiefactoren bekend (zie NeR) Voor methode C zijn deze niet te geven. Tijdens het composteren is er vrijwel geen geuremissie. Tijdens het afgraven van het depot kunnen zeer hoge piek-emissies optreden.	Geuremissie afh. van methode: A: frequent omzetten met machine B: conventionele methode van omzetten met grijper of kraan C: extensief composteren zonder omzetten. D: geforceerde beluchting, frequent omzetten, semi-experimenteel
Diervoederbedrijven	Er zijn emissiefactoren vastgesteld. Met een rekenprogramma kan met de jaarproductie per voedersoort en bedrijfstijd de totale geuremissie berekend worden.	Een nieuwe NeR Bijzondere regeling voor de diervoederindustrie is in maart 2008 vastgesteld. Informatie over deze regeling en het rekenprogramma zal beschikbaar worden gesteld op de website www.geurnormdiervoeder.nl .
Geur- en smaakstoffenindustrie	Gemiddeld 1500 x 10 ⁶ ge/ton (spreiding 340 tot 58.000 ge/ton). Grote bedrijven (>2000 ton/jaar en 6000 uur per jaar in bedrijf): ca. 3 x 10 ⁹ ge/h. Kleine bedrijven (< 2000 ton/jaar en 2000 uur in bedrijf): ca. 3 x 10 ⁷ ge/h.	Op diverse plaatsen in het productieproces ontstaan geuremissies. Voor een aantal deelprocessen zijn op basis van metingen bij 3 grote bedrijven emissiefactoren bekend.
GFT-compostering	Er zijn emissiefactoren vastgesteld (zie NeR) Totale emissie tot meer dan 10.000 x 10 ⁶ ge/uur.	Emissie afhankelijk van oppervlak, aanvoer en hoeveelheid aan (tussen)product en aanwezigheid luchtafzuiging met of zonder luchtbehandeling.
Groenvoerdrogerijen	Gras: 3500 x 10 ⁶ ge/ton (schoorsteen) 160 x 10 ⁶ ge/ton (dak- of grond niveau) Luzerne: 700 x 10 ⁶ ge/ton (schoorsteen) 630 x 10 ⁶ ge/ton (dak- of grond niveau)	De regeling van de NeR geldt vooral voor drogerijen van gras en luzerne, omdat voor deze inrichtingen generieke maatregelen op te stellen zijn.
Grote bakkerijen	Emissiekengetal is vastgesteld, alleen afhankelijk van omvang productie (in 10 ⁶ ge/baal bloem of meel) (Brancheonderzoek geuremissies broodbakkerijen, NeR)	De regeling geldt alleen voor de grote bakkerijen die niet onder het Besluit brood- en banketbakkerijen milieubeheer vallen.
Koffiebranderijen	Emissie: 1300 x 10 ⁶ ge/ton ongebrande bonen. Totale emissie (ge/uur) = (prod.capaciteit/ prod.uren) x emissiefactor	
Lederindustrie	Er zijn geuremissiefactoren beschikbaar (bedrijfstakstudie Geur in de lederindustrie)	Emissie vooral bij het bewerken van huiden in nathuizen en produceren van geferd leer.
Rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI)	Voor de verschillende procesonderdelen zijn emissiefactoren opgesteld. Totale emissie tot ca. 1200 ge/uur	Omvang van geuremissie afhankelijk van wijze van aanvoer van afvalwater en type en capaciteit van de zuiveringsinstallatie.

Bedrijfstak	Emissie	Opmerkingen
Vleesindustrie a. Slachterijen b. Vetsmelterijen c. Vleeswarenbedrijven (incl. vleesbereiding)	Geuremissiefactoren voor slachterijen, vetsmelterijen en vleeswarenbedrijven in NeR. Totale emissie tot 1000×10^6 /uur.	

* Tussen odourunits en geureenheden geldt een vaste verhouding van $1 \text{ ou}_E = 2 \text{ ge}$.

Schatten van geurconcentraties in de omgeving van het bedrijf

In geval geen verspreidingsberekeningen zijn gedaan kan toch inzicht in optredende geurconcentraties in de omgeving van het bedrijf verkregen worden met behulp van de 'eerste beoordelingsmethode' die is ontwikkeld in het kader van het opstellen van een handreiking voor een integrale beoordeling van gezondheidsaspecten bij IPPC-vergunningen (Fast, Mooij & Mennen, 2008). Met behulp van deze eerste beoordelingsmethode kunnen op basis van de geuremissiesterkte, de schoorsteenhoogte en de temperatuur eenvoudig geurimmissieconcentraties (98-percentielen) op verschillende afstanden in tabellen afgelezen worden.

Voor het opstellen van deze tabellen zijn verspreidingsberekeningen uitgevoerd met Stacks versie 2006 onder reële worst-case omstandigheden. Deze omstandigheden houden in: gebruik van het meteobestand van Eindhoven, een open terrein, een relatief lage uittreesnelheid (5 m/s) en bepaling van de immissieconcentraties ten noordoosten van de bron.

Voorwaarden voor het gebruik van deze eerste beoordelingsmethode IPPC zijn dezelfde als die bij het gebruik van het verspreidingsmodel Stacks gelden. Alleen de emissie uit puntbronnen, en niet uit lijn- of (grote) oppervlaktebronnen, is te beoordelen. Diffuse emissies zijn alleen te beoordelen als de emissiesterkte bekend is.

De eerste beoordelingsmethode IPPC is uitgetest bij twee geurbronnen die onder de IPPC-richtlijn vallen. De uit de eerste beoordelingsmethode afgeleide 98-percentiel geurconcentraties zijn goed vergelijkbaar met die van verspreidingsberekeningen op maat (factor 0,8 – 1,2). Op kleinere afstanden zijn de geschatte P98-concentraties iets lager en op grotere afstanden iets hoger dan de verspreidingsberekeningen op maat.

Emissie en verspreiding bij intensieve veehouderijen

Emissie

Stank door landbouw wordt veroorzaakt door twee hoofdbronnen: geuremissie door het uitrijden en toedienen van dierlijke mest en de geuremissie vanuit dierverblijven. Voor GES wordt de geurhinder als gevolg van het uitrijden en toedienen van mest buiten beschouwing gelaten. Er zijn namelijk weinig gegevens over de optredende geurimmissieconcentraties waardoor het moeilijk gezondheidskundig te beoordelen is en het uitrijden van mest ontbreekt ook in de geurregelgeving voor de landbouw.

Het houden van de volgende dieren kan een bron zijn van geur en is daarom opgenomen in de geurregelgeving:

- Varkens
- Kippen
- Runderen
- Pelsdieren: nertsen en vossen
- Schapen
- Geiten
- Kalkoenen
- Eenden
- Parelhoenders
- Konijnen
- Paarden
- Struisvogels

Vooral intensieve veehouderijbedrijven met grote aantallen legkippen, slachtkuikens, varkens of mestkalveren, maar ook nertsenfokkerijen zorgen in de omgeving voor stankhinder.

Geur wordt grotendeels veroorzaakt door de uitwerpselen (mest) van de dieren. Mest bevat o.a. stikstof- en zwavelverbindingen. Ammoniak is een belangrijke geurcomponent. Ammoniak is echter niet altijd de bepalende factor voor de geuremissie. Het Instituut voor Milieu en Agritechniek (IMAG), in 2003 gefuseerd tot het Agrotechnology & Food Innovations, onderzocht bij twintig stalsystemen de relatie tussen de ammoniakconcentratie en de geurconcentratie. In zes van de twintig systemen was sprake van een aantoonbaar positief verband tussen beide concentraties. Bij sommige systemen ontbrak de samenhang echter volledig. Het was niet te voorspellen wanneer dit laatste het geval was.

De emissie van geur is o.a. afhankelijk van het type en aantal dieren, het voer, de wijze van opvang van de mest en van de afzuiging in de stal.

Er zijn verschillende typen stallen. Over het algemeen is in conventionele stallen de geuremissie het grootst, in 'emissiearme'-stallen het laagst. Emissiearme stallen zijn stallen waarbij de ammoniakemissie relatief laag is.

In de Regeling geurhinder en veehouderij (Rgv) 2006 Bijlage 1 en voor varkens in de in 2007 gewijzigde Bijlage 1 zijn per diersoort en wijze van huisvesting (bijvoorbeeld kippen onder de batterij of scharrelkippen) geuremissiefactoren opgenomen. De geuremissie van één mestvarken in een conventionele stal wordt geschat op 23 ou_E/s/dier (of 45 ge/s/dier). De bijlage wijzigt geregeld. De meest recente versie is beschikbaar op de website van Infomil (www.infomil.nl).

Geuremissiefactoren intensieve veehouderijen op basis van diercategorie en stalsysteem (Rgv 2006 Bijlage 1 en voor vleesvarkens in 2007 gewijzigde Bijlage 1)

RAV-nr.	Diercategorie	Geuremissiefactor ou _E /s
Rundvee		
A 1	Melk-en kalfkoeien ouder dan 2 jaar	niet vastgesteld
A 2	Zoogkoeien ouder dan 2 jaar	niet vastgesteld
A 3	Vrouwelijk jongvee tot 2 jaar	niet vastgesteld
A 4	Vleeskalveren tot 8 maanden	35,6
	– chemische luchtwasser (30% reductie)	24,9
A 5	Vleesstierkalveren tot 6 maanden	35,6
A 6	Vleesstieren en overig vleesvee van 6 tot 24 maanden (roodvleesproductie)	35,6
A 7	Fokstieren en overig rundvee ouder dan 2 jaar	niet vastgesteld
Schapen		
B 1	Schapen ouder dan één jaar, inclusief lammeren tot 45 kilo	7,8
Geiten		
C 1	Geiten ouder dan één jaar	18,8
C 2	Opfokgeiten van 61 dagen tot en met één jaar	11,3
C 3	Opfokgeiten en afmestlammeren tot en met 60 dagen	5,7
Varkens		
D 1	Fokzeugen, inclusief biggen tot 25 kilo	
D 1.1	Biggenopfok (gespeende biggen)	
	Emissiearme huisvesting (a.e. ≤ 0,3 kg/dierplaats)	5,4
	– chemische luchtwasser (30% reductie)	3,8
	– biologische luchtwasser (45% reductie)	3,0
	Overige huisvesting	7,8
	– chemische luchtwasser (30% reductie)	5,5
	– biologische luchtwasser (45% reductie)	4,3
	– gecombineerd luchtwassysteem BWL 2006.14 (70% reductie)	2,3
	– gecombineerd luchtwassysteem BWL 2006.15 (80% reductie)	1,6
	– gecombineerd luchtwassysteem BWL 2007.01 (75% reductie)	2,0

RAV-nr.	Diercategorie	Geuremissiefactor ou _E /s
	– gecombineerd luchtwassysteem BWL 2007.02 (75% reductie)	2,0
D 1.2	Kraamzeugen (inclusief biggen tot spenen)	
	Emissiearme en overige huisvesting	27,9
	– chemische luchtwasser (30% reductie)	19,5
	– biologische luchtwasser (45% reductie)	15,3
	– gecombineerd luchtwassysteem BWL 2006.14 (70% reductie)	8,4
	– gecombineerd luchtwassysteem BWL 2006.15 (80% reductie)	5,6
	– gecombineerd luchtwassysteem BWL 2007.01 (75% reductie)	7,0
	– gecombineerd luchtwassysteem BWL 2007.02 (75% reductie)	7,0
D 1.3	Guste en dragende zeugen	
	Emissiearme en overige huisvesting	18,7
	– chemische luchtwasser (30% reductie)	13,1
	– biologische luchtwasser (45% reductie)	10,3
	– gecombineerd luchtwassysteem BWL 2006.14 (70% reductie)	5,6
	– gecombineerd luchtwassysteem BWL 2006.15 (80% reductie)	3,7
	– gecombineerd luchtwassysteem BWL 2007.0 1 (75% reductie)	4,7
	– gecombineerd luchtwassysteem BWL 2007.02 (75% reductie)	4,7
D 2	Dekberen, 7 maanden en ouder	
	Emissiearme en overige huisvesting	18,7
	– chemische luchtwasser (30% reductie)	16,1
	– biologische luchtwasser (45% reductie)	12,7
	– gecombineerd luchtwassysteem BWL 2006.14 (70% reductie)	5,6
	– gecombineerd luchtwassysteem BWL 2006.15 (80% reductie)	3,7
	– gecombineerd luchtwassysteem BWL 2007.01 (75% reductie)	4,7
	– gecombineerd luchtwassysteem BWL 2007.02 (75% reductie)	4,7
D 3	Vleesvarkens, opfokberen van 25 kilo tot 7 maanden, opfokzeugen van 25 kilo tot eerste dekking (zie eindnoot 5)	
	Emissiearme huisvesting (a.e. ≤ 1,5 kg/dierplaats)	17,9
	– chemische luchtwasser (30% reductie)	12,5
	– biologische luchtwasser (45% reductie)	9,8
	Overige huisvesting	23,0
	– chemische luchtwasser (30% reductie)	16,1
	– biologische luchtwasser (45% reductie)	12,7
	– gecombineerd luchtwassysteem BWL 2006.14 (70% reductie)	6,9
	– gecombineerd luchtwassysteem BWL 2006.15 (80% reductie)	4,6
	– gecombineerd luchtwassysteem BWL 2007.01 (75% reductie)	5,8
	– gecombineerd luchtwassysteem BWL 2007.02 (75% reductie)	5,8
Kippen		
E 1	Opfokhennen en hanen van legrassen; jonger dan 18 weken	
	Batterijhuisvesting	
	Emissiearme en overige huisvesting	0,18
	– chemische luchtwasser (30% reductie)	0,13
	Niet-batterijhuisvesting	
	Emissiearme en overige huisvesting	0,18
	– chemische luchtwasser (30% reductie)	0,13
E 2	Legkippen en (groot-)ouderdieren van legrassen	
	Batterijhuisvesting	
	Mestopslag onder de batterij	0,69
	Emissiearme en overige huisvesting	0,35
	– chemische luchtwasser (30% reductie)	0,25
	Niet-batterijhuisvesting	
	Emissiearme en overige huisvesting	0,34
	– chemische luchtwasser (30% reductie)	0,23
E 3	(Groot-)ouderdieren van vleeskuikens in opfok, jonger dan 19 we- ken	
	Emissiearme en overige huisvesting	0,18

RAV-nr.	Diercategorie	Geuremissiefactor ou _E /s
	– chemische luchtwasser (30% reductie)	0,13
E 4	(Groot-)ouderdieren van vleeskuikens	
	Emissiearme en overige huisvesting	0,93
	– chemische luchtwasser (30% reductie)	0,65
E 5	Vleeskuikens	
	Emissiearme en overige huisvesting	0,24
	– chemische luchtwasser (30% reductie)	0,17
Kalkoenen		
F 1	Ouderdieren van vleeskalkoenen in opfok tot 6 weken	0,29
	– chemische luchtwasser (30% reductie)	0,20
F 2, F 3	Ouderdieren van vleeskalkoenen in opfok vanaf 6 weken	1,55
	– chemische luchtwasser (30% reductie)	1,09
F 4	Vleeskalkoenen	1,55
	– chemische luchtwasser (30% reductie)	1,09
Eenden		
G 1	Ouderdieren van vleeseenden	0,49
G 2	Vleeseenden	0,49
Parelhoenders		
J 1	Parelhoenders voor de vleesproductie	0,24
	– chemische luchtwasser (30% reductie)	0,17
Overig		
M 1	Landbouwhuisdieren die in veehouderijen worden gehouden	niet vastgesteld

Geurconcentratie en afstand bepalen met verspreidingsberekeningen

In principe kunnen net als bij industriële bedrijven verspreidingsmodellen gebruikt worden om op basis van bovenstaande emissie-kengetallen en het aantal gehuisveste dieren de verspreiding van geur te berekenen (zie ook module A bedrijven en luchtverontreiniging).

Dergelijke verspreidingsberekeningen zijn in het verleden in de praktijk weinig uitgevoerd, omdat de regelgeving anders dan bij industriële bedrijven niet gebaseerd was op geurconcentraties.

Sinds 1971 bestond er voor stank van veehouderijen een landelijke richtlijn, die verschillende keren is aangepast. In 1985 werd deze gepubliceerd als de Brochure Veehouderij en hinderwet; in 1996 als de Richtlijn veehouderij en stankhinder 1996. De afdeling Bestuursrechtspraak van de Raad van State bekritiseerde enkele onderdelen van de Richtlijn, die een versoepeling inhielden. Hierdoor werden zowel onderdelen van de Brochure als van de Richtlijn in het geurbeleid voor de landbouw gehanteerd. Voor reconstructiegebieden was er sinds 2003 de Wet stankemissie veehouderijen in landbouwontwikkelingsgebieden (Wsv). In de Brochure, Richtlijn 1996 en de Wsv werden op basis van de bedrijfsgrootte (aantal mestvarkeneenheden m.v.e.) voor intensieve veehouderijen generieke afstanden van bedrijf tot bebouwing gegeven. Op deze afstanden werd de geurbelasting aanvaardbaar geacht. Deze afstanden waren afhankelijk van de verwachte geuremissie en de mate van verstedelijking van de omgeving. Er werden 4 omgevingscategorieën onderscheiden, die in grote lijnen liepen van categorie I voor stedelijk gebied tot categorie IV voor overwegend agrarisch gebied. Het was dus niet nodig om verspreidingsberekeningen te doen om de geurconcentratie vast te stellen.

Op 1 januari 2007 is de Wet geurhinder en veehouderij (Wgv) van kracht geworden. Deze is in de plaats gekomen van de Wet stankemissie veehouderijen in landbouwontwikkelings- en verwevingsgebieden, de bijbehorende regeling en de Richtlijn veehouderij en stankhinder 1996. In deze wet wordt aangesloten op de regelgeving voor de industrie. In plaats van afstandsregels worden nu normen gegeven op basis van geurconcentraties.

Er wordt voorgeschreven dat de geurconcentraties (en bijbehorende afstanden) berekend worden op basis van de bedrijfsgrootte gecombineerd met de bovenstaande in de ministeriële regeling opgenomen emissiekengetallen en het Nieuw Nationaal Model. Hiertoe heeft het ministerie van VROM aan gemeenten een vereenvoudigd verspreidingsmodel, V-Stacks, ter beschikking gesteld. Met het invoeren van een aantal locatiespecifieke gegevens zoals de geuremissie, de hoogte, de uittreedsnelheid en de diameter van de stalluchtuitleat, de hoogte van het gebouw en de XY-coördinaten van geurgevoelige locaties kunnen de geurconcentraties (P98) op deze locaties berekend worden. Het programma V-Stacks vergunning is gratis te bestellen via de infomil website (www.infomil.nl).

Indien nog geen verspreidingsberekeningen zijn gedaan met V-Stacks kan ook voor intensieve veehouderijen gebruik gemaakt worden van de eerste beoordelingsmethode IPPC (Fast, Mooij & Mennen, 2008). Met behulp van de geuremissiesterkte, de hoogte van de ventilatieuitleat en de temperatuur kunnen de P98-geurimmissieconcentraties op verschillende afstanden in tabellen afgelezen worden. De laagste temperatuur en hoogte van de ventilatieuitleat ('schoorsteen') die in de eerste beoordelingsmethode IPPC worden gehanteerd zijn 10 °C en 5 meter. Voor de meeste intensieve veehouderijen zullen deze waarden van de parameters geschikt zijn. De eerste beoordelingsmethode IPPC is uitgetest bij twee geurbronnen waarvan één pluimveebedrijf. Voor dit pluimveebedrijf zijn de geschatte geurconcentraties vergeleken met de met behulp van V-Stacks berekende geurconcentraties. Op kleinere afstanden waren de geschatte P98-concentraties iets lager (factor 0,8) en op grotere afstanden iets hoger (factor 1,2) dan de geurconcentraties van V-Stacks. De in dit geval (geringe) onderschatting op kleinere afstanden zal waarschijnlijk het gevolg zijn van een lagere ventilatieuitleat dan de in de eerste beoordelingsmethode gehanteerde 5 meter.

In de vorige versie van het Handboek Gezondheidseffectscreening Stad & Milieu is een methode beschreven waarbij geurconcentraties alleen op basis van het aantal mestvarkeneenheden berekend kunnen worden. Deze methode is in principe niet meer nodig omdat er nu verspreidingsberekeningen met behulp van V-Stacks kunnen worden uitgevoerd.

Afstand bepalen voor pelsdieren

Voor pelsdieren, zoals nertsen en vossen, zijn geen geuremissiefactoren bekend. In de Regeling Geurhinder Veehouderij 2006 zijn voor pelsdieren te hanteren afstanden gegeven afhankelijk van de bedrijfsgrootte, wel/niet bebouwde kom en het huisvestingsstelsel. Deze zijn als volgt:

Gebied en huisvesting	Afstanden (m)				
	Aantal nertsen (fokteven)				
	<1.000	1000 - 1500	1.500 - 3.000	3.000 - 6.000	6.000 - 9.000
Binnen bebouwde kom	175	200	225	250	275
Buiten bebouwde kom	100	125	150	175	200
Emissiearme huisvesting	75	100	125	150	175

Voor bedrijven waar vossen of zowel nertsen als vossen worden gehouden, worden 10 vossen (fokmoeren) gelijk gesteld aan 15 nertsen.

Indien (nadat de eventueel aanwezige vossen zijn omgerekend naar nertsen) meer dan 9.000 fokteven (nertsen) worden gehouden, wordt de afstand voor elke extra 3.000 fokteven met 25 meter extra vergroot.

Deze afstandseisen zijn dezelfde als die in de Richtlijn veehouderij en stankhinder 1996 waren opgenomen. In de Richtlijn werd echter onderscheid gemaakt in de vier omgevingscategorieën. 'Binnen de bebouwde kom' komt ongeveer overeen met categorie I en 'buiten de bebouwde kom' met omgevingscategorie III.

Gezondheidskundige beoordeling

Geur kan verschillende effecten oproepen bij de mens, die als nadelig voor de gezondheid worden beschouwd (Smeets & Fast, 2006).

De waarneming van geur verloopt via de receptoren in het reukepitheel. Volgend op de stimulatie van de receptoren ontstaat waarneming van de frequentie, de intensiteit, de hedonische waarde en de kwaliteit (bijvoorbeeld 'oplosmiddelachtig') van de geur.

Door mensen wordt de waarneming van de geur vermoedelijk in twee stappen geëvalueerd. Bij de primaire evaluatie wordt ingeschat of de geur potentieel bedreigend is. Wordt de geur als onaangenaam of de situatie als potentieel bedreigend beschouwd dan leidt dit tot (ernstige) hinder.

Bij de secundaire evaluatie van de waarneming van de geur, beoordeelt het individu of het met die potentieel bedreigende situatie goed overweg kan (coping). Geeft de uitkomst van deze evaluatie aan, dat het individu de eigen vermogens tot hiermee omgaan als onvoldoende ervaart, dan zal er stress worden ervaren met de daaraan gerelateerde fysiologische effecten. De hinder gaat dan vergezeld van stressgerelateerde somatische gezondheidseffecten. Het is niet duidelijk welke gezondheidseffecten dit zijn; de resultaten van onderzoeken naar het verband tussen geurbelasting en stressgerelateerde gezondheidsklachten, zoals hoofdpijn, benauwdheid en misselijkheid, zijn niet consistent.

Directe somatische gezondheidseffecten zullen in principe niet optreden. De meeste geurstoffen zijn namelijk al te ruiken bij hele lage concentraties. Bij dergelijke concentraties zijn over het algemeen geen toxische effecten te verwachten.

De evaluatie van de geur kan ook leiden tot verstoring van gedrag of activiteiten. De meest voorkomende verstoringseffecten zijn vermoedelijk het ramen sluiten, het niet graag buiten zijn, bezoek niet graag uitnodigen en/of familie of vrienden komen niet graag op bezoek, vertrouwde/aangename geuren niet meer kunnen ruiken, minder diep ademhalen en het indienen van klachten

Ook ontevredenheid over de woonomgeving wordt wel eens als indicator voor de gezondheidseffecten van geur gezien. Geurbelasting of ernstige geurhinder kan een negatieve invloed hebben op de woontevredenheid, maar over het algemeen leveren andere kenmerken van de woning- of woonomgeving echter een veel belangrijkere bijdrage aan de woontevredenheid. Geur kan dus verschillende gezondheidseffecten oproepen bij de mens: (ernstige) hinder, verstoring van gedrag en activiteiten en stressgerelateerde somatische gezondheidsklachten. Het meest voorkomende en beschreven gezondheidseffect van geur is (ernstige) hinder.

De blootstelling aan stank is moeilijk objectief vast te stellen. Over een juiste blootstellingmaat is nog veel discussie. De immissie kan niet direct gemeten worden, maar wordt over het algemeen bepaald door de emissie te meten met een olfactometer en vervolgens verspreidingsberekeningen te doen. De hedonische waarde en het optreden van piekemissies zijn van belang, maar de invloed van deze blootstellingfactoren op optredende hinder is nog niet kwantitatief vastgesteld.

Voor het vaststellen van de hinder zijn verschillende methoden beschikbaar. Deze bestaan uit schriftelijke en telefonische enquêtes en dagboekjes. De eenmalige enquêtes hebben als nadeel dat de hinder niet direct objectief aan de bron gerelateerd kan worden omdat niet voor de windrichting gecorrigeerd kan worden en alleen een beeld van de lange termijn en niet van de actuele situatie verkregen wordt. De frequente enquêtes en dagboekjes ondervangen dat probleem, maar zijn arbeidsintensief en kostbaar.

Het Telefonisch Leefsituatie Onderzoek (TLO), een eenmalige enquête, wordt in de NeR aanbevolen voor de vaststelling van de hinder van bedrijven. Het TLO bevat vragen over diverse zaken die de woning en de woonomgeving betreffen. Er zijn twee vragen over stankhinder door diverse bronnen:

1. Heeft u zelden of nooit, soms of vaak last van stank van verkeer, bedrijven/horeca of landbouw? Dit levert het percentage hinder per geurbron.
2. Zo ja, bent u dan niet of nauwelijks gehinderd, gehinderd of ernstig gehinderd. Dit levert het percentage ernstige hinder.

Deze vragen zijn afkomstig van het door het CBS uitgevoerde doorlopende onderzoek naar de leefsituatie: het Permanent Onderzoek Leefsituatie (POLS; voorheen het Doorlopend Leefsituatieonderzoek DLO).

Voor geluid is de hindervraag internationaal (ISO-)gestandaardiseerd om het vaststellen van de prevalentie van hinder middels vragenlijsten zo vergelijkbaar mogelijk te maken. Deze standaardvraag wordt nu ook voor geur gesteld in de door TNO/RIVM uitgevoerde 5-jaarlijks peilingen naar hinder in de woonomgeving en in de door GGD'en uitgevoerde gezondheidsenquêtes: "In welke mate hindert, stoort of ergert u zich aan de stank van (een bepaalde bron) als u thuis bent? Denkt u hierbij aan de afgelopen tijdsperiode (bijvoorbeeld 12 maanden)." Antwoordcategorieën lopen van 0 (helemaal niet gehinderd) tot 10 (heel erg gehinderd). Door de verschillende vraagstelling zijn de resultaten van een TLO en van bijvoorbeeld een gezondheidsenquête niet zonder meer vergelijkbaar.

Gezien de onzekerheid over een geschikte blootstelling- en hindermaat is een relatie tussen geurconcentratie en hinder niet eenvoudig te kwantificeren.

Gezondheidskundige beoordeling van stank van industriële bedrijven

Tot 1995 werd de ontwerpgrenswaarde van 1 ge/m^3 gebruikt. Voor bestaande bedrijven mocht deze concentratie in 98% (P98) en voor nieuwe bedrijven in 99,5% (P99,5) van de tijd niet overschreden worden. De bovengrens voor bestaande bedrijven was gesteld op 10 ge/m^3 . Bij deze concentratie zou er sprake zijn van ernstige hinder.

Deze normering ging er van uit dat er een algemene relatie tussen geurbelasting en hinder was. Na veel discussie over de invloed van de aard van de geur op de hinder werd dit beleid in 1995 losgelaten.

De bovengrens en de grenswaarden werden geschrapt en het bevoegd orgaan mocht vaststellen welke mate van hinder nog acceptabel is. Als nationale doelstelling geldt dat er hoogstens 12% gehinderden zijn en geen ernstig gehinderden.

Vanaf 1995 wordt er van uitgegaan dat de aard van de geur van invloed is op de hinderlijkheid. Voor de onderstaande categorie 1 bedrijven van de Bijzondere Regelingen van de NeR werd in samenwerking met de branche per bedrijfstak onderzoek verricht naar de relatie tussen geuremissie en hinder. Ook werden aanvaardbare immissieconcentraties vastgesteld. Deze zijn over het algemeen gericht op het voorkomen van ernstige hinder en het beperken van het percentage gehinderden tot 12%. Economische en technische mogelijkheden spelen echter ook een rol. De volgende relaties tussen immissie en hinder zijn beschreven in de NeR:

Bedrijfstak	Relatie immissie-hinder	Opmerkingen
Aardappelverwerkende industrie		Geen relatie tussen geurbelasting en hinder vastgesteld.
Asfaltmenginstallaties	Aanvaardbare immissieniveaus: - voor bestaande situaties $2 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ of 4 ge/m^3 (P98), $10 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ of 20 ge/m^3 (P99,99) - voor nieuwe situaties $1 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ of 2 ge/m^3 (P98) $5 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ of 10 ge/m^3 (P99,99)	Bij een P98 van $1 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ of 2 ge/m^3 is er kans op hinder; bij een P98 van $5 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ of 10 ge/m^3 is er kans op ernstige hinder.

Bedrijfstak	Relatie immissie-hinder	Opmerkingen
Beschuit- en banketindustrie	Het aanvaardbaar immissieniveau: 10 ge/m ³	Geen eenduidige relatie tussen geurconcentratie en hinder. Bij geurbelastingen van 16 ge/m ³ tot 110 ge/m ³ is minder dan 8% gehinderd en is er geen ernstige hinder. Er lijken weinig problemen met geur te zijn.
Bierbrouwerijen	Voor grote brouwerijen (>200.000 hl bier): grenswaarde 3 ge/m ³ (P98)	Uit enkele hinderonderzoeken rond grote brouwerijen is gebleken dat geurhinder kan gaan optreden bij geurconcentraties boven 2 à 3 geureenheden per m ³ als 98-percentiel. Laboratoriumonderzoeken geven waarden van 2,7 - 6 geureenheden.
Cacaobonen verwerkende industrie		Geen geurconcentratie vastgesteld waarboven geurhinder onacceptabel is.
Compostering van groenafval in de open lucht	Bij 3 ge/m ³ is de hinder vermoedelijk aanvaardbaar.	Geen relatie vastgesteld tussen geurbelasting en hinder.
Diervoederbedrijven	Maximale immissieconcentratie Bestaande situaties: 1,4 ou _E /m ³ als 98-percentiel Nieuwe situaties: 0,7 ou _E /m ³ als 98-percentiel	Tot maart 2008 was een waarde van 2 ge/m ³ (1 ou _E /m ³) als 98-percentiel voor bestaande situaties vastgesteld. Deze waarde was mede gebaseerd op technische en financiële mogelijkheden; een algemene relatie tussen geurconcentratie en percentage gehinderden kon niet vastgesteld worden. Vanaf maart 2008 zijn nieuwe waarden vastgesteld. Achtergrondinformatie hierover is opgenomen in het rapport Herziening bijzondere regeling diervoederbedrijven (beschikbaar via www.geurnormdiervoeder.nl)
Groenvoerdrogerijen	De maximale immissieconcentratie: 5 ge/m ³ als 98-percentiel	Er kon geen eenduidige relatie tussen de geurblootstelling en hinder vastgesteld worden. Op basis van gemeten emissies en verspreidingsberekeningen en gegevens over klachten van vergunningverleners werd deze waarde gekozen.
Geur- en smaakstoffenindustrie	Bestaande situaties: Maximaal 7 ge/m ³ (P 98) Hinder bij 4 - 7 ge/m ³ Voor nieuwe situaties: Maximaal 4 ge/m ³ als 98-percentiel	Bij 3 bedrijven zijn metingen met een snuffelploeg uitgevoerd. Smaakstoffen: vrij snel onaangenaam. Geurstoffen: snel waargenomen maar veelal niet als hinderlijk ervaren.
GFT-compostering	Maximale immissieconcentratie Bestaande bedrijven: 6 ge/m ³ als 98-percentiel. Bij 3 - 6 ge/m ³ als 98-percentiel: hinder	

Bedrijfstak	Relatie immissie-hinder	Opmerkingen
	Nieuwe bedrijven: maximale concentratie van 3 ge/m ³ en een tussengebied van 1 tot 3 ge/m ³ als 98-percentiel	
Grote bakkerijen	Bij 10 ge/m ³ als 98-percentiel: 12% gehinderden. Op basis hiervan en van de technisch mogelijke maatregelen en economische gegevens is een waarde van 10 ge/m ³ als 98-percentiel als richtinggevende waarde vastgesteld.	Een relatie tussen geurconcentratie en hinder kon slechts bij 1 bedrijf vastgesteld worden, omdat alleen in dat geval aan de voorwaarden van het telefonisch leefonderzoek (TLO) werd voldaan.
Koffiebranderijen	Maximale immissieconcentratie: 7 ge/m ³ als 98-percentiel. Dit geldt voor bestaande situaties. Voor nieuwe situaties wordt geadviseerd om 'voldoende afstand in acht te nemen'. Bij concentraties < 7 ge/m ³ is geur van koffie nog goed waarneembaar.	Er is onvoldoende informatie om voor de branche een relatie tussen geurconcentratie en geurhinder vast te stellen. Op basis van klachtenanalyses en technische en economische mogelijkheden werd de maximale immissieconcentratie vastgesteld
Lederindustrie		Er is geen onderzoek verricht naar de relatie tussen geurblootstelling en hinder.
Rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI)	Maximale immissieconcentratie bestaande situaties: 3 ge/m ³ nieuwe situaties: 1 ge/m ³ Ter plaatse van verspreid liggende bebouwing: maximale immissieconcentraties is 2 ge/m ³ voor nieuwe en 7 ge/m ³ voor bestaande situaties.	Met een uitgebreide enquête binnen de branche is bepaald bij welke geurconcentraties in het algemeen geen klachten meer voorkomen. Bij concentraties boven 5 ge/m ³ neemt het aantal RWZI's met klachten sterk toe. Lokale afwijkingen hiervan zijn zeker mogelijk. Op basis hiervan zijn de maximale aanvaardbare concentraties gekozen.
Slachterijen	Bij een concentratie < 1,1 ge/m ³ (P98) is optreden van hinder zeer onwaarschijnlijk. Bij concentratie > 3 ge/m ³ zijn maatregelen in vrijwel alle gevallen noodzakelijk.	
Vleeswarenbedrijven (incl. vleesbereiding)	Bij concentraties < 1,9 ge/m ³ (P98) is optreden van hinder zeer onwaarschijnlijk. De maximaal toegestane immissieconcentratie is 5 ge/m ³ .	

Van andere bedrijfstakken is geen algemene relatie tussen geurblootstelling en hinder bekend.

In principe worden de bijzondere regelingen door het bevoegd gezag gehanteerd bij het bepalen van het acceptabele niveau.

Voor geur van bedrijfstakken waarvoor geen bijzondere regeling is, kan het bevoegd gezag het acceptabele niveau vaststellen. Verschillende provincies en gemeenten baseren zich hierbij op de hedonische waarde (aangenaamheid) van de geur. Bij toenemende geurconcentratie kan de hedonische waarde afnemen. Bij de geurconcentratie met een hedonische waarde van -1 (licht onaangenaam) wordt hinder en van -2 (onaangenaam) ernstige hinder verwacht. Onder andere de provincie Gelderland, Zuid-Holland en Flevoland en de gemeente Zaanstad hanteren de geurconcentratie waarbij de hedonische waarde -2 is als bovengrens. Bij geurconcentraties waarbij de hedonische waarde -0,5 (zeer licht onaangenaam) of -1 is vindt er over het algemeen voor woningbouw een afweging plaats (Smeets & Fast, 2006).

Een analyse van een groot aantal onderzoeken rond verschillende geurbronnen door Miedema (Miedema et al., 2000) gaf aan, dat uitgezonderd één situatie, de relatie tussen geurbelasting, berekend met behulp van het LTFD-model, en percentage ernstig gehinderden beschreven kon worden met één curve voor alle typen geurbronnen:

$$\% HA = 9,55(\log C_{98})^2 \quad \text{waarbij: } HA = \text{ernstig gehinderden ("highly annoyed")}$$

$$C_{98} = \text{geurconcentratie (98-percentiel)}$$

Dit houdt in:

Geurconcentratie (P98) (ge/m³) LTFD-model	% Ernstig gehinderden
1	0
2	1
3	2
5	5
10	10
20	16
30	21
50	28
100	38

De opname van de hedonische waarde in de relatie verhoogde de correlatiecoëfficiënt.

Naast de geurbelasting is een groot aantal andere factoren in meer of mindere mate van invloed op de mate van ervaren hinder. Enkele daarvan hebben betrekking op de karakteristieken van de geur, andere op demografische of sociaal-economische factoren. Ook kunnen persoonsgebonden en cognitieve factoren een grote rol spelen.

Een bepaalde verdeling van vóórkomen van deze factoren zit, uitgemiddeld, impliciet in deze relatie. Lokaal kan het vóórkomen van deze factoren hiervan sterk verschillen met een (grote) afwijking van de algemene dosis-effectrelatie tot gevolg.

Vooraf een lage hedonische waarde (onaangename geur), een hogere frequentie, een probleemgerichte copingstijl, een negatieve attitude ten opzichte van de geurbron of overheid, de verwachting dat de geur zal toenemen en bezorgd of angstig zijn voor gezondheidseffecten kunnen lokaal leiden tot meer hinder dan volgens de algemene dosis-effectrelatie berekend zou worden (Smeets & Fast, 2006).

Gezondheidskundige beoordeling van stank van intensieve veehouderijen

In de regelgeving voor geurhinder van intensieve veehouderij stond de mestvarkeneenheid (m.v.e.) centraal. Deze eenheid vertegenwoordigde de geuruitstoot van één vleesvarkenplaats in het conventionele huisvestingssysteem met (deels) roostervloer. Voor de andere diercategorieën bestonden omrekeningsfactoren. De m.v.e. en de omrekeningsfactoren waren bij hun introductie gebaseerd op de toenmalige praktische ervaringen en kennis van geuremissie en zijn later in beperkte mate onderbouwd door geuremissiemetingen. De afstandsgrafiek gaf benodigde afstanden aan waarop de geurbelasting aanvaardbaar werd geacht. Hinderonderzoeken zoals een TLO zijn nauwelijks uitgevoerd.

Ter voorbereiding van de begin 2007 van kracht geworden nieuwe stankwet, die niet op mestvarkeneenheden en stankcirkels maar op geurhinder en geurconcentraties gebaseerd is, voerde PRA in 1999 het onderzoek uit naar de geurhinder van stallen van intensieve veehouderij (PRA, 2001). Bij een groot aantal varkensbedrijven werd met behulp van de emissiekengetallen en het LTFD-model de geuremissie en geurimmissie op verschillende afstanden van het bedrijf bepaald. De bedrijven werden zoveel mogelijk verspreid over Nederland, over de vier 'oude' omgevingscategorieën en over concentratie/niet-concentratiegebieden gekozen. Deze gebieden werden gekozen omdat in de nieuwe wet hiernaar waarschijnlijk onderscheid gemaakt zou worden. Met behulp van TLO's bij circa 2.300 mensen werd het percentage hinder en ernstige hinder bepaald.

Er was een sterk verband tussen de geurconcentratie (P98) en het percentage gehinderden. Ook het percentage ernstige hinder nam toe met de geurconcentratie. Vergeleken met de industrie was het percentage ernstige hinder laag in verhouding tot het percentage hinder. Dit lage percentage kan deels verklaard worden doordat er over het algemeen te weinig mensen dicht op het bedrijf wonen en dus hogere geurconcentraties ondervinden om een betrouwbaar TLO uit te kunnen voeren.

Verwacht was dat in de bebouwde kom, omgevingscategorie I, de meeste hinder bij vergelijkbare geurconcentratie op zou treden. Er was echter geen significant verschil in hinderbeleving tussen de verschillende omgevingscategorieën. Wel waren mensen in concentratiegebieden minder gehinderd dan mensen in niet-concentratiegebieden. In concentratiegebieden waren agrariërs minder gehinderd dan niet-agrariërs.

PRA (2007) schatte de hinder voor concentratie en niet-concentratiegebieden.

Voor niet-concentratiegebieden was deze als volgt:

$$H (\%) = 100 * \frac{e^{(-2,99 + 0,83 * \ln C98)}}{1 + e^{(-2,99 + 0,83 * \ln C98)}}$$

H = hinder
C98 = 98-percentiel geurconcentratie bepaald met het LTFD-model

Het LTFD-model is inmiddels vervangen door het Nieuw Nationaal Model (NNM). Er zijn verschillen tussen berekeningsresultaten van beide modellen. De verschilfactor is geen vaste waarde, maar afhankelijk van broneigenschappen, zoals emissiehoogte en uitredesnelheid, en van omgevingskenmerken, vooral de ruwheid (aantal en hoogte van obstakels).

PRA stelde in het gebied van het in 2001 gerapporteerde geurhinderonderzoek verschilfactoren vast tussen het LTFD-model en het op het NNM gebaseerde V-Stacks van de KEMA (PRA, 2007). Deze verschilfactor werd voor concentratiegebieden en voor niet-concentratiegebieden bepaald. De indeling in deze gebieden is gebaseerd op de ammoniakemissies door de landbouw in dat gebied (meer of minder dan 150 ton NH₃ per 25 km²). Vooral door een verschil in ruwheid van concentratie- en niet-concentratiegebieden zijn de verschilfactoren tussen het LTFD-model en het NNM voor deze gebieden niet gelijk. Het NNM gaf gemiddeld voor concentratiegebieden een 1,16 maal hogere en voor niet-concentratiegebieden een 1,28 maal hogere geurconcentratie dan het LTFD-model.

De geurconcentratie werd uitgedrukt in de recent vastgestelde Europese geurmaat 'odour units' per m³ (ou_E/m³). Tussen deze twee geureenheden geldt een vaste verhouding van 1 ou_E/m³ = 2 ge/m³.

De verschilfactor tussen het NNM (uitgedrukt in P98 ou_E/m³) en het LTFD-model (in P98 ge/m³) was gemiddeld:

voor niet-concentratiegebieden: NNM (ou_E/m³) = 1,28/2 = 0,64 LTFD (ge/m³)
 voor concentratiegebieden: NNM (ou_E/m³) = 1,16/2 = 0,58 LTFD (ge/m³)

Voor niet-concentratiegebieden betekent dit het volgende:

Categorie	Geurconcentratie (P98)		Hinder (%)	Ernstige hinder (%)*
	LTFD ge/m ³	NNM (VStacks) ou _E /m ³		
	1	1	5	
	3	2	11	
	5	3	16	
I	7	5	20	3
II	10	6	25	5
III	20	13	38	8
	30	19	46	
IV	46	29	54**	17**

* Alleen bij de geurconcentraties behorende bij de vier 'oude' omgevingscategorieën is het percentage ernstige hinder bepaald

** Geëxtrapoleerd

Voor niet-agrariërs in concentratiegebieden was de relatie tussen de geurconcentratie en de hinder als volgt:

$$H (\%) = 100 * \frac{e^{(-3,74 + 0,83 * \ln C98)}}{1 + e^{(-3,74 + 0,83 * \ln C98)}}$$

H = hinder

C98 = 98-percentiel geurconcentratie bepaald met het LTFD-model

Voor niet-agrariërs in concentratiegebieden houdt dit het volgende in:

Categorie	Geurconcentratie (P98)		Hinder (%)	Ernstige hinder (%)*
	LTFD ge/m ³	NNM (VStacks) ou _E /m ³		
	1	1	2	
	3	2	6	
	5	3	8	
I	7	4	11	2
II	10	6	14	2
III	20	12	22	4
	30	17	29	
IV	46	27	36**	8**

* Alleen bij de geurconcentraties behorende bij de vier 'oude' omgevingscategorieën is het percentage ernstige hinder bepaald

** Geëxtrapoleerd

Zoals bij industriële bedrijven is vermeld, is naast de geurbelasting een groot aantal andere factoren in meer of mindere mate van invloed op de mate van ervaren hinder. Lokaal kunnen deze factoren tot grote afwijkingen van de bovengenoemde relaties tussen de geurconcentratie en het percentage (ernstige) hinder leiden.

De Wet Geurhinder en veehouderij is begin 2007 van kracht geworden. De wet beperkt zich tot de geur die vrijkomt als gevolg van het houden van dieren in dierenverblijven.

In de wet worden normen gegeven op basis van geurconcentraties.

Hierbij wordt onderscheid gemaakt in concentratie- en niet-concentratiegebieden en in binnen en buiten de bebouwde kom.

In Bijlage 4 van de Handreiking bij de Wet geurhinder en veehouderij (Wgv) is aangegeven welke gemeenten tot de concentratiegebieden behoren.

De geurbelasting is uitgedrukt in Europese odour units per m³ (P98). Zoals vermeld is er een vaste verhouding met geureenheden van 1 ou_E/m³ = 2 ge/m³.

De gemeenteraad is bevoegd lokale afwegingen te maken over de te accepteren geurbelasting en in afwijking van de ten hoogste toegestane geurbelasting een andere waarde of een andere afstand te stellen. Hiervoor is wel een bandbreedte vastgesteld.

De hoogst toegestane geurbelastingen ter plaatse van geurgevoelige objecten en de bandbreedtes zijn als volgt:

In een concentratiegebied

binnen bebouwde kom: 3,0 ou_E/m³ 0,1 – 14,0 ou_E/m³

buiten bebouwde kom: 14,0 ou_E/m³ 3,0 – 35,0 ou_E/m³

Buiten een concentratiegebied

binnen bebouwde kom: 2,0 ou_E/m³ 0,1 – 8,0 ou_E/m³

buiten de bebouwde kom: 8,0 ou_E/m³ 2,0 – 20,0 ou_E/m³

Voor dieren waar geen geuremissiefactor voor is vastgesteld dient een afstand binnen de bebouwde kom van tenminste 100 meter en buiten de bebouwde kom van tenminste 50 meter aangehouden te worden. Voor pelsdieren, waarvoor ook geen geuremissiefactoren zijn vastgesteld, zijn in de Regeling Geurhinder Veehouderij 2006 minimumafstanden gegeven die wel gekoppeld zijn aan de omvang van het veebestand (zie bij Emissie en verspreiding van deze module). Vanwege de aanzienlijke geurhinder wordt verwacht niet te kunnen volstaan met een minimumafstand van vijftig of honderd meter.

De gemeenteraad is bevoegd om van deze afstanden af te wijken (met als ondergrens deze te halveren).

Bij het bepalen of afgeweken wordt van de ten hoogste toegestane geurbelastingen of minimaal te hanteren afstanden moet de gemeenteraad een aantal aspecten betrekken:

- de huidige en de te verwachten geursituatie vanwege de veehouderijen in het gebied;
- het belang van een geïntegreerde aanpak van de verontreiniging, en
- de noodzaak van een even hoog niveau van de bescherming van het milieu.

Als afgeweken wordt dan betreft de gemeenteraad tevens:

- de gewenste ruimtelijke inrichting van het gebied, of
- de afwijkende relatie tussen geurbelasting en geurhinder.

Volgens de Handreiking Wgv biedt dit laatste criterium de mogelijkheid om voor andere diercategorieën dan varkens uit te gaan van een afwijkende relatie tussen geurbelasting en geurhinder als hier meer informatie over komt. De algemeen geldende relatie tussen geurbelasting en geurhinder is namelijk vastgesteld voor varkens door PRA (PRA, 2001). Mogelijk wordt ook voor varkens op den duur de relatie tussen geurbelasting en hinder opnieuw onderzocht en zonodig bijgesteld.

Dit criterium is niet bedoeld om lokaal vast te stellen, dat er bijvoorbeeld meer of minder hinder wordt ervaren dan blijkt uit de algemene dosis-effect relatie. Volgens de handreiking kan een dergelijk eenmalig onderzoek voor een specifieke situatie in een specifiek gebied niet leiden tot het toepassen van een afwijkende relatie tussen geurbelasting en geurhinder. Een afwijkende relatie mag alleen toegepast worden als uit landelijk onderzoek blijkt dat de algemene relatie bijgesteld moet worden.

Onder toepassing van de Interimwet stad-en-milieubenadering kan het gemeentebestuur voor (delen van) die gebieden vervolgens een beschermingsniveau vaststellen dat de grenzen van de bandbreedte overschrijdt.

De Wgv schrijft dus voor dat de geurbelasting door een veehouderij op een geurgevoelig object bepaalde waarden niet mag overschrijden. Voor de mate van geurhinder geeft de wet geen waarden of bandbreedten. De gemeenteraad kan beoordelen of de geurhinder past bij de doelstellingen voor het gebied en of de mate van geurhinder acceptabel wordt geacht.

In Bijlage 6 van de Handreiking Wgv is hiervoor een tabel gegeven met de geurconcentratie, zoals die berekend wordt door V-Stacks (P98 ou_E/m^3), en bijbehorend percentage gehinderden voor concentratie- en niet-concentratiegebieden. Deze tabel is gebaseerd op de relaties die door PRA zijn vastgesteld (PRA, 2007).

Het geschatte percentage hinder bij de toegestane waarden in de Wgv is als volgt:

	Maximaal toegestane geurbelasting ou_E/m^3	% Hinder	Maximum van de toegestane bandbreedte ou_E/m^3	% Hinder
Concentratiegebied				
binnen bebouwde kom	3,0	8	14,0	25
buiten bebouwde kom	14,0	25	35,0	41*
Niet-concentratiegebied				
binnen bebouwde kom	2,0	11	8,0	29
buiten bebouwde kom	8,0	29	20,0	46

*: Geëxtrapoleerd

In Bijlage 7 van de Handreiking Wgv wordt enige achtergrondinformatie gegeven die de gemeenteraad behulpzaam kan zijn bij het bepalen van het acceptabele hinderniveau.

GES-score

Industriële bedrijven

De gezondheidskundige beoordeling zal in eerste instantie gericht moeten zijn op in de omgeving van het bedrijf vastgestelde hinder. Het is niet eenvoudig deze hinder in te delen in scores. Welke hinder is aanvaardbaar? Allereerst moet een bovengrens, een MTR, bepaald worden. Hieruit volgt de verdere onderverdeling.

De bovengrens wordt gebaseerd op de oude bovengrens van $10 \text{ ge}/\text{m}^3$.

Deze bovengrens krijgt een GES-score van 6, omdat deze grens als een soort MTR wordt beschouwd. Het MTR van stank is niet te vergelijken met het MTR van toxische stoffen. Toch wordt bij stank bij overschrijding van deze bovengrens gekozen voor een score 6, om tot uitdrukking te brengen dat stank wel degelijk een gezondheidsprobleem is en dat erg hoge geurbelastingen ontoelaatbaar worden geacht. Daarom wordt bij een overschrijding van deze bovengrens of 10% ernstig gehinderden de score van 6 toegekend.

Ook wordt bij de indeling deels aangehaakt bij het streven van de overheid om maximaal 12% gehinderden en geen ernstig gehinderden te hebben. Wordt dit niet gehaald dan wordt een GES-score van 4 toegekend.

De indeling in GES-scores, waarbij de geurconcentraties en percentage ernstig gehinderden aan elkaar gekoppeld zijn via de algemene dosis-responsrelatie, ziet er dan als volgt uit:

Hinder (%)	Ernstige hinder (%)	Geurconcentratie P98 (ge/m ³)	GES-score
0	0	0	0
0 – 5	0	0 – 1	1
5 – 12	0 – 3	1 – 3	3
12 – 25	3 – 10	3 – 10	4
≥ 25	≥ 10	≥ 10	6

Allereerst wordt getoetst aan hinder en ernstige hinder. De hoogste score wordt genomen. Pas als er geen gegevens zijn over (ernstige) hinder wordt er getoetst aan de geurconcentratie. Voor de bedrijfstakken die genoemd zijn in de Bijzondere Regelingen wordt dezelfde indeling gehanteerd. Deze is echter gebaseerd op de in de NeR genoemde dosis-responsrelatie:

Bedrijfstak	Geurconcentratie P98 (ge/m ³)*	GES-score
Alle	0	0
Alle	0 – 1	1
Diervoederbedrijven	1 – 2 ge/m ³ of 0,7 – 1,4 ou _E /m ³ ≥ 2 ge/m ³ of ≥ 1,4 ou _E /m ³	4 6
Bierbrouwerijen	1 – 3	4
Compostering groenafval	≥ 3	6
Rioolwaterzuivering		
Slachterijen		
Groenvoerdrogerijen	1 – 5	4
Vleeswarenbedrijven	≥ 5	6
GFT-compostering	1 – 6	4
	≥ 6	6
Geur- smaakstoffenindustrie	1 – 7	4
Koffiebranderijen	≥ 7	6
Asfaltmenginstallaties	1 – 10	4
Beschuit- en banketindustrie	≥ 10	6
Grote bakkerijen		

* 2 ge/m³ = 1 ou_E/m³

Voor een bedrijf waarvoor geen bijzondere regeling is opgesteld en geen relatie tussen geurbelasting en (ernstige) hinder bekend is, maar wel een hedonische waarde is bepaald, wordt voor een indeling van GES-scores uitgegaan van de hedonische waarde. Een GES-score van 6 wordt dan toegekend aan de geurconcentratie waarbij de hedonische waarde -2 is, omdat bij die hedonische waarde ernstige hinder wordt verwacht.

De GES-score indeling ziet er dan als volgt uit:

Geurconcentratie (P98) met hedonische waarde	GES-score
0 tot -0,5	1
-0,5 tot -1	3
-1 tot -2	4
≤ -2	6

Is er voor een bedrijf geen hinderonderzoek gedaan, geen bijzondere regeling in de NeR opgenomen en geen hedonische waarde bekend dan wordt de indeling van GES-scores op de algemene relatie tussen geurbelasting en hinder gebaseerd. Deze ziet er dan als volgt uit.

Bedrijfstak	Geurconcentratie P98 (ge/m ³)*	GES-score
Overige bedrijfstakken	0	0
	0 – 1	1
	1 – 10	4
	≥ 10	6

Intensieve veehouderijen

De Wet geurhinder en veehouderij (Wvg) maakt bij de normstelling onderscheid in concentratiegebieden en bebouwde kom. De GES-methode maakt bij de indeling van GES-scores geen onderscheid in gebieden. Zo wordt bijvoorbeeld voor geluid van wegverkeer eenzelfde indeling gehanteerd ongeacht of het een gebied betreft in de binnenstad van een grote stad of een buitengebied. Ook voor de stank van industriële bronnen wordt bij de beoordeling geen onderscheid gemaakt in gebieden. Op deze wijze kan de blootstelling, in dit geval de geurbelasting, in verschillende gebieden met elkaar vergeleken worden. De GES-methode is immers een screeningsinstrument. Nadat de blootstelling met behulp van de GES-methode in beeld is gebracht en bijvoorbeeld gebieden of planvarianten met elkaar vergeleken zijn, kan een nadere afweging plaats vinden. Dit kan door lokale aspecten er bij te betrekken, zoals bijvoorbeeld dat er wellicht minder óf meer wordt ervaren dan volgens een algemene dosis-effectrelatie verwacht wordt.

De GES-scores zijn gebaseerd op het percentage (ernstig) gehinderden in niet-concentratiegebieden. In deze gebieden is het percentage (ernstig) gehinderden hoger dan in concentratiegebieden bij gelijke geurconcentraties. Er wordt daarmee gekozen voor de dosis-effectrelatie, die relatief de hoogste hinderpercentages geeft.

In vergelijking met industriële bedrijven is het percentage ernstige hinder door geur van intensieve veehouderijen bij 10 ge/m³ (LTFD-model) of 6 ou_E/m³ (NNM; V-Stacks) een factor 2 lager. Het percentage hinder en de geurconcentratie van 10 ge/m³ in niet-concentratiegebieden komen echter goed overeen met de niveaus, waarbij voor de stank van industriële bedrijven een GES-score van 6 is toegewezen. De hierbij behorende geurconcentratie van 6 ou_E/m³ is ongeveer het gemiddelde van de hoogst toegestane waarden uit de Wgv voor de vier gebieden en valt binnen alle bandbreedten.

Voor pelsdieren waren in de Richtlijn 1996 afstanden voor de vier omgevingscategorieën gegeven, in de Regeling geurhinder veehouderij (2007) worden alleen de afstanden voor binnen en buiten de bebouwde kom gegeven. Deze gebieden komen overeen met de 'oude' omgevingscategorieën I en III. In het onderzoek van PRA is geschat dat de geurconcentratie op de bij deze categorieën behorende afstanden respectievelijk 7 en 20 ge/m³ is. Aangezien voor intensieve veehouderijen met dieren waarvoor een geuremissiefactor bekend is een GES-score van 6 toegekend wordt aan 10 ge/m³, dit is de geurconcentratie behorende bij de 'oude' omgevingscategorie II, wordt hiervoor ook voor pelsdieren gekozen.

De afstanden zijn dan als volgt:

Aantal ouder nertsen*	Afstanden (m)	
	Categorie I	Categorie II
<1.000	175	150
1.000 - 1.500	200	175
1.500 - 3.000	225	200
3.000 - 6.000	250	225
6.000 - 9.000	275	250
> 9.000	> 275**	> 250**

* Voor bedrijven waar vossen of zowel nertsen als vossen voorkomen worden 15 nertsen gelijk gesteld aan 10 vossen ouderdieren.

** Voor elke extra 3.000 fokteven boven 9.000 fokteven wordt de afstand met 25 meter extra vergroot.

Voor intensieve veehouderijen, inclusief pelsdieren, leidt dit tot de volgende GES-scores:

Hinder (%)	Ernstige hinder (%)	Geur concentratie (P98 ge/m ³) LTFD	Geur concentratie (P98 ou _E /m ³) NNM (VStacks)	Pelsdieren afstanden (m)	GES-score
0	0	0	0	≥ Afstand categorie I	0
0 – 5	0	0 – 1	0 – 1		1
5 – 20	0 – 3	1 – 7	1 – 5		3
20 – 25	3 – 5	7 – 10	5 – 6	Afstand categorie II – Afstand categorie I	4
≥ 25	≥ 5	≥10	≥ 6	≤ Afstand categorie II	6

C - Bedrijven en geluidhinder

Emissie en verspreiding

Industriële bedrijven

Voor industrielawaai is er een standaard rekenmethode om de geluidbelasting voor de omgeving te berekenen: Handleiding meten en rekenen industrielawaai.

Door akoestisch onderzoek wordt de geluidemissie van de verschillende bronnen van een inrichting als kranen, installaties en voertuigen geïnventariseerd. Deze emissie wordt per inrichting opgeteld.

De verspreiding van het geluid wordt vervolgens berekend. Deze is afhankelijk van de volgende factoren:

- de hoogte van de geluidsbron
- afstand
- luchtdemping
- bodemdemping
- meteorologische factoren
- afscherpende werking door objecten

Voor beoordeling van de geluidbelasting van industrie is nog de continuïteit en de karakterisering van het geluid van belang. Impulsgeluiden en hoge tonen, zoals bijvoorbeeld optreden bij gas afblazen, sissen, fluiten, hameren en bonken, zijn bijvoorbeeld veel hinderlijker.

Volgens de Wet Geluidhinder, Besluit categorie A-inrichtingen, zijn de zogenaamde grote lawaaimakers als A-inrichtingen aangewezen. Voor deze bedrijven op een bedrijfsterrein gelegen is een akoestisch onderzoek verplicht. Hierbij moet de ligging van de contour waar de geluidbelasting 50 dB(A) is, aangegeven worden. Als op een bedrijfsterrein meer geluidbronnen zijn wordt voor het gehele bedrijfsterrein een rond het terrein gelegen geluidzone van 50 dB(A) vastgesteld. Dit zijn zogenaamde gezoneerde bedrijfsterreinen.

Als geluidmaat voor industrieel geluid geldt de etmaalwaarde, L_{etm} . Hieronder verstaat men de hoogste waarde van de volgende drie equivalente geluidsniveaus (L_{Aeq}):

- . de L_{Aeq} over de dagperiode tussen 07.00 en 19.00 uur;
- . de L_{Aeq} over de avondperiode tussen 19.00 en 23.00 uur, verhoogd met 5 dB;
- . de L_{Aeq} over de nachtperiode tussen 23.00 en 07.00 uur, verhoogd met 10 dB.

De L_{den} is de nieuwe uniforme Europese dosismaat. Dit is het equivalente geluidsniveau over een etmaal (day, evening, night). Het etmaal is verdeeld in eenzelfde dag-, avond- en nachtperiode als bij de L_{etm} . Ook wordt de geluidbelasting gedurende de avond- en nachtperiode op dezelfde wijze opgehoogd. Het verschil met de etmaalwaarde (L_{etm}) is dat bij L_{den} niet de hoogste waarde wordt genomen van de dag, avond of nacht, maar de equivalente waarde over de 3 dagdelen. Bovendien is de waarde van een L_{etm} veelal gebaseerd op metingen of berekeningen in een representatieve situatie, terwijl de L_{den} een jaargemiddelde moet zijn. Om aan te geven dat het om een L_{den} gaat wordt de meeteenheid opgeschreven als dB, hoewel de L_{den} ook 'A-gewogen' is.

Een akoestisch onderzoek wordt veelal uitgevoerd door een technisch adviesbureau.

Deze informatie is dus beschikbaar bij de vergunningverlenende instantie (gemeente of provincie).

Voor de kleine lawaaimakers, die niet op een bedrijfsterrein liggen, zoals een garagebedrijf of drukkerij, regelt de Wet Milieubeheer en de milieuvergunning welke milieubelasting er mag zijn. In Algemene Maatregelen van Bestuur zijn voor diverse categorieën bedrijven algemene regels opgesteld: de zogenaamde 8.40 AMvB's. Hierin zijn ook eisen voor de geluidbelasting opgenomen.

In het kader van de EU-Richtlijn Omgevingslawaai moeten gemeenten en provincies inrichtingen die een geluidbelasting van 55 dB (L_{den}) of meer ter plaatse van woningen veroorzaken op een geluidbelastingkaart aangeven. In het Besluit Omgevingslawaai 2004 is aangegeven, dat deze geluidbelastingkaarten voor agglomeraties met een bevolking van meer dan 250.000 personen in een eerste tranche voor juni 2007 moeten worden opgesteld. In 2012, in de tweede tranche, moeten deze geluidbelastingkaarten worden gemaakt voor agglomeraties met een bevolking van meer dan 100.000 personen. Voor gezoneerde industrieterreinen moet de vastgestelde geluidzone weergegeven worden. Voor individuele bedrijven moet de contour van de vergunde geluidbelasting weergegeven worden. Aangezien de geluidbelasting in L_{etm} is aangegeven wordt in de praktijk de geluidzone overgenomen met de veronderstelling dat $L_{den} = L_{etm}$.

Windturbines

In 2007 stonden er in Nederland 1840 windturbines. Vijf gemeenten produceren ruim de helft van alle windstroom: Zeewolde, Wieringermeer, Dronten, Rotterdam en Lelystad. In de provincies Flevoland, Noord-Holland, Zuid-Holland en Friesland staan de meeste windmolens. Samen produceren ze bijna 85 procent van alle windstroom.

Windturbines wekken op eenzelfde manier elektriciteit op als een fietsdynamo. De wind laat de rotorbladen draaien. De rotorbladen zitten vast aan de hoofdas of naaf, waarvan de draaiende beweging wordt versneld in een tandwielkast. De sneldraaiende as drijft op zijn beurt een generator aan die elektriciteit opwekt. Tandwielkast en generator zijn ondergebracht in de gondel bovenop de mast. Een windvaan op de gondel meet de windrichting. Zodra de windrichting verandert, zorgt een kruimotor ervoor dat de gondel weer recht op de wind wordt gericht. Sommige windturbines zijn 100 meter hoog en hebben een spanwijdte van 70 meter.

Het geluid van een windturbine bestaat uit mechanisch geluid van de tandwielkast en generator in de gondel en het aërodynamische geluid van de rotorbladen in de wind. Bij de huidige moderne grote windturbines heeft men o.a. door isolatie van de gondel het mechanische geluid aanzienlijk weten te verminderen. Het aërodynamische geluid van de rotorbladen is hierdoor meestal bepalend. Het is een zovend geluid dat in niveau fluctueert als een rotorblad langs de mast gaat.

Het aërodynamische geluidniveau is afhankelijk van de grootte van de rotorbladen en in sterke mate van de snelheid waarmee deze ronddraaien en daarmee van de windsnelheid. De windturbine gaat draaien bij 4 m/s (windkracht 3) en het geluid neemt vervolgens toe naarmate het harder gaat waaien.

Het geluidsniveau van een windturbine wordt vaak gekarakteriseerd door de bronsterkte. Dit is het uitgezonden geluidvermogen bij een windsnelheid op 10 meter hoogte. Hierbij wordt een vast verband verondersteld tussen de windsnelheid op 10 meter hoogte en op grotere hoogtes in een stabiele atmosfeer. Bij hoge windsnelheden kan het windturbinegeluid worden overstemd door het achtergrondgeluid (bijvoorbeeld ruisende bomen en het geluid van de wind langs de gevel). In de praktijk komt dit weinig voor.

Als de bronsterkte bekend is, dan kan het geluidniveau op vergelijkbare wijze als bij industrielawaai op verschillende afstanden berekend worden door rekening te houden met dezelfde dempende en afschermende factoren.

In sommige gevallen leidt dit vooral bij hoge windturbines tot een onderschatting van de geluidniveaus. Uit onderzoek blijkt namelijk, dat er soms 's nachts een instabiele atmosfeer is en het op grotere hoogtes veel harder waait vergeleken met de windsnelheid op 10 meter hoogte dan verwacht (van den Berg, 2006). Dit heeft als gevolg dat de windturbine een hoger geluidniveau produceert dan verwacht en dat de fluctuatie van het geluidniveau groter is als een rotorblad de mast passeert. Bij een relatief lage windsnelheid op leefniveau wordt het geluid ook niet overstemd door het achtergrondgeluid.

Het huidige Besluit Algemene Regels voor Inrichtingen Milieubeheer (Activiteitenbesluit) gaat er van uit, dat als het gezamenlijk vermogen van windturbines kleiner is dan 15 MW en de afstand tussen een afzonderlijke windturbine en een woning groter is dan viermaal de hoogte van de as van de windturbine er geen geluidhinder voorkomt. Er is dan geen akoestisch onderzoek nodig. Het Activiteitenbesluit bepaalt dat als het vermogen groter of de afstand geringer is er een milieuv vergunning aangevraagd en de bronsterkte bepaald moet worden zo is in opgenomen. Deze informatie is dan beschikbaar bij de vergunningverlenende instantie.

Gezondheidskundige beoordeling

De blootstelling aan geluid kan een breed scala aan nadelige gezondheidseffecten veroorzaken. De belangrijkste gezondheidseffecten van blootstelling aan lagere niveaus van geluid zoals die veelvuldig in de woonomgeving voorkomen zijn (ernstige) hinder en slaapverstoring. Er zijn aanwijzingen dat bij hogere geluidbelastingen andere effecten als ischemische hart- en vaatziekten en verhoogde bloeddruk kunnen optreden. Voor een uitgebreidere beschrijving van de gezondheidseffecten en de geluidniveaus in Nederland wordt verwezen naar Module G - Wegverkeer en geluid.

Hinder

Recent is een algemene relatie tussen industrielawaai en hinder opgesteld. Deze is gebaseerd op een onderzoek door TNO bij verschillende bedrijven in Nederland. Het is daarmee op een veel geringer aantal gegevens gebaseerd dan waarop bijvoorbeeld de relatie tussen hinder en geluid van wegverkeer is gebaseerd. De resultaten moeten dan ook met enige voorzichtigheid gehanteerd worden.

De relatie is opgesteld voor bedrijven, uitgezonderd impuls geluid en seizoensbedrijven.

Hinder begint op te treden bij etmaalwaarden van 40 dB(A), ernstige hinder bij een etmaalwaarde van circa 42 dB(A).

De mate van hinder wordt niet alleen bepaald door de geluidbelasting. Ook zogenaamde niet-akoestische factoren zoals de mening over het lokale geluidbeleid, het onnodig geacht zijn van de geluidsproductie, ergernis over het gedrag van degene die het geluid produceert of angst zijn belangrijk. De bron van het geluid is eveneens van belang. Bij stijgende geluidbelasting neemt de hinder van vliegverkeer het sterkst toe, vervolgens die van bedrijven, van wegverkeer en tenslotte die van railverkeer.

Voor het schatten van het aantal gehinderden wordt gebruikt gemaakt van de L_{den} , het equivalente geluidsniveau over een etmaal (day, evening, night).

De relatie tussen percentage ernstig gehinderden (HA) en de geluidbelasting wordt op basis van het onderzoek van TNO als volgt geschat (TNO-PG, 2004):

$$\%HA = 36,307 - 1,886 * L_{den} + 0,02523 * L_{den}^2$$

In het kader van Europese richtlijnen is in de in 2007 van kracht geworden wijziging van de Wet Geluidhinder voor wegverkeers- en spoorgeluid overgestapt op de Europese dosismaat L_{den} . Er is echter voor gekozen om voor industrielawaai voorlopig de L_{etm} te blijven hanteren, omdat een overstap op L_{den} niet beleidsneutraal uitgevoerd kon worden. De grenswaarden die nu in L_{etm} zijn aangegeven kunnen namelijk niet zondermeer omgezet worden in een gelijkwaardige grenswaarde uitgedrukt in L_{den} door de relatief grote verschillen tussen industrieterreinen in de verdeling van het geluid over de dag, avond en nacht.

Bij omrekening van L_{etm} naar L_{den} door de Provincie Zuid-Holland voor een redelijk representatieve doorsnee uit hun vergunningbestand was het verschil afgerond 1 dB(A).

In de bij het Reken- en Meetvoorschrift geluidhinder (2006) opgenomen rekenmethode om de gecumuleerde geluidbelasting te berekenen wordt uitgegaan van een verschil van 2 dB(A). Dit is gelijk aan het verschil dat ook gehanteerd wordt bij het geluid van weg- en railverkeer.

Wordt een verschil van 2 dB(A) tussen L_{den} en L_{etm} genomen, dan kan het aantal ernstig gehinderden bij een geluidbelasting uitgedrukt in L_{den} of in L_{etm} als volgt geschat worden:

Geluidbelasting L_{den} (dB)	Geluidbelasting L_{etm} (dB(A))	Ernstig gehinderden (%)
45	47	3
50	52	5
55	57	9
60	62	14
65	67	20
70	72	28

Er zijn enkele studies naar de relatie tussen de geluidbelasting door windturbines en hinder uitgevoerd.

Begin negentiger jaren is de relatie en de factoren die deze relatie beïnvloeden in een onderzoek in Nederland, Duitsland en Denemarken onderzocht (Wolsink et al., 1993). Er werd slechts een zwakke relatie gevonden tussen de geluidbelasting en hinder.

In Zweden zijn recenter twee studies gedaan. In 2000 werd de hinder vastgesteld met behulp van enquêtes bij 351 bewoners in de omgeving van in totaal 16 windturbines (Pederson and Persson Way, 2004). Het terrein in de studiegebieden was open en vlak. Voor "erg gehinderd" was er voor geluidbelastingen hoger dan 35 dB(A) een significante dosis-effectrelatie; bij 40 dB(A) was 25% erg gehinderd.

In 2005 werd eenzelfde studie uitgevoerd bij 754 personen, maar nu in heuvelachtige en stedelijke gebieden (Pederson, 2007). Het percentage gehinderden in deze studie was erg laag namelijk bij 40 dB(A) circa 5 %. Er kon geen statistisch significante dosis-effect relatie vastgesteld worden.

Van den Berg et al. (2008) onderzochten met behulp van een enquête de relatie tussen de geluidbelasting en hinder bij 725 personen wonend binnen 2,1 km van een windturbine in Nederland. De geluidbelasting varieerde van 24 tot 54 dB(A). Bij een toename van de geluidbelasting van 30 tot 45 dB(A) nam het percentage erg gehinderden toe. Bij een geluidbelasting van 40 – 45 dB(A) was 12% erg gehinderd. Bij hogere geluidbelastingen nam het percentage ernstig gehinderden echter weer af.

Geschat wordt dat het geluidbelastingniveau zoals dat berekend wordt als gevolg van de emissie van windturbines circa 5 ± 2 dB(A) hoger is dan een L_{den} (Van den Berg et al., 2008).

Een dosis-effect relatie kan nog niet worden opgesteld.

Slaapverstoring

De relatie tussen het geluid van bedrijven 's nachts en het percentage ernstige slaapverstoring is niet bekend. Aangezien de relatie tussen ernstige hinder en het geluid van bedrijven het meest vergelijkbaar is met de relatie voor wegverkeer wordt het percentage ernstig slaapverstoorden door geluid van bedrijven geschat op basis van de relatie tussen weggeluid en slaapverstoring. Deze is als volgt:

$$\%HS = 20,8 - 1,05 L_{Aeq,23-7h} + 0,01486 (L_{Aeq,23-7h})^2$$

Dit houdt in:

Geluidbelasting $L_{Aeq,23-7h}$ (dB(A))	Ernstig slaapverstoorden (%)
45	4
50	5
55	8
60	11
65	15
70	20

Voor windturbines ontbreekt ook een dosis-effect relatie voor slaapverstoring.

Hart- en vaatziekten

Er zijn voldoende aanwijzingen voor een causaal verband tussen geluidbelasting en hart- en vaatziekten. Door het vaak ontbreken van statistische significantie in de epidemiologische studies is er echter nog geen sluitend bewijs voor, is er nog geen betrouwbare kwantitatieve dosis-respons relatie op te stellen en is nog niet precies bekend bij welke geluidbelastingen gezondheidseffecten als ischemische hart- en vaatziekten en verhoogde bloeddruk kunnen optreden. Voor wegverkeer wordt vooralsnog uitgegaan van een toename van deze effecten boven een L_{den} van 60 dB (zie Module G Wegverkeer en geluid).

Grenswaarden

De Wet Geluidhinder geeft als voorkeursgrenswaarde voor de geluidbelasting voor industrie aan de gevel van nieuwe en bestaande woningen 50 dB(A) (L_{etm}).

De maximaal toelaatbare geluidbelasting is 55 dB(A) voor nieuwbouw. Als bij een bedrijfsterrein een geluidszone van 50 dB(A) geldt dan mag deze maximaal toelaatbare geluidbelasting alleen toegepast worden als daarvoor ontheffing is gegeven.

Voor bestaande woningen is de maximaal toelaatbare geluidbelasting 60 dB(A).

Er zijn ook bepalingen voor het geluidsniveau in de woning, het binnenniveau, met gesloten ramen. Deze is voor nieuwe en bestaande woningen 35 dB(A). Gezien de isolerende werking van moderne gevels, is het bij nieuwe woningen pas interessant om bij een gevelbelasting van 60 dB(A) extra gevelmaatregelen te nemen.

De Handreiking Industrielawaai en vergunningverlening geeft maximale geluidsniveaus, L_{max} , van 70 dB(A) voor overdag, 65 dB(A) voor 's avonds en 60 dB(A) voor 's nachts. Vooral voor de kleinere lawaaimakers geeft de Handreiking ook mogelijke grenswaarden voor de geluidbelasting voor verschillende situaties. Voor diverse getypeerde woonwijken lopen deze overdag uit een van 45 – 55 dB(A), 's avond van 40 – 50 dB(A) en 's nachts van 35 – 45 dB(A).

De AMvB "Besluit Voorzieningen en Installaties Milieubeheer" geeft voor installaties zoals windturbines grenswaarden voor het langtijdgemiddeld beoordelingsniveau ($L_{Ar,LT}$) nabij woningen van 50 dB(A) (dagperiode), 45 dB(A) (avondperiode) en 40 dB(A) (nachtperiode). Dit langtijdgemiddeld beoordelingsniveau is het equivalent geluidniveau over een (on)bepaalde periode. Specifiek voor het geluid van windturbines zijn op basis van de nachtelijke grenswaarde van 40 dB(A) grenswaarden gegeven die afhankelijk zijn van de windsnelheid: de Windnormcurve (WNC40). Bij hogere windsnelheden is namelijk het maskerende achtergrondgeluidniveau ook hoger. De windsnelheden worden gemeten op 10 meter hoogte. Bij zwakke wind (0-2 m/s) is de grenswaarde 40 dB(A). Bij 7 m/s, dit is de windsnelheid waarbij volgens de Handleiding meten en rekenen Industrielawaai gemeten moet worden, is de grenswaarde 43 dB(A).

De minister van VROM is voornemens om dit beoordelingssysteem voor windturbines aan te passen waardoor o.a. beter rekening gehouden kan worden met de geluidproductie van hoge windturbines. Hierbij zal de nu in het beoordelingssysteem gebruikte $L_{Ar,LT}$ in dB(A) vervangen worden door de L_{den} in dB. Het streven is om eind 2008 een ontwerp-regeling gereed te hebben, zodat deze begin 2009 in de parlementaire besluitvormingsprocedure kan worden gebracht (VROM, 2008).

Voor het plaatsen van een windturbine is een bouwvergunning nodig. O.a. als het totale vermogen van de windturbines meer is dan 15 MW en de afstand tot een woning geringer is dan viermaal de ashoogte is er volgens het Activiteitenbesluit tevens een milieuvergunning nodig.

GES-score

Net als bij wegverkeer wordt het MTR en daarmee GES-score 6 gebaseerd op het optreden van hart- en vaatziekten. Er zijn voldoende aanwijzingen voor een causaal verband tussen geluidbelasting en deze ziekten. Er is echter nog geen betrouwbare kwantitatieve dosis-respons relatie op te stellen en er is nog niet precies bekend bij welke geluidbelastingen de effecten zouden kunnen optreden.

Voor wegverkeer wordt vooralsnog uitgegaan van een drempel voor deze effecten bij een L_{den} boven 60 dB. Het is niet bekend of dit ook voor het geluid van bedrijven geldt. Zolang hier niet meer informatie over is, wordt vooralsnog uitgegaan van eenzelfde relatie en drempel. Een GES-score van 6 wordt voor bedrijven voor de etmaalwaarde gelijk gesteld aan die voor wegverkeer, namelijk bij een L_{etm} van 65 dB(A). Voor de gezondheidskundige beoordeling van de geluidbelasting onder een L_{etm} van 65 dB(A) wordt net als bij wegverkeer het optreden van ernstige hinder als uitgangspunt genomen. Geluid van bedrijven is hinderlijker dan het geluid van wegverkeer, zodat de GES-scores onder 6 iets verschillen.

Bij het percentage ernstige hinder wordt tevens vermeld hoeveel procent slaapverstoring er vermoedelijk optreedt. De mate van slaapverstoring wordt op grond van de equivalentenachtwaarde van de geluidbelasting geschat. Om te schatten hoeveel slaapverstoring er bij een bepaald percentage ernstige hinder is, worden de L_{etm} en L_{den} eerst omgezet in de equivalentenachtwaarde. Bij continue werkende industrie is de geluidbelasting 's nachts meestal lager dan die overdag. Over het algemeen is $L_{Aeq,23-7}$ circa 6 dB(A) lager dan de L_{den} en circa 8 dB(A) lager dan de L_{etm} .

Voor de schatting van het percentage ernstig slaapverstoorden wordt gebruik gemaakt van de relatie voor het geluid van wegverkeer vanwege het ontbreken van informatie over deze relatie voor het geluid van bedrijven. Bij een L_{den} van bijvoorbeeld 60 dB is het percentage ernstig gehinderden 14%. Bij een L_{den} van 60 dB zou de $L_{Aeq,23-7}$ over het algemeen 54 dB(A) zijn. Bij deze nachtwaarde is het percentage ernstig slaapverstoorden 7%.

Voor de GES-score is dus het percentage ernstig gehinderden (14%) het uitgangspunt, maar wordt er bij vermeld dat het geschatte percentage ernstig slaapverstoorden dan circa 7% is.

Over het algemeen is alleen de L_{etm} bekend. De GES-score wordt op die geluidmaat gebaseerd, waarbij er van wordt uitgegaan, dat er een verschil van 2 dB(A) zit tussen de L_{etm} en de L_{den} . Is de $L_{Aeq,23-7}$ bekend dan wordt het percentage ernstig slaapverstoorden op die waarde gebaseerd. Dit heeft echter geen invloed op de GES-score.

De indeling voor industrielawaai ziet er dan als volgt uit:

Geluidbelasting		Ernstig gehinderden (%)	Geschatte geluidbelasting $L_{Aeq,23-7}$ dB(A)	Ernstig slaapverstoorden (%)	GES-score
L_{etm} dB(A)	L_{den} dB				
<45	<43	<2	<37	<2	0
45 – 49	43 – 47	2 – 4	37 – 41	2 – 3	1
50 – 54	48 – 52	4 – 7	42 – 46	3 – 4	3
55 – 64	53 – 62	7 – 18	47 – 56	4 – 9	5
65 – 69	63 – 67	18 – 25	57 – 61	9 – 13	6
≥70	≥68	≥25	≥62	≥13	7

Voor windturbines ontbreekt nog een specifieke dosis-effect relatie. Bovendien wordt een nieuw beoordelingssysteem met een overgang naar L_{den} voorbereid, dat eind 2008 moet uitmonden in een ontwerp-regeling. Vooralsnog wordt daarom een aparte GES-score indeling voor windturbines achterwege gelaten.

Voor de beoordeling van gelijktijdige blootstelling aan geluid van bedrijven en van wegverkeer wordt verwezen naar Module G - Wegverkeer en geluid.

D - Bedrijven en externe veiligheid

Emissie en verspreiding

Tijdens de productie, opslag, verwerking en het transport van gevaarlijke stoffen kunnen zich ongevallen voordoen. Hierdoor kan brand of een explosie ontstaan of kunnen er toxische stoffen vrijkomen.

Het gaat om de volgende soort bedrijven:

- Grotere chemische bedrijven.
- Raffinaderijen.
- Bedrijven met op- en overslag van gevaarlijke stoffen, zoals ammoniakkoelinstallaties, SO₂-tanks, LPG-tankstations, bestrijdingsmiddelenopslag, verfmagazijnen en vuurwerkopslag.
- Spoorwegemplacementen, waar gevaarlijke stoffen worden gerangeerd, overlaadstations en 'railservice-centra'.
- Transport- en distributiebedrijven.
- Bedrijven waar stofexplosies mogelijk zijn (graansilo's).

Externe veiligheid wordt uitgedrukt in de kans dat ongevallen zich voordoen en de omvang van de gevolgen. De omvang van de gevolgen wordt meestal uitgedrukt in een overlijdensrisico. Het Plaatsgebonden Risico is de kans dat op een bepaalde plek buiten de inrichting een dodelijk slachtoffer valt. Dit combineert dus de kans dat er een ongeval optreedt, bijv. 10^{-4} /jaar, met de kans op overlijden op een bepaalde plek, bijv. 1% oftewel 10^{-2} . Het PR is dan $10^{-4} \times 10^{-2} = 10^{-6}$ /jaar. Op basis van het Plaatsgebonden Risico zijn contouren te tekenen rond de inrichting. Deze risicocontouren verbinden plekken met gelijk risico.

Het Groepsrisico (GR) beschrijft de kans op een ongeval en geeft het aantal dodelijke slachtoffers aan. Het geeft dus niet de kans op overlijden op een bepaalde plaats aan, maar houdt rekening met de verdeling en de dichtheid van aanwezige bevolking rond de inrichting. Dit Groepsrisico wordt uitgedrukt in twee getallen.

Ten eerste is dat de kans dat er een ongeval optreedt, bijv. 10^{-4} .

Ten tweede is dit het aantal dodelijke slachtoffers dat minimaal te betreuen valt. Dit is dus het overlijdensrisico vermenigvuldigd met het aantal aanwezigen. Is het overlijdensrisico bijvoorbeeld 10^{-2} en zijn er bijvoorbeeld 1000 mensen aanwezig, dan is het aantal slachtoffers $10^{-2} \times 1000 = 10$.

Het Groepsrisico is dan een kans van 10^{-4} op 10 slachtoffers.

Zo zijn er rond de inrichting allerlei Groepsrisico's te berekenen: bijvoorbeeld de kans dat er 100 en de kans dat er 1000 slachtoffers zullen vallen. Deze Groepsrisico's zijn niet op een kaart aan te geven, omdat deze immers niet voor een bepaalde plaats bepaald worden, maar voor het hele gebied rond de inrichting. Contourlijnen zijn dus ook niet in te tekenen op een plattegrond. De berekende Groepsrisico's worden weergegeven in een grafiek, de F/N curve, waarbij op de Y-as de kans aangegeven wordt en op de X-as het aantal slachtoffers.

Het Plaatsgebonden Risico is afhankelijk van de bron en bijvoorbeeld weersomstandigheden, maar onafhankelijk van het aantal aanwezigen rond het bedrijf. Bij de bouw van extra woningen verandert het Plaatsgebonden Risico niet. Het Groepsrisico is wel afhankelijk van het aantal mensen dat rond de inrichting aanwezig is. Als er woningen rond het bedrijf worden bijgebouwd neemt het Groepsrisico toe.

Om het risicogebied van een bedrijf aan te geven worden ook letaliteitsgrenzen gehanteerd. Als effectafstand geldt bijvoorbeeld de afstand met een letaliteitsgrens van 50%. Dit is de afstand waarop het overlijdensrisico 50%, oftewel 0,5, is. De 1%-letaliteitsgrens wordt gehanteerd als de grens van het invloedgebied van de betrokken inrichting. Deze afstanden geven dus aan tot hoever de invloed van het bedrijf reikt als zich een ongeval voordoet. De kans dat een ongeval optreedt is niet verdisconteerd. De effectstraal geeft dus geen Plaatsgebonden Risico of Groepsrisico weer. In het Besluit externe veiligheid inrichtingen is bepaald dat als een Groepsrisico wordt berekend dit voor het invloedsgebied moet worden bepaald.

Het in 2004 in werking getreden Besluit Externe Veiligheid Inrichtingen (Bevi) en de ministeriële regeling "Regeling externe veiligheid inrichtingen" (Revi) leggen veiligheidsnormen op aan bedrijven die een risico vormen voor personen buiten het bedrijfsterrein. Het gaat daarbij onder meer om bedrijven die onder het Besluit Risico's Zware Ongevallen (BRZO) vallen, LPG-tankstations, opslagplaatsen, ammoniakkoelinstallaties en spoorwegemplacements. Of een bedrijf onder het BRZO valt kan bepaald worden aan de hand van een in het BRZO van 1999 opgenomen lijst met gevaarlijke stoffen en de in de inrichting minimaal aanwezige hoeveelheid van die stoffen.

De meest risicovolle bedrijven, de zogenaamde SEVESO-bedrijven, zijn verplicht een veiligheidsrapport op te stellen. Dit geldt voor circa 150 bedrijven in Nederland.

In het veiligheidsrapport is voor externe veiligheid een kwantitatieve risicoanalyse (QRA) opgenomen. Met behulp van computerprogramma's en een grote hoeveelheid bedrijfsgegevens worden Plaatsgebonden Risicocontouren van 10^{-4} , 10^{-5} , 10^{-6} , 10^{-7} en 10^{-8} berekend. Ook Groepsrisico's worden berekend en de F/N-curve wordt bepaald.

Het RIVM heeft een benchmark uitgevoerd door vijf gerenommeerde adviesbureaus een risicoanalyse uit te laten voeren van een denkbeeldige inrichting met gevaarlijke stoffen. De uitkomsten liepen ongeveer één orde van grootte uiteen. Medio 2007 is door de betrokken partijen één methode vastgesteld voor de kwantitatieve risicoanalyse (QRA). Deze 'Rekenmethodiek Bevi' is begin 2008 via de tweede tranche wijzigingen in het Revi vastgelegd. De rekenmethodiek Bevi bestaat uit het softwareprogramma Safeti-NL en de Handleiding Risicoberekeningen Bevi. Het Centrum Externe Veiligheid van het RIVM verzorgt de verspreiding van Safeti-NL.

Het veiligheidsrapport is beschikbaar bij de Provincie of de Gemeente.

Minder risicovolle inrichtingen, die toch onder het BRZO vallen, hoeven geen veiligheidsrapport op te stellen, maar zijn wel verplicht om informatie te leveren over de risico's. Van deze inrichtingen zijn geen Plaatsgebonden Risico's of Groepsrisico's bekend. Vaak is wel het 'maximum credible accident' bekend. Dit is de afstand waarop nog sprake kan zijn van letale effecten voor de bevolking gegeven het maximaal denkbare ongeval. Deze zogenaamde PBZO-bedrijven moeten wel een Preventie Beleid Zware Ongevallen hebben dat gevat is in een Veiligheidsbeheersysteem. Er zijn circa 140 PBZO bedrijven in Nederland.

Voor veel voorkomende inrichtingen waar externe veiligheid een rol speelt zijn er zogenaamde generieke richtlijnen. Deze zijn vervat in besluiten op basis van de Wet Milieubeheer (8.40) en daaruit voortvloeiende Algemene Maatregelen van Bestuur (AMvB's).

De richtlijnen zijn door de Commissie Preventie van Rampen (CPR) opgesteld en bevatten voorschriften voor gevaarlijke installaties, zoals bijvoorbeeld voor ammoniakkoelinstallaties, LPG tankstations en propaanopslag. De CPR-richtlijnen zijn vervangen door de Publicatiereeks Gevaarlijke stoffen (PGS), die VROM beheert. Voor een overzicht van deze CPR- of PGS-richtlijnen wordt verwezen naar Infomil (www.infomil.nl).

Er zijn naar schatting 2200 LPG tankstations en 1000 ammoniakkoelinstallaties. Daarnaast zijn er circa 320 zogenaamde CPR-15 inrichtingen. Dit zijn bedrijven waar meer dan 10 ton chemicaliën en/of bestrijdingsmiddelen liggen opgeslagen.

In de Revi zijn generieke afstanden voor een aantal bedrijfstakken opgenomen waarop een Plaatsgebonden Risico (PR) van 10^{-5} of 10^{-6} berekend wordt. De afstanden zijn afhankelijk van de aard van de stof, omvang en het type inrichting.

In een convenant LPG-Autogas, dat het ministerie van VROM met de LPG-sector in 2005 is gesloten is afgesproken, dat op alle LPG-tankauto's een hittewerende coating wordt aangebracht. Hierdoor zullen de risicoafstanden verkleinen. Deze gewijzigde afstanden zijn in een eerste wijziging van de Revi in 2007 opgenomen en gelden nu al voor bestaande LPG-tankstations, zodat deze niet gesaneerd hoeven te worden voor de korte periode dat nog niet alle tankauto's een hittewerende coating hebben. Als in 2010 alle tankauto's zijn voorzien van een dergelijke coating, dan zullen de gewijzigde afstanden ook gelden voor nieuwe LPG-tankstations. De afstanden van de Plaatsgebonden Risicocontouren van 10^{-5} en 10^{-6} kunnen als volgt worden samengevat:

Type bedrijf	Plaatsgebonden Risico's	Afstand tot kwetsbare en beperkt kwetsbare objecten (m)			Opmerkingen
LPG tankstation	10^{-5} 10^{-6} 10^{-7**} 10^{-8**}	Doorzet (m^3 /jaar)			Afstand vanaf het vulpunt
		< 1000		< 1500	
		25	25		
		45	110		
		210	225		
		280	295		
		Doorzet (m^3 /jaar)			Afstand tot het vulpunt, indien een hittewerende coating is aangebracht op de tankauto
		<500	500-1000	1000-1500	
	10^{-6}	25	35	40	
Opslag van gevaarlijke stoffen en bestrijdingsmiddelen in emballage CPR-15 inrichtingen	$PR = 10^{-6}$	20 – 430			Afhankelijk van oppervlakte opslagplaats en toegepaste brandbestrijdingssysteem en, bij lossen en laden, van bronsterkte en aantal handelingen.
Koel- en vriesinstallaties met ammoniak	10^{-6}	30 - 95			Afhankelijk van omvang installatie en de maximale werkteemperatuur.

*: Circa 10% van de LPG tankstations in Nederland heeft een grotere doorzet dan $1000 m^3$ /jaar.

** : Persoonlijke mededeling D. Riedstra (RIVM)

In de Revi wordt de grootte van het invloedsgebied gegeven waarvoor het Groepsrisico berekend moet worden:

Type bedrijf	Afstand (m) invloedsgebied	Opmerkingen
LPG	150	Doorzet < $1500 m^3$ /jaar
CPR-15	90 - 930	Afhankelijk van oppervlakte en brandbestrijdingssysteem
Koel- en vriesinstallaties met ammoniak	tot 400	Afhankelijk van omvang installatie en maximale werkteemperatuur

In de ministeriële regeling worden ook de dichtheden van aantal personen per hectare in de omgeving van de inrichting gegeven, waarbij nog voldaan wordt aan de oriëntatiewaarde van het Groepsrisico. Het Groepsrisico is berekend voor het invloedsgebied van de inrichting (de 1%-letaliteitsgrens).

Voor LPG tankstations wordt de afstand van het invloedsgebied en de maximale toegestane dichtheid bepaald door het risico op het ontstaan van een BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion). Hierbij ontstaat bij instantaan falen van een LPG reservoir een grote gaswolk die bij ontsteking verbrandt in een tientallen meters grote vernietigende vuurbal, waardoor ernstige schade kan ontstaan door directe verbranding, hittestraling en de drukgolf.

Type bedrijf	Afstand tot grens invloedsgebied (m)	Maximaal aantal personen per ha waarbij nog voldaan wordt aan het Groepsrisico		Opmerkingen
		10 ⁻⁵ - grens invloedsgebied ¹	10 ⁻⁶ - grens invloedsgebied ²	
LPG	150	16 9	17 19	Omzet < 1000 m ³ /jaar Omzet < 1500 m ³ /jaar

1: Bij aanwezigheid bebouwing in de zone 10⁻⁵ – 10⁻⁶

2: Bij afwezigheid bebouwing in de zone 10⁻⁵ – 10⁻⁶

Het RIVM heeft een stappenplan opgesteld, waarmee voor locatie specifieke omstandigheden, (hogere) maximale dichtheden rond een LPG tankstation kunnen worden bepaald. Hierbij worden 3 scenario's over het ontstaan van een BLEVE onderscheiden: na een aanrijding, na een omgevingsbrand of na langdurige lekkage tijdens het vullen door de tankauto. De risico's zijn o.a. afhankelijk van beschermingsmaatregelen en –voorzieningen en de locaties van vulpunt, LPG afleverzuil, de benzine afleverzuil en opstelplaatsen van de LPG tankauto en de benzine-tankauto. Op een website van de Ministeries van VROM en BZK en het IPO (www.groepsrisico.nl) is een rekentool beschikbaar waarmee op interactieve wijze met behulp van dit stappenplan en met invoer van locatiespecifieke omstandigheden redelijk eenvoudig maximale dichtheden rond een LPG tankstation afgeleid kunnen worden.

Ook spooreplacements vallen onder inrichtingen. Deze spooreplacements liggen veelal in de centra van grote steden. Voor emplacements wordt verwezen naar Module J Railverkeer en externe veiligheid.

In het landelijke Register Risicosituaties Gevaarlijke Stoffen (RRGS) wordt de risicosituatie van alle bedrijven die giftige, brandbare, explosieve en nucleaire stoffen verwerken of opslaan en alle transportroutes (waaronder vervoer via buizen) opgenomen. Het RRGS wordt beheerd door het Centrum voor Externe Veiligheid en vuurwerk (CEV), dat bij het RIVM is ondergebracht. Provincies en gemeenten zijn wettelijk verplicht om gegevens over alle risicovolle bedrijven aan het RRGS te leveren.

In dit landelijke register zijn de bedrijven met bijbehorende 10⁻⁶-risicocontour, groepsrisico en effectafstanden opgenomen. Voor een aantal bedrijfscategorieën (o.a. LPG-tankstations, ammoniakkoelinstallaties en PGS15-bedrijven die gevaarlijke stoffen opslaan) zijn de generieke 10⁻⁶-contourafstanden, zoals vastgelegd in de Revi, opgenomen.

De gegevens worden op risicokaarten weergegeven. Deze risicokaarten worden beheerd door de provincies en zijn te benaderen via de website www.risicokaart.nl.

Op de voor burgers toegankelijke risicokaarten zijn alleen de 10⁻⁶-contouren weergegeven. Op een professionele versie van de risicokaart zijn ook effectafstanden weergegeven. Toegang tot deze professionele versie van de risicokaart kan opgevraagd worden bij de provinciale beheerder van de risicokaart. Uitgangspunt voor zowel het register als de risicokaart is de vergunde situatie en niet de werkelijk benutte capaciteit. Dit kan een vertekend beeld ten aanzien van de risico's opleveren aangezien inrichtingen niet altijd de maximale, vergunde capaciteit realiseren of benutten. Eind 2007 hadden nog niet alle gemeenten alle risicovolle bedrijven op de risicokaart opgenomen. Er is op de risicokaart niet duidelijk aangegeven hoe compleet deze is.

Voor stationaire inrichtingen zijn vooral brongerichte en beschermende maatregelen van belang om de risico's te verlagen. Sprinklerinstallaties maken bijvoorbeeld LPG tankstations veel veiliger. Afhankelijk van de aard van de risico's kan de bouwwijze van omliggende woningen, een meestal geringe, invloed hebben. Bij brandgevaar kan een blinde gevel risico's verminderen, bij het risico op gifwolken is het van belang dat eventueel aanwezige mechanische ventilatiesystemen uitgezet kunnen worden. Bij explosiegevaar hebben bouwtechnische maatregelen weinig effect.

Gezondheidskundige beoordeling

Voor een beschrijving van de effecten van calamiteiten met gevaarlijke stoffen wordt een onderscheid gemaakt tussen giftige stoffen en brandbare of explosieve stoffen.

Bij stoffen met brand- of explosiegevaar kunnen brandwonden, rookvergiftiging, botbreuken, snijwonden en kneuzingen het gevolg zijn. Bij toxische stoffen gaat het om vergiftigingsverschijnselen.

In het veiligheidsbeleid worden echter alleen normen gehanteerd voor letale effecten, namelijk voor overlijdensrisico's. Hiervoor wordt onderscheid gemaakt in het Plaatsgebonden Risico en het Groepsrisico.

De vuurwerkcramp in Enschede heeft geleid tot een vernieuwing en aanscherping van het externe veiligheidsbeleid, zoals verwoord in het Nationaal Milieubeleidsplan 4 (NMP4) van 2001. In voortgangsrapportages aan de Tweede Kamer wordt verslag gedaan van de vorderingen. Maart 2002 is het Vuurwerkbesluit in werking getreden. In dit besluit zijn strikte veiligheidsafstanden opgenomen, die bij vergunningverlening in acht genomen moeten worden.

In de beleidsvernieuwing was aangekondigd de normen wettelijk vast te leggen en aan te scherpen. Dit heeft geresulteerd in een AMvB, het Besluit externe veiligheid inrichtingen (Bevi), dat in 2004 in werking is getreden.

In het beleid werden tot dusverre verschillende indelingen voor de kwetsbaarheid van bestemmingen gemaakt afhankelijk van het type risicobron en beschreven in de generieke regelingen. De bestemmingen in de verschillende regelingen werden in Bevi geharmoniseerd. Er wordt nu onderscheid gemaakt in kwetsbare en beperkt kwetsbare objecten ongeacht de risicobron.

Voor dit onderscheid wordt onder meer gelet op de verblijfsduur en de fysieke gesteldheid van bepaalde groepen mensen (kinderen, ouderen, zieken).

Kwetsbare objecten zijn bijvoorbeeld woningen (uitgezonderd bijvoorbeeld dienstwoningen of bepaalde lintbebouwing), scholen, ziekenhuizen en verpleeginrichtingen. Beperkt kwetsbare objecten zijn kantoren, hotels, winkels, cafés en bijvoorbeeld sport-, kampeer- en recreatieterreinen.

Voor kwetsbare objecten geldt zowel voor nieuwe als bestaande situaties een grenswaarde van 10^{-6} voor het Plaatsgebonden Risico. Voor beperkt kwetsbare objecten geldt voor het Plaatsgebonden Risico voor nieuwe situaties een grenswaarde van 10^{-6} en voor bestaande situaties één van 10^{-5} .

Situaties met kwetsbare objecten binnen de 10^{-5} -risicocontour moesten voor oktober 2007 zijn gesaneerd (urgente sanering). Situaties met kwetsbare objecten tussen de risicocontouren van 10^{-5} en 10^{-6} -risicocontour moeten uiterlijk in 2010 voldoen aan de 10^{-6} -risicocontour (niet urgente sanering).

Het onderscheid in kwetsbaarheid van objecten wordt niet gemaakt voor het Groepsrisico. Voor stationaire inrichtingen geldt de volgende normlijn van de F/N curve:

Kans van 10^{-5} /jaar op 10 slachtoffers

Kans van 10^{-7} /jaar op 100 slachtoffers

Kans van 10^{-9} /jaar op 1000 slachtoffers enzovoort.

Dus met een 10x zo groot aantal slachtoffers moet de kans daarop met een factor 100 afnemen.

Het Groepsrisico is een oriëntatiewaarde, omdat de aanvaardbaarheid van deze risico's een politiek-maatschappelijke afweging wordt geacht. Het Bevi stelt voor het Groepsrisico een transparante belangenafweging verplicht.

Treden er veranderingen in de lokale situatie rond de inrichting op, er worden bijvoorbeeld extra woningen gebouwd of de bestemming verandert van bestaande objecten, dan zijn in principe opnieuw berekeningen van Groepsrisico's nodig.

Ligt de 10^{-8} contour van het Plaatsgebonden Risico binnen de terreingrens dan hoeven geen Groepsrisico's berekend te worden. Voor ongevallen met toxische stoffen zal nieuwbouw buiten een zone van 1 km geen grote invloed hebben op de hoogte van het Groepsrisico. Voor brandbare stoffen ligt deze zone op 300 meter. Ook geldt dat het bouwen van een 10-tal woningen buiten de 10^{-7} contour geen invloed zal hebben op het Groepsrisico.

GES-score

Voor GES zal uitgegaan worden van het Plaatsgebonden Risico en het Groepsrisico.

Allereerst wordt een indeling gemaakt naar Plaatsgebonden Risico. Een score van 6 wordt gegeven bij een overschrijding van een risico van 10^{-6} , dat als Maximaal Toelaatbaar Risico (MTR) wordt beschouwd. Een risico van 10^{-8} wordt beschouwd als een verwaarloosbaar risico.

Wordt de oriëntatiewaarde van het Groepsrisico overschreden, dan wordt de hoogste GES-score toegekend, ook al wordt het MTR van het Plaatsgebonden Risico niet overschreden. Is het Groepsrisico niet bekend dan wordt alleen getoetst aan het Plaatsgebonden Risico.

De indeling ziet er dan als volgt uit:

Plaatsgebonden Risico	Overschrijding Oriëntatiewaarde Groepsrisico	GES-score
$< 10^{-8}$	nee	0
$10^{-8} - 10^{-7}$	nee	2
$10^{-7} - 10^{-6}$	nee	4
$> 10^{-6}$	ja	6

Is het Plaatsgebonden Risico van 10^{-7} niet bekend, dan wordt bij een risico tussen 10^{-8} en 10^{-6} een GES-score van 3 toegekend.

E - Wegverkeer en luchtverontreiniging⁴

Emissie en verspreiding

De emissies van luchtverontreiniging door wegverkeer worden voornamelijk bepaald door de kenmerken van het verkeer (verkeersintensiteiten, aandeel vrachtverkeer, aandeel milieu- klassen, type brandstof) en de afwikkeling van het verkeer (rijksnelheden, dynamiek, mate van congestie). De verspreiding van de luchtverontreiniging wordt bepaald door meteorologische omstandigheden en de geometrie die de mogelijkheden voor verdunning bepaalt.

Verspreidingsmodellen

Om de luchtkwaliteit ten gevolge van emissies van verkeer in beeld te brengen kan gebruik worden gemaakt van atmosferische verspreidingsmodellen. In de ministeriële regeling Beoordeling luchtkwaliteit 2007 en de door het Ministerie van VROM uitgegeven Handreiking Meten en Rekenen luchtkwaliteit uit 2007 is aangegeven welke twee standaardrekenmethoden voor het berekenen van de luchtkwaliteit langs wegen gehanteerd moeten worden. De kenmerken van bebouwing langs de weg bepaalt de keuze voor de te gebruiken standaardrekenmethode. Voor wegen binnen een stedelijke omgeving moet standaardrekenmethode 1 (SRM1) en voor wegen in het open veld standaardrekenmethode 2 (SRM2) gebruikt worden. In de Regeling beoordeling luchtkwaliteit 2007 is aangegeven dat het CAR-model voldoet aan SRM1 en het Voorspelingsstelsel Luchtkwaliteit Wegtracévarianten (VLW) aan SRM2. Gebruik van een andere methode is alleen mogelijk wanneer deze is goedgekeurd door de minister van VROM. Op de website van VROM is een overzicht opgenomen van de goedgekeurde rekenmodellen binnen hun toepassingsbereik. De lijst met goedgekeurde modellen wordt regelmatig geactualiseerd. De op dit moment (2008) goedgekeurde rekenmodellen die voldoen aan SRM2 zijn VLW 2.70 van Rijkswaterstaat, Pluimsnelweg 1.2 van TNO, ADMS Urban 2.3 van Flow Motion en Stacks+ 2006.4 en 2007.1 van de KEMA. De laatste twee modellen zijn ook geschikt voor toepassing van SRM1 en voor situaties die buiten het toepassingsbereik vallen van SRM1 en SRM2. Wanneer een model een rechtstreekse implementatie is van SRM1 is geen goedkeuring vereist voor het gebruik van dit model. Dit heeft met name betrekking op situaties waarbij een adviesbureau het CARII-model gebruikt maar daar een eigen naam aan heeft gegeven.

CAR-model

Voor berekening van de emissie en verspreiding van luchtverontreiniging als gevolg van wegverkeer hebben het RIVM, TNO en VROM het CAR-model ontwikkeld. CAR staat voor Calculation of Airpollution from Road traffic. Met dit model kunnen met gegevens over het verkeer en de omgeving per wegvak concentraties tot op een afstand van 30 meter of 60 meter loodrecht op de weg-as berekend worden.

De eerste versie van het model, CAR-AMvB, werd aan alle gemeenten met meer dan 40.000 inwoners ter beschikking gesteld. In 2002 kwam de Windows versie van CAR, CAR II, beschikbaar. De hierin opgenomen berekeningswijzen waren vergelijkbaar met die in CAR-AMvB. In de jaren daarop volgend zijn telkens nieuwere versies beschikbaar gekomen. In 2003 verscheen CARII versie 2.0, in 2004 versie 3.0, in 2005 versies 4.0 en 4.1, in 2006 versie 5.0 en in 2007 versie 6.0 en 6.1. De nieuwste versie van CARII, versie 7.0, wordt webbased aangeboden via: <http://car.infomil.nl>.

De uitgangspunten zijn hetzelfde gebleven; achtergrondconcentraties en emissiefactoren zijn telkens aangepast.

⁴ Gerelateerd aan dit onderwerp zijn de GGD Richtlijn Luchtkwaliteit en gezondheid en de GGD Richtlijn Smog verschenen met aanvullende informatie.

Alleen in versie 6.1 is een belangrijke wijziging in de berekeningswijze doorgevoerd. Uit onderzoek van het RIVM was namelijk gebleken, dat CARII systematisch in het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit (LML) gemeten concentraties overschatte. In CARII 6.1 zijn daarom de verdunningsfactoren voor alle wegtypen herschaald met een factor 0,62. Dit betekent, dat de met versie 6.1 berekende concentratiebijdragen maar 62% zijn van de met versie 6.0 berekende bijdragen.

De emissies van individuele voertuigen vertonen nog altijd een dalende trend. De emissiefactoren worden berekend op basis van de Europese eisen die aan de emissies van nieuwe voertuigen gesteld worden en de samenstelling van het wagenpark in Nederland. Elk jaar worden de nieuwe, lagere, emissiefactoren in CARII opgenomen. In sommige versies, zoals bij versie 3.0, worden de emissiefactoren naar boven bijgesteld, omdat gebleken was dat de emissiefactoren niet zoveel gedaald waren als verwacht. In CAR versie 6.1 zijn de emissiefactoren van NO₂ naar boven bijgesteld. In voorgaande versies was de NO₂-emissiefactor gesteld op 5% van de NO_x-emissiefactor. Volgens nieuwe inzichten is dit percentage veel hoger (TNO, 2007).

Versie 7.0 is een webbased versie, die centraal wordt onderhouden en geactualiseerd. De eerdere versies waren lokaal te installeren en moesten zelf geactualiseerd worden. In versie 7.0 vindt een ruimtelijk gedetailleerdere toewijzing van achtergrondconcentraties en meteofactoren plaats.

Met dit eenvoudige programma kunnen de volgende gehalten uitgerekend worden:

- NO₂: het jaargemiddelde (uurgemiddelde) en aantal overschrijdingen van de grenswaarde voor het uurgemiddelde
- PM₁₀: jaargemiddelde, 24-uurgemiddelde en aantal overschrijdingen van de grenswaarde voor het 24-uurgemiddelde
- CO: het 8-uurgemiddelde
- Benzeen: het jaargemiddelde
- B(a)P: jaargemiddelde
- SO₂: jaargemiddelde en aantal overschrijdingen 24-uurgemiddelde

Het programma kan gekoppeld worden aan de Verkeersmilieukaart. In de Verkeersmilieukaart zijn ondermeer verkeerstellingen per wegstuk ingevoerd. Het vullen van de Verkeersmilieukaart is nogal arbeidsintensief. Deze is dan ook veelal niet geactualiseerd.

Het CAR-model bevat emissiefactoren voor wegverkeer.

De volgende gegevens zijn nodig voor de berekeningen:

- *Verkeersintensiteit = aantal voertuigen per dag.*
De verkeersintensiteit in een erg drukke straat in de bebouwde kom kan zo'n 20.000 tot 30.000 voertuigen per etmaal bedragen. Op drukke snelwegen kan de verkeersintensiteit oplopen tot 100.000 voertuigen per etmaal. Het maximum dat geteld wordt op snelwegen is ongeveer 200.000 voertuigen per etmaal.
- *Fractie middelzwaar en zwaar vrachtverkeer.*
Vrachtkeer rijdt op diesel. Bussen op gas worden niet tot het vrachtverkeer gerekend. Vanaf versie 2.0 is een indeling van voertuigen geïntroduceerd: licht, middelzwaar en zwaar verkeer. De standaard verdeling is gesteld op 34% middelzwaar en 66% zwaar verkeer, uitgaande van de oorspronkelijke hoeveelheid zwaar verkeer. Een typische waarde voor de fractie vrachtverkeer (middelzwaar + zwaar) in Nederlandse steden is 0,04 – 0,10. Op snelwegen is deze fractie hoger en ligt om en nabij 0,15.
Vanaf versie 4.1 is het mogelijk een schatting te maken van het effect dat het inzetten van schone bussen heeft op de luchtkwaliteit. Er kan een berekening worden gemaakt voor een situatie waarbij een deel van de bussen is vervangen door bussen met een roetfilter of bussen op aardgas.

- *De rijnsnelheid.*
Voor sommige stoffen neemt de emissie toe met de snelheid, voor andere stoffen is de emissie juist het hoogst bij lage snelheden. Bij deze laatste stoffen is het aantal 'parkeerbewegingen' van belang.
In CAR worden de volgende snelheidstyperingen aangehouden:
 - A: Snelweg algemeen: gemiddeld ca. 65 km/uur
 - B: Buitenweg algemeen: gemiddelde snelheid ca. 60 km/uur
 - C: Normaal stadsverkeer: redelijke mate van congestie, gemiddeld 15 - 30 km/uur
 - D: Stagnerend stadsverkeer: grote mate van congestie, gemiddeld <15 km/uur
 - E: Stadsverkeer met minder congestie: gemiddeld 30 - 45 km/uur
- *Aantal parkeerbewegingen.*
Alleen voor benzeen belangrijk. Als standaardwaarde wordt genomen 25 per 100 meter weglengte per dag.
- *Omringende bebouwing.*
De omringende bebouwing bepaalt de mate van verdunning. Is er hoge bebouwing op korte afstand van de weg dan is de verdunning het geringst. De volgende wegtypen worden omschreven:
 - Weg door open terrein met incidenteel gebouwen (type 1). Dit wegtype valt buiten het toepassingsgebied van SRM1, maar is behouden in CARII.
 - Basistype, alle wegen anders dan type 1, 3A, 3B of 4 (type 2).
 - Beide zijden bebouwing, breed (type 3A).
Weg met aan beide zijden min of meer aaneengesloten bebouwing. De afstand tot de weg-as is 1½ - 3x de hoogte van de bebouwing. Bij een hoogte van de bebouwing van 10 meter is de afstand tot de weg-as dus 15 - 30 meter.
 - Beide zijden bebouwing, smal (type 3B).
Weg met aan beide zijden min of meer aaneengesloten bebouwing. De afstand tot de weg-as is minder dan 1½ x de hoogte van de bebouwing. Bij een hoogte van de bebouwing van 10 meter is de afstand tot de weg-as dus minder dan 15 meter. Dit wordt wel een 'street canyon' genoemd.
 - Aan één zijde bebouwing, breed (type 4).
De afstand tot de weg-as is minder dan 3x de hoogte van de bebouwing. Bij een hoogte van de bebouwing van 10 meter is de afstand tot de weg-as dus minder dan 30 meter
- *Aantal bomen.*
Vooral bij een gesloten bladerdak kan er weinig verdunning optreden. In CAR wordt gesproken over een bomenfactor van:
 - 1,00 – hier en daar bomen of in het geheel niet.
 - 1,25 – één of meer rijen bomen met een onderlinge afstand van minder dan 15 meter.
 - 1,50 – de kronen raken elkaar en overspannen minstens een derde deel van de straatbreedte.
 In de meeste gevallen bedraagt de bomenfactor 1,00.

Achtergrondconcentraties worden bepaald door de XY-coördinaten van de weg in te voeren, waarna het programma automatisch de bijbehorende achtergrondconcentratie selecteert. In principe is voor elke vierkante kilometer een achtergrondconcentratie weergegeven. In CAR zijn lange termijn meteorologische gegevens opgenomen. Vanaf versie 4.0 is het mogelijk om voor toekomstige situaties (2010, 2015 en 2020) concentratieberekeningen uit te voeren.

Het CAR-model berekent de verspreiding langs een rechte lijn dwars vanaf de weg. Berekende concentraties zijn inclusief een regionale achtergrondconcentratie. Punten kunnen echter belast worden door meer wegen of bij gekromde wegen ook door een wegstuk verderop. CAR houdt hier geen rekening mee.

Alleen met kruispunten wordt enigszins rekening gehouden. Dit is alleen van belang als het kruispunt binnen 25 meter van het beschouwde wegvak ligt. Kruispunten worden gedefinieerd als wegtype 2: aan één zijde of aan beide zijden bebouwing en zeer breed. Er wordt geadviseerd berekeningen voor beide straten uit te voeren en de resultaten op te tellen. Er moet wel op gelet worden dat de achtergrondconcentratie niet dubbel geteld wordt.

Bij het uitvoeren van berekeningen aan zeer drukke wegen kan het effect optreden dat de bijdrage van de weg dubbel wordt meegeteld. Dit gebeurt als de weg ook een wezenlijke invloed heeft op de achtergrondconcentratie waarmee het model rekt. De berekende waarden zijn dan een overschatting van de werkelijke waarden. Het RIVM ontwikkelde een methode om het effect van een mogelijke dubbeltelling te kunnen bepalen en om hiervoor te kunnen corrigeren. In versie 7.0 is dit niet meer nodig, omdat de achtergrondconcentratie hiervoor al gecorrigeerd is (Infomil, 2007).

CARII is een screeningsmodel. Het is een eenvoudig hanteerbaar programma dat snel inzicht geeft in de luchtkwaliteit voor situaties met bebouwing langs de weg (binnenstedelijk gebied) en langs snelwegen. Het is vrij beschikbaar en is conform de regeling Beoordeling Luchtkwaliteit 2007 geïmplementeerd als standaardrekenmethode 1 (SRM1).

Voorspellingssysteem Luchtkwaliteit Wegtracévarianten (VLW)

Rijkswaterstaat heeft het Voorspellingssysteem Luchtkwaliteit Wegtracévarianten (VLW) laten ontwikkelen voor het doorrekenen van wegvarianten. Rijkswaterstaat gebruikt het ook om over de luchtkwaliteit rond rijkswegen te rapporteren. Het VLW model is niet vrij beschikbaar. Rijkswaterstaat rapporteert conform de Regeling Beoordeling Luchtkwaliteit 2007 over de luchtkwaliteit (NO₂ en PM₁₀) langs rijkswegen van het voorgaande jaar. De RBL rapportage luchtkwaliteit 2007 is te downloaden via:

www.rijkswaterstaat.nl/dvs/publicaties/dvsrapporten/2008/rblrappluchtkw2007.jsp. Via het downloadmenu zijn de luchtkwaliteitsgegevens (van het voorgaande jaar) langs alle rijkswegen in Nederland te verkrijgen in de vorm van een interactieve kaart (Map-bestand) of in een Excel-bestand met Rijksdriehoekskoördinaten voor het gebruik in een Geografisch Informatie Systeem.

Het ministerie van VROM en Verkeer en Waterstaat hebben een voor iedereen toegankelijke standaardrekenmethode 2 laten ontwikkelen door DGMR en ECN: de Implementatie Standaardrekenmethode Luchtkwaliteit 2 (ISL2). ISL2 is gebaseerd op het rekenhart van het VLW model. ISL2 wordt beschikbaar gesteld op de website van Infomil (www.infomil.nl). Het is te gebruiken om de gevolgen van het wegverkeer op de luchtkwaliteit langs wegen door open gebied te bepalen. Bij het berekenen van de luchtkwaliteit langs wegen worden de concentraties van stikstofdioxide vanaf 1 juli 2008 bepaald op maximaal 10 meter van de wegrand (was tot 1 juli 2008 op maximaal 5 meter van de wegrand). De concentraties van PM₁₀ worden bepaald op maximaal 10 meter van de wegrand.

Verschillen tussen modellen

Met SRM1 is het mogelijk een voldoende betrouwbaar inzicht te verkrijgen in de concentraties van luchtverontreinigende stoffen op relatief korte afstanden tot de wegas. De concentraties kunnen, afhankelijk van het wegtype, worden berekend op maximaal 30 meter of 60 meter van de wegas. SRM1 is niet geschikt voor het berekenen van de luchtkwaliteit achter bebouwing. Wanneer de rand van de eerste lijnsbebouwing ligt op minder dan 30 meter (of 60 meter) van de wegas, is de maximale rekenafstand daarom de afstand tussen de rand van de bebouwing en de wegas. In berekeningen met SRM1 is het niet mogelijk om rekening te houden met de invloed van een verhoogde of verdiepte ligging van de weg en de aanwezigheid van afscherpende constructies, zoals geluidschermen en tunnels. Standaardrekenmethode 1 houdt wel rekening met de invloed van eventueel aanwezige bomen op de luchtkwaliteit langs de weg.

SRM2 is bedoeld voor het bepalen van de luchtkwaliteit langs wegen door een open, gewoonlijk buitenstedelijk, gebied. Dit betekent dat er niet of nauwelijks obstakels zijn in de directe omgeving van de weg die van invloed kunnen zijn op de verspreiding van de concentraties. Wanneer sprake is van bebouwing langs de weg geldt, dat SRM2 alleen geschikt is voor situaties waarin de afstand tussen de rand van deze bebouwing en de wegrand groter is dan drie maal de hoogte van de bebouwing. Met SRM2 is het mogelijk om concentraties te berekenen op relatief grote afstand van de weg.

Er is geen begrenzing aan deze afstand, maar in de praktijk zullen berekeningen van de gevolgen voor de lucht zich veelal beperken tot 1000 meter. In de berekeningen is het niet mogelijk om rekening te houden met de invloed van tunnels.

De keuze tussen standaardrekenmethode 1 en 2 wordt dus voor een belangrijk deel bepaald door de kenmerken van de aanwezige bebouwing. In situaties waarin sprake is van relatief veel bebouwing op korte afstand van de weg is standaardrekenmethode 1 veelal de aangewezen methode. Voor situaties zonder bebouwing of waarin de bebouwing zich op relatief grote afstand van de weg bevindt, is standaardrekenmethode 2 meer geschikt.

Een ander duidelijk onderscheid is de rekenafstand. Zo is standaardrekenmethode 1 bedoeld voor berekeningen op relatief korte afstand, terwijl standaardrekenmethode 2 geen afstandbeperking kent.

Bij de beoordeling van gebruikte modellen is het belangrijk er rekening mee te nemen dat er grote verschillen kunnen bestaan tussen de berekeningen die de verschillende verspreidingsmodellen opleveren en dat er een groot aantal onzekerheden aan deze berekeningen kleven. De verschillen die in de modellen gevonden worden, worden voornamelijk veroorzaakt door de verschillen in modelconcepten en aannames die in de modellen worden gemaakt.

Als het gaat om de berekening van jaargemiddelde concentraties van stikstofdioxide en fijn stof langs snel- en stadswegen zijn de verschillen tussen de modellen beperkt en liggen de resultaten binnen ongeveer 10-15% van het gemiddelde van de modellen.

Bij het berekenen van het effect van schermen op de NO₂ concentratie lopen de verschillende modellen verder uit elkaar. Als naar de bijdrage van de weg alleen gekeken wordt (dus exclusief de achtergrondconcentratie), dan is de marge voor NO₂ en PM₁₀ dichtbij de wegrand (enkele tientallen meters), waar overschrijdingen kunnen voorkomen, ca. 30%. Voor grotere afstanden (300 m) loopt de marge op tot ca. 50% voor NO₂ en ca. 100% voor PM₁₀. De marge wordt groter omdat de bijdrage van de weg aan de totale concentratie kleiner wordt en de relatieve verschillen tussen de modellen vergroot wordt. De absolute verschillen tussen de modellen worden echter kleiner (Pul et al., 2006).

Bij de berekening van meer specifieke aspecten van luchtkwaliteit, bijvoorbeeld het aantal overschrijdingsdagen, kunnen de verschillen tussen modelresultaten aanzienlijk groter zijn, variërend voor fijn stof langs snelwegen van een bandbreedte van 30% rond het gemiddelde tot een bandbreedte van 50% voor een typische stadswegsituatie.

Berekening van aantal dagen overschrijding van de 24-uurgemiddelde grenswaarde

Voor PM₁₀ is er een grenswaarde voor de jaargemiddelde concentratie. Er is ook een grenswaarde voor het aantal dagen (35) dat een 24-uurgemiddelde waarde (50 µg/m³) overschreden mag worden. Er kan op twee manieren berekend worden of aan de grenswaarde voor het aantal overschrijdingsdagen van het 24-uurgemiddelde voldaan wordt:

- 1) Berekenen van etmaalgemiddelde concentraties uit uurwaarden PM₁₀ en het tellen van het aantal overschrijdingsdagen;
- 2) Berekenen van het jaargemiddelde en dit vergelijken met het jaargemiddelde, waarbij het 24-uur gemiddelde van 50 µg/m³ op 35 dagen overschreden zal worden. In de handleiding van het CAR-model wordt de volgende formule gegeven voor de relatie tussen jaargemiddelde en aantal dagen overschrijding van de 24-uurgemiddelde waarde (Infomil, 2007):

$C_{\text{jaargem.}}$ = jaargemiddelde concentratie ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
 N = aantal overschrijdingsdagen
Kritische waarden: $N_k = 35$ dagen; $C_k = 31,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$

$C_{\text{jaargem.}} \geq C_k$: $N = 4,6128 C_{\text{jaargem.}} - 108,92$
 $16 < C_{\text{jaargem.}} < C_k$: $N = 0,13401(C_{\text{jaargem.}} - C_k)^2 + 3,9427(C_{\text{jaargem.}} - C_k) + N_k$
 $C_{\text{jaargem.}} \leq 16$: $N = 6$ dagen

Er wordt berekend, dat bij een jaargemiddelde van $31,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ er 35 dagen een overschrijding is van het 24-uur gemiddelde van $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Deze functie is gebaseerd op een fit van meetdata voor de periode 1994 - 2005 voor alle beschikbare meetstations van het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit met meer dan 90% valide dagwaarden in een jaar.

Stoffen

Op basis van emissie- en toxicologische gegevens en optredende concentratieniveaus zijn de volgende stoffen van belang:

- NO_2 (stikstofdioxide)
- Fijn stof (PM_{10} , $\text{PM}_{2,5}$ en kleinere fracties)
- CO (koolmonoxide)
- Benzeen
- B(a)P (benzo-a-pyreen) als indicator voor PAK
- Zwarte rook

Over het gehalte zwarte rook zijn standaard weinig gegevens, omdat het niet opgenomen is in CAR. Zwarte rook zal daarom bij een GES over het algemeen niet worden meegenomen en hier dan ook niet besproken worden.

NO_2

De emissie van NO_2 hangt vooral van de temperatuur af waarbij de verbranding van brandstof plaatsvindt. Bij een hogere temperatuur ontstaat er meer NO_2 .

Bij personenauto's is de emissie van NO_2 bij 13 km/uur het hoogst en bij 44 km/uur het laagst (scheelt een factor circa 3). Motoren van vrachtauto's zijn zo afgesteld dat bij een lagere snelheid een optimale verbranding plaats vindt. Bij deze snelheid is de temperatuur en daarmee de emissie van NO_2 het hoogst. Zwaar vrachtverkeer stoot bij hoge snelheden ongeveer 6x en bij lage snelheden ongeveer 2x zoveel NO_2 uit dan personenauto's.

De concentratie NO_2 neemt in Nederland vanuit het noorden naar het zuiden toe.

De stikstofdioxideconcentraties zijn sinds 1990 op regionale meetstations met gemiddeld 2% per jaar gedaald. Dit komt overeen met een afname van 25% sinds 1990. Op meetstations bij binnenstedelijke straten zijn de concentraties relatief minder sterk gedaald (1% per jaar).

In 2006 was de jaargemiddelde concentratie van NO_2 in de regio gemiddeld $19 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en in de stad gemiddeld $31 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Op diverse straatstations van enkele grote steden worden regelmatig concentraties geconstateerd boven het jaargemiddelde van $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Fijn stof

Fijn stof is een complex mengsel van deeltjes van verschillende omvang en grootte en met een diversiteit aan chemische samenstelling. Afhankelijk van de doorsnede van de stofdeeltjes wordt gesproken van PM_{10} voor deeltjes met een doorsnee tot 10 micrometer of van $\text{PM}_{2,5}$ voor deeltjes met een doorsnee tot 2,5 micrometer. In de fractie $\text{PM}_{2,5}$ wordt ook nog een onderscheid gemaakt tussen de PM_1 en de zgn. ultrafijne deeltjes met een diameter kleiner dan $0,1 \mu\text{m}$. De deeltjes kleiner dan 10 micrometer dringen tot ver door in de luchtwegen en wordt ook wel de 'inadembare fractie' genoemd.

Stof dat vrijkomt bij mechanische bewegingen, zoals wegdekslijtage en stalemissies, betreft vooral deeltjes die groter zijn dan $PM_{2,5}$. Tot deze fractie behoren voor het grootste gedeelte ook de bestanddelen van natuurlijke oorsprong, zoals zeezout en een deel van het bodemstof. Deze vormen op jaargemiddelde basis zo'n 20 à 30% van het fijn stof.

Voor personenauto's is de verbranding bij lage snelheden onvollediger. De emissie van fijn stof is bij lage snelheden dan ook het hoogst. Bij een gemiddelde snelheid van 13 km/uur is de emissie van PM_{10} circa 1,5 keer hoger dan bij een gemiddelde snelheid van 100 km/uur. Zwaar vrachtverkeer stoot, afhankelijk van de snelheid, ongeveer 4 – 6 x zoveel PM_{10} uit als personen auto's.

De PM_{10} -concentratie neemt in Nederland vanuit het noorden naar het zuiden toe door de toenemende invloed van bronnen in Nederland en het aangrenzende buitenland. De jaargemiddelde achtergrondconcentratie van PM_{10} bedroeg in 2006 gemiddeld over Nederland $27 \mu\text{g}/\text{m}^3$. De achtergrondconcentratie daalt langzaam: de laatste jaren is er elk jaar een gemiddelde afname te zien van $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Dit komt overeen met een afname van zo'n 25% sinds het begin van de jaren negentig. Op stads- en straatstations is sinds 2000 echter geen verdere daling waar te nemen van de gemeten PM_{10} -concentraties. In 2003 was het verschil tussen regio en stad gering (respectievelijk 35 en $36 \mu\text{g}/\text{m}^3$). In 2006 is dit verschil vooral door een daling van de regioconcentratie groot. De gemiddelde concentraties in regio en stad zijn in 2006 respectievelijk 25 en $32 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Meteorologische invloeden kunnen leiden tot fluctuaties in de jaargemiddelde PM_{10} -concentraties van zo'n $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. De grenswaarde voor de daggemiddelde concentratie van PM_{10} is in 2006 ten zuiden van de lijn Amsterdam – Arnhem overschreden langs snelwegen en in een groot aantal straten in binnensteden.

De fractie $PM_{2,5}$ bevat vooral de deeltjes die ontstaan door condensatie van verbrandingsproducten of door reactie van gasvormige luchtverontreiniging, sulfaat- ammonium- en nitraat-aerosolen (ongeveer 50% van totale $PM_{2,5}$) en is vooral van antropogene oorsprong (ruim 70%). Stof dat, bijvoorbeeld in de vorm van roet, oxiden van metalen en silicium, zwarte rook en ultrafijne deeltjes ($< PM_{0,1}$), rechtstreeks vrijkomt bij verbrandingsprocessen zoals bij transport, industrie en consumenten vormen de belangrijkste fractie van $PM_{2,5}$ naast de secundair gevormde deeltjes uit gasvormige bestanddelen (aerosolen). De belangrijkste bronnen die verantwoordelijk zijn voor $PM_{2,5}$ zijn de industrie, raffinaderijen en de energiesector, aangevuld met significante bijdragen van wegverkeer en landbouw.

Depositie (of neerslag) van fijn stof met daaraan geadsorbeerde toxische componenten kunnen een bijdrage leveren aan de blootstelling van de mens. Depositie van stof kan leiden tot verontreiniging van de bodem en verontreiniging van daarop geteelde gewassen. Lokale bronnen van depositie van (met name) PAK zijn o.a. verkeerswegen. Er is slechts weinig onderzoek verricht naar depositie van PAK in de buurt van verkeerswegen. Een voorzichtige schatting is dat de bijdrage van een drukke weg aan de verontreiniging van gewassen door depositie van PAK in dezelfde orde van grootte ligt als de verontreiniging die ontstaat door de achtergronddepositie. Voor achtergrondinformatie wordt verwezen naar Bijlage 1 (Atmosferische depositie en humane risico's).

CO

CO komt vrij bij onvolledige verbranding. Bij lage snelheden is de verbranding onvollediger en dus de CO-emissie het hoogst. Bij lage snelheden is de emissie zo'n factor 6 hoger dan bij hogere snelheden. Vrachtverkeer stoot alleen bij lage snelheden beduidend minder CO uit dan overig verkeer.

Het achtergrondgehalte van CO ligt rond de $600 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (als 98-Percentiel van de 8-uurs gemiddelde concentratie). De afgelopen tien jaren is deze concentratie met 5% per jaar gedaald. Verkeerswegen leveren in de meeste gevallen een geringe bijdrage aan het CO-gehalte.

Benzeen

Alleen personenauto's hebben een emissie van benzeen. Bij lage snelheden is de verbranding onvollediger. Bij lage snelheden is de emissie dan ook het hoogst. Vooral bij een koude start is dit het geval. Bij een gemiddelde snelheid van 13 km/uur is de emissie zo'n factor 15 hoger dan bij een gemiddelde snelheid van 100 km/uur.

Het achtergrondgehalte van benzeen is laag en is circa 0,6 µg/m³.

Verkeerswegen leveren in de meeste gevallen een geringe bijdrage aan het benzeengehalte.

Benz(a)pyreen (B(a)P)

Bij lage snelheden is de verbranding onvollediger. De emissie van B(a)P, dat als gidsstof geldt voor PAK-mengsels, is bij lage snelheden dan ook het hoogst. Bij een gemiddelde snelheid van 13 km/uur is de emissie zo'n factor 10 hoger dan bij een gemiddelde snelheid van 100 km/uur. Vrachtverkeer stoot vrijwel geen B(a)P uit.

Het achtergrondgehalte van B(a)P is laag en is circa 0,2 ng/m³.

Verkeerswegen leveren in de meeste gevallen een geringe bijdrage aan het B(a)P-gehalte.

Het effect van groen op de luchtkwaliteit

Groenelementen bestaande uit bomen en/of struiken kunnen, zoals steeds meer blijkt uit de literatuur, behalve ingezet worden om gevoelige objecten te beschermen (het zgn. afschermeffect) ook op verschillende manieren ingezet worden om de luchtkwaliteit te verbeteren. Dit geldt zeker in die situaties waarin verkeer een belangrijke bijdrage levert aan de lokale luchtverontreiniging.

Zo zijn er aanwijzingen dat stikstofdioxide rechtstreeks via de huidmondjes in de bladeren door bepaalde planten en/of bomen opgenomen wordt, terwijl fijn stof door bepaalde groenelementen uit de lucht 'gefilterd' of 'neergeslagen' kan worden op het blad. Deze invangcapaciteit wordt behalve door de soort en kenmerken van het 'groen' (loof- of naaldbomen, struiken) ook bepaald door de afmetingen en structuur, zoals o.a. de hoogte en diepte van het groen. Door de grotere omvang onderscheppen bomen bijvoorbeeld fijn stof beter dan struiken en onkruidachtigen. Uit de literatuur blijkt dat dennensoorten een groter vermogen hebben om fijn stof in te vangen dan loofbomen.

Daarnaast spelen ook de lokale meteorologische omstandigheden (neerslag en windsnelheid) en omgevingskarakteristieken een belangrijke rol. Ook is de afstand tot de weg (emissie vlakbij de groenstrook of verder weg) en de grootte en samenstelling van verkeers-emissies van belang.

Over de mate en de effectiviteit waarin vegetatie verontreinigingen uit de lucht kan filteren zijn op dit moment nog onvoldoende onderzoeksgegevens beschikbaar.

Dit geldt eveneens voor welke bijdrage groenelementen in het landschap kunnen zorgen in het verbeteren van de luchtkwaliteit en waarin ze op knelpunten kunnen zorgen voor het verlagen van de concentraties aan luchtverontreinigende stoffen.

Duidelijk is wel dat bepaalde bomen het fijn stof kunnen invangen en daarmee de luchtkwaliteit achter de bomen kunnen verbeteren.

Wanneer ze echter te dicht bij de weg staan wordt de windsnelheid ter plaatse gedempt en is er minder vermenging van lucht met verontreinigde lucht. Dit kan lokaal een negatief hebben op de luchtkwaliteit en daar leiden tot hogere concentraties. In dat geval strijden verlagings- en verhoging van de concentratie aan vervuilende stoffen om voorrang. Het netto resultaat kan wel zijn dat de afstand leidt tot verbetering van de luchtkwaliteit.

Staan de groenelementen meer op afstand van de bron en is er ook zijwaartse inwaaiing mogelijk dan is de bomenstructuur niet zozeer voor het fijn stof dat geëmitteerd wordt door het wegverkeer van de dichtstbijzijnde weg van belang, maar voor het mogelijk verlagen van het achtergrondniveau.

Verder kunnen bomen ook lokaal een tegen luchtverontreiniging beschermend effect hebben op nabij gelegen objecten, zoals bijvoorbeeld woningen (Oosterbaan et al., 2006).

De eerste projecten om de effecten van groen op de luchtkwaliteit te kwantificeren zijn opgezet, maar er zijn nog geen resultaten van bekend. De verwachting is dat de effectieve bijdrage van groen voor fijn stof kan variëren van 10 tot 20%. Hierbij zijn het vooral de grotere deeltjes die worden tegengehouden (groter dan 2 µm), terwijl de deeltjes kleiner dan 1 µm in het geheel niet worden afgevangen. Deze laatste deeltjes spelen echter bij verkeer de belangrijkste rol.

Behalve dat groen een mogelijk positief effect heeft op de mate van luchtverontreiniging, heeft het ook in het kader van ruimtelijke ordening een positief effect op het welbevinden van mensen en op de stimulans om meer te gaan bewegen. Deze laatste argumenten maken dat het zeker belangrijk is om bij de beoordelingen van planontwikkelingen aandacht te geven aan de mate van aanwezigheid van groenelementen.

Gezien alle onzekerheden die er nu nog zijn omtrent de waardebepaling van groen langs de weg als middel om de luchtkwaliteit te verbeteren is het te vroeg om dit aspect nu al in de GES op te nemen.

Gezondheidskundige beoordeling

Verkeersgerelateerde luchtverontreiniging is opgebouwd uit een complex mengsel van verschillende componenten, die vaak een directe koppeling met elkaar hebben. Het is daarom vaak moeilijk om waargenomen gezondheidseffecten toe te schrijven aan één of meer componenten uit dat mengsel. Dit geldt zeker voor NO₂ en fijn stof, waarbij bij de beoordeling van de effecten van het verkeer op de gezondheid de één niet los te koppelen is van de ander.

Afstand en verkeer in relatie tot gezondheidseffecten

NO₂ staat beter model voor verkeersgerelateerde luchtverontreiniging dan PM₁₀ of PM_{2,5}. Toch is er in verkeerssituaties soms een klein contrast in NO₂-concentraties en toch een groot contrast in concentraties van andere voor de gezondheid belangrijke componenten zoals roet, elementair koolstof en ultrafijne deeltjes (<PM_{0,1}). De concentratiebijdragen van de emissies van stoffen afkomstig van het (snel)wegverkeer nemen snel af bij toenemende afstand tot de weg. De mate waarin is afhankelijk van de component. Aangezien fijn stof gemeten als PM₁₀ en PM_{2,5} niet sterk verkeersgerelateerd is, is de afname van de concentratie met toenemende afstand tot de verkeersweg relatief beperkt. De afname van de concentratie van componenten als roet, elementair koolstof, stikstofdioxide en ultrafijne deeltjes is met toenemende afstand tot de verkeersweg aanmerkelijk groter. Steeds meer blijkt dan ook uit onderzoek dat het gebruik van de afstand tot de weg een betere maat is voor het voorspellen van de effecten van verkeersgerelateerde luchtverontreiniging dan bijvoorbeeld de concentratie PM₁₀ of PM_{2,5}. De invloed van verkeer op de gezondheid van mensen gaat verder dan de eerste honderd meters vanaf de weg. In de eerste honderd meters vindt vaak wel de sterkste afname in de bijdrage plaats, maar de invloed van drukke verkeerswegen is tot op enkele honderden meters of meer nog aantoonbaar. Er is geen wetenschappelijke informatie op basis waarvan kan worden afgeleid dat bij een afstand groter dan 100 meter de gezondheidseffecten door verkeersgerelateerde luchtverontreiniging verwaarloosbaar klein zijn. Duidelijk is op basis van epidemiologische studies dat er zeker wel een consistente relatie bestaat tussen het wonen of verblijven binnen een bepaalde afstand van drukke verkeerswegen en het meer voorkomen van gezondheidseffecten. Hierbij lijkt de slechtere luchtkwaliteit een grote rol te spelen, maar het is niet af te meten door alleen maar te kijken naar de NO₂-, PM₁₀- of PM_{2,5}-concentraties. Naast de afstand spelen ook andere factoren een rol, zoals verkeersintensiteit en -samenstelling, configuratie van de weg ten opzichte van omringende bebouwing, meteorologie en aantal bijdragende verkeerswegen.

De afstand is hierdoor moeilijk te relateren aan de mate en ernst van mogelijk optredende gezondheidseffecten. Er is ook geen afstand aan te geven waarbinnen wel en waarbuiten geen gezondheidseffecten meer zullen zijn. Het is evenmin mogelijk om eenduidig aan te geven tot op welke afstand van de weg de invloed doorwerkt. Een 'acceptabele' of 'veilige' afstand is daardoor niet af te leiden (Fischer et al, 2007; Gezondheidsraad, 2008/09). Het is dus niet mogelijk om op basis van de afstand een GES-score indeling te maken.

NO₂

Bij het inschatten van de effecten van verkeersemissies op de gezondheid van mensen wordt de NO₂-concentratie vaak in eerste instantie als indicator genomen voor het mengsel van verkeersgerelateerde luchtverontreiniging.

Deze concentratie blijkt met betrekking tot verkeer gevoeliger te zijn dan de PM₁₀- of PM_{2,5}-concentraties, waarvan de bijdrage door het verkeer relatief beperkt is en ook minder door de nabijheid van de weg beïnvloed wordt. Het wegverkeer en het buitenland leveren ongeveer een even groot deel aan de achtergrondconcentratie van NO₂. In de stedelijke omgeving levert het wegverkeer verreweg de grootste bijdrage aan de NO₂-concentratie.

Bij het inschatten van de effecten van het verkeersgerelateerde luchtmengsel op de gezondheid van mensen is NO₂ dan ook een betere en gevoeliger indicator dan PM₁₀ en PM_{2,5}. Zeker is het niet zo, dat alle bij studies gevonden gezondheidseffecten die gerelateerd zijn aan de NO₂ in de buitenlucht uitsluitend aan NO₂ zelf toegeschreven kunnen worden. Dat betekent dan ook niet dat de NO₂-concentratie de belangrijkste veroorzaker is van de gezondheidseffecten, maar eerder de componenten die met NO₂ – en dus ook met wegverkeer – samenhangen. Hierbij moet men denken aan roet, elementair koolstof, zwarte rook en de ultrafijne fractie stofdeeltjes in het verkeersgerelateerde luchtmengsel.

Stikstofdioxide (NO₂) dringt door tot in de kleinste vertakkingen van de luchtwegen. Het kan bij hoge concentraties irritatie veroorzaken aan ogen, neus en keel. Bij welke concentraties dit optreedt is nog niet precies vastgesteld. Piekconcentraties zijn in ieder geval belangrijk voor het optreden van effecten. Vermoedelijk spelen alleen piekconcentraties boven circa 1000 µg/m³ een rol. De door het verkeer optredende piekblootstellingen liggen daar echter ver onder. Toch blijkt uit studies dat bij zowel kortdurende als ook bij langdurige blootstelling aan lage concentraties stikstofdioxide, tot zelfs minder dan 40 (µg/m³), een vermindering van de longfunctie en een toename van luchtwegklachten en astma-aanvallen worden waargenomen. Dit ondanks dat er bij lage concentraties geen kwantitatieve dosis-effectrelatie bekend is voor NO₂. Evenzo ziet men bij deze concentraties een verhoogde gevoeligheid voor luchtweginfecties en meer ziekenhuisopnamen. Ook is aangetoond dat blootstelling aan NO₂ kan leiden tot een versterkte reactie op allergenen. Het is dan ook minder waarschijnlijk dat de gevonden associaties tussen NO₂ en gezondheidseffecten door NO₂ zelf worden veroorzaakt. Aannemelijker is, dat de NO₂-concentratie model staat voor het mengsel van luchtverontreiniging.

Door het ontbreken van een kwantitatieve dosis-effectrelatie is er geen directe norm voor de NO₂-concentratie aan te geven. Op basis van wat uit studies bekend is waarbij de NO₂-concentratie als blootstellingsmaat voor het luchtverontreinigingsmengsel is gebruikt, is een jaargemiddelde grenswaarde afgeleid van 40 µg/m³. Daarnaast is een uurgemiddelde concentratie van 200 µg/m³ vastgesteld, die voor wegen met minstens 40.000 voertuigen/etmaal maximaal 18 keer per jaar overschreden mag worden. Dit laatste zou ongeveer overeenkomen met een jaargemiddelde van 83 µg/m³. Op dit moment zijn er geen aanwijzingen om deze normen verder aan te scherpen. Dit betekent dat voor NO₂ de jaargemiddelde grenswaarde het strengst is.

Beide genoemde grenswaarden gelden voor 2010. Voor NO₂ gelden in de periode tot 2010 plandrempels. De plandrempeel zakt jaarlijks en is op termijn (uiterlijk 2010) gelijk aan de grenswaarden. Zo is in 2008 en 2009 de plandrempeel respectievelijk 44 en 42 µg/m³ voor het jaargemiddelde. Bij overschrijding van de plandrempeel dient er een plan opgesteld te worden ter verbetering van de luchtkwaliteit.

Fijn stof (PM₁₀; PM_{2,5})

Welke chemische bestanddelen van het fijn stof gezondheidkundig het meest relevant zijn, is nog vrij onbekend. Toxicologisch onderzoek wijst in de richting dat het zeezout, sulfaat en nitraat voor de directe gezondheidseffecten van fijn stof van minder belang zijn. De toxicologische eigenschappen van roetdeeltjes uit verbrandingsprocessen wijzen juist op een mogelijk belangrijke rol van deze deeltjes. Vermoed wordt wel dat de emissies door het verkeer een belangrijke rol spelen bij de uiteindelijke gezondheidseffecten als gevolg van de blootstelling aan fijn stof. Dit geldt zeker in stedelijke gebieden en in drukke verkeerssituaties.

Voor het bepalen van de nadelige gezondheidseffecten die blootstelling aan fijn stof kan veroorzaken is niet alleen de grootte van de deeltjes van belang, maar ook het aantal deeltjes en de samenstelling van de deeltjes. Beide kunnen sterk variëren. Nog altijd is er veel discussie over welke fractie fijn stof nu eigenlijk verantwoordelijk gesteld kan worden voor de gevonden negatieve gezondheidseffecten. Het zijn vaak de kleinere deeltjes, die slechts een kleine massa representeren, die tot diep in de longen kunnen doordringen en waarvan men denkt dat die verantwoordelijk gesteld kunnen worden voor de nadelige gezondheidseffecten die fijn stof kan veroorzaken. Gezondheidseffecten zijn zowel voor PM₁₀ als voor PM_{2,5} gevonden. Vrij algemeen wordt PM_{2,5} als meest gezondheidsrelevant beschouwd, maar ook de fractie met een diameter tussen 2,5 en 10 µm is gezondheidkundig zeker niet te verwaarlozen. Daarnaast kunnen de ultrafijne deeltjes tot in de bloedbaan doordringen en daarop hun effecten hebben.

In het algemeen is blootstelling aan fijn stof geassocieerd met een toename in luchtwegklachten en longfunctieveranderingen, meer medicijngebruik en ziekenhuisopnamen vanwege luchtwegaandoeningen en hart- en vaatziekten. Dagelijkse schommelingen in de niveaus van fijn stof zijn geassocieerd met vroegtijdige sterfte door ziekten van het hartvaatstelsel en het ademhalingsstelsel. Bij vroegtijdige sterfte wordt gedacht aan één tot drie maanden eerder overlijden. Op basis van resultaten van epidemiologische studies in Nederland wordt geschat dat jaarlijks 2300 – 3500 mensen, met 3000 als gemiddelde, vroegtijdig overlijden als gevolg van de dagelijkse schommelingen in de niveaus van fijn stof (Knol & Staatsen, 2005; Fischer, 2005). Ouderen met hartvaatziekten of longaandoeningen vormen hierbij waarschijnlijk de meest gevoelige groep. Geschat wordt dat in Nederland met een toename van 10 µg/m³ PM₁₀ de totale dagelijkse sterfte met 0,3% – 0,4% toeneemt. Hierbij wordt er van uitgegaan, dat met de toename van het gewicht ook de voor de vroegtijdige sterfte verantwoordelijke deeltjes evenredig toenemen (Fast & van Bruggen, 2004). Het is echter nog steeds niet goed bekend welk deel van het fijn stof verantwoordelijk is voor de gezondheidseffecten.

Ook het langdurig wonen langs drukke verkeerswegen geeft een verhoogde kans op vroegtijdige sterfte. Het is nog niet goed bekend, maar deze langdurige blootstelling aan hogere concentraties lijkt tot een veel grotere levensduurverkorting te leiden (jaarlijks meer mensen met een grotere levensduurverkorting) dan bij dagelijkse piekconcentraties. Op basis van de (Amerikaanse) studies zouden er in Nederland door deze langdurige blootstelling aan hogere concentraties mogelijk zelfs 12.000 – 24.000 personen per jaar, met 18.000 als gemiddelde, per jaar vroegtijdig overlijden door fijn stof (Knol & Staatsen, 2005). Dit zou voor Nederland betekenen dat door langdurige blootstelling aan fijn stof de verwachting van de levensduur met ongeveer 1 jaar verkort wordt (Brunekreef, 2007).

Daarnaast zien we ook een groter aantal mensen met chronische luchtwegaandoeningen bij langdurige blootstelling aan hogere concentraties fijn stof. Zelfs blijkt dat als kinderen langdurig verblijven langs drukke snelwegen dit kan leiden tot een blijvende vermindering van de longfunctie.

Steeds meer blijkt uit studies dat de fractie kleiner dan $PM_{2,5}$ een sterker verband heeft dan PM_{10} met vroegtijdige sterfte (zowel voor kortdurende als langdurige blootstelling), uitgedrukt in verlies aan levensduurverwachting en effecten als toename in ziekenhuisopnamen voor cardio-pulmonaire aandoeningen. Daarnaast blijkt ook dat de effecten van luchtverontreiniging bij langdurige blootstelling aan fijn stof ernstiger en groter zijn dan aanvankelijk altijd werd gedacht, dit in vergelijking met de effecten van kortdurende piekblootstellingen aan fijn stof, die al veel langer bekend zijn. Ook hierbij zijn het vooral de kleinere deeltjes van de fractie $PM_{2,5}$ die een rol van betekenis spelen. Dit wil niet zeggen dat de fractie tussen $PM_{2,5}$ en PM_{10} , de zogenaamde 'coarse'-fractie geen effecten op de gezondheid heeft, maar deze liggen op een ander niveau dan van $PM_{2,5}$.

Onlangs heeft de Gezondheidsraad in een advies geconcludeerd dat PM_{10} geen goede maat is voor de beoordeling van gezondheidseffecten van lokale, verkeersgerelateerde luchtverontreiniging. Uit diverse onderzoeken, waaronder enkele gedaan in Amsterdam, is gebleken dat de concentratie PM_{10} slecht correleert met de omvang van de waargenomen gezondheidseffecten bij mensen die dicht bij drukke verkeerswegen wonen. De concentratie zwarte rook correleert er wel goed mee. Dit zou er voor pleiten om de gezondheidkundige risico's van verkeersbelaste situaties niet aan de hand van de PM_{10} - of $PM_{2,5}$ -normen te beoordelen.

Voor zowel PM_{10} als $PM_{2,5}$ wordt aangenomen dat geen drempelwaarde kan worden aangegeven waaronder er geen effecten meer zullen optreden. Bovendien wordt aangenomen dat de dosis-effect relatie lineair is: elke toename in niveaus zal gepaard gaan met telkens eenzelfde toename in gezondheidseffecten. Dit betekent dus dat er op basis van een dosis-effectrelatie geen gezondheidkundige advieswaarde voor fijn stof is af te leiden.

Dit was tot voor kort ook altijd het uitgangspunt van de Wereldgezondheidsorganisatie (WHO) om geen norm voor fijn stof af te leiden. Toch heeft de (WHO) in een recente evaluatie (WHO, update AQG's, 2005) van de gezondheidsaspecten van luchtverontreiniging aanbevolen om $PM_{2,5}$ als indicator te gaan gebruiken. De WHO geeft aan dat deze fractie gezondheidkundig van groter belang is dan PM_{10} en ook gemakkelijker met beleid te beïnvloeden is, omdat de deeltjes voornamelijk van antropogene oorsprong zijn. In deze evaluatie kiest de WHO er verder voor om een Air Quality Guideline (AQG) voor fijn stof af te leiden en hierbij de AQG voor langdurige blootstelling te laten prevaleren boven de waarde voor kortdurende blootstelling. Voor langdurige blootstelling is men daarbij uitgegaan van studies naar de effecten van langdurige blootstelling aan $PM_{2,5}$. Hierbij is gekozen voor een jaargemiddelde concentratie van $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Deze concentratie ligt in de range van concentraties die tot de laagste behoren die in epidemiologische studies zijn onderzocht.

Omdat er onvoldoende bewijs is voor het direct afleiden van een eigen waarde voor PM_{10} voor de langdurige effecten van PM_{10} , is de nu voorgestelde waarde van $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ voor PM_{10} gebaseerd op de waarde van $PM_{2,5}$ (op basis van een vaste verhouding van 0,5).

De waarden voor kortdurende blootstelling (24 uur) zijn afgeleid van de relatie tussen de verdelingen van de 24-uurs- en jaargemiddelde concentraties en bedragen $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ voor $PM_{2,5}$ en $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ voor PM_{10} (WHO, 2005).

Dit betekent ook dat de normen zoals die nu in de Nederlandse wetgeving zijn opgenomen niet direct te relateren zijn aan een dosis-effectrelatie waarmee onderscheid te maken is in het optreden van gezondheidseffecten.

Ondanks dat er nog veel onzekerheden bestaan rondom $PM_{2,5}$ (omvang van emissies, samenstelling van deeltjes) en dat er nog maar op beperkte schaal betrouwbare metingen beschikbaar zijn, is er door de Nederlandse overheid in aansluiting op de EU luchtkwaliteitsrichtlijn een grenswaarde vastgesteld voor de jaargemiddelde $PM_{2,5}$ -concentratie. Vanaf 2015 moet aan de grenswaarde van $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ worden voldaan. Daarnaast is er een indicatieve waarde (streefwaarde) vastgesteld voor de jaargemiddelde $PM_{2,5}$ -concentratie van $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vanaf 2020. De verwachting is dat deze streefwaarde in gemiddelde situaties in Nederland in 2020 wel gehaald zal worden. Wel zijn er in 2020 nog hot spots te verwachten, waar de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wordt overschreden. Als het nu voorgenomen beleid ten uitvoer wordt gebracht, wordt een extra concentratiedaling in de steden van ongeveer $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ verwacht in 2020. Daarmee wordt het aantal overschrijdingen van de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ op hot spots verder verminderd.

Naast deze waarden is er ook een waarde voorgesteld voor de reductie van de gemiddelde $PM_{2,5}$ -concentratie in stedelijke agglomeraties, de zogenaamde blootstellingsconcentratieverplichting. Voor de gemiddelde stedelijke achtergrondconcentratie is daar voor 2015 een grenswaarde afgesproken van $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Met het vastgestelde beleid is de verwachting dat deze grenswaarde overal in Nederland wordt gehaald in 2015. De schattingen laten zien dat de huidige $PM_{2,5}$ -concentraties waarschijnlijk al onder de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ liggen, gemiddeld voor het stedelijk gebied.

In 2013 wordt deze waarde grootschalig geëvalueerd op grond waarvan alle getallen kunnen worden herzien.

Voor PM_{10} is er een grenswaarde voor het jaargemiddelde en één voor het daggemiddelde: De grenswaarde voor de jaargemiddelde PM_{10} -concentratie van $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, waaraan vanaf 2005 voldaan moet worden en die vooral beoogt bescherming te bieden tegen de langetermijneffecten van fijn stof.

De grenswaarde voor de daggemiddelde PM_{10} -concentratie van $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, die maximaal 35 dagen per jaar overschreden mag worden, waaraan vanaf 2008 (of 2011 met derogatie) voldaan moet worden en die vooral bedoeld is voor de bescherming tegen korte termijn effecten

De grenswaarde van maximaal 35 dagen boven de etmaalnorm van $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ is vaak door gemeenten niet rechtstreeks te toetsen omdat de meest gebruikte modellen (CARII en het TNO verkeersmodel) alleen jaargemiddelde PM_{10} -concentraties berekenen.

Uit een statistische analyse van PM_{10} -meetgegevens van het LML van het RIVM (dat ook nog eens bevestigd wordt uit een analyse van data uit de Europese Airbase) blijkt dat bij jaargemiddelde PM_{10} -concentraties boven de $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ er nagenoeg sprake is van een lineaire relatie met het aantal overschrijdingsdagen boven de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per jaar. Onder de $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gaat die lineaire relatie steeds minder op, maar daarbij is het verder ook onwaarschijnlijk dat sprake is van een overschrijding van de etmaalnorm. Uit deze relatie blijkt dat de grenswaarde voor de daggemiddelde PM_{10} -concentratie van $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ van maximaal 35 dagen overeenkomt met een jaargemiddelde PM_{10} -concentratie van $31,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ met een bandbreedte van $30 - 33 \mu\text{g}/\text{m}^3$ afhankelijk van gebruikte fit (exclusief zeezoutaftrek) (Wesseling et al., 2006). Een jaargemiddelde van $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zou in deze relatie overeenkomen met een aantal overschrijdingsdagen van de etmaalnorm van 80 dagen.

De daggemiddelde norm is dus veel strenger dan de jaargemiddelde norm. De daggemiddelde norm is niet expliciet gezondheidskundig onderbouwd en ook niet, zoals bij de AQG van de WHO, afgeleid van de jaargemiddelde norm.

Vergelijking van de grenswaarden voor $PM_{2,5}$ en PM_{10} (jaar- en daggemiddelden) levert het volgende beeld op. De voorgestelde jaargemiddelde $PM_{2,5}$ -concentratie van $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ komt overeen, als men uitgaat van een verhouding $PM_{2,5}/PM_{10}$ van $0,6 - 0,8$, met een jaargemiddelde PM_{10} -concentratie van $31 - 42 \mu\text{g}/\text{m}^3$ met een gemiddelde van $36 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Deze concentratie is lager dan de jaargemiddelde grenswaarde en hoger dan de daggemiddelde grenswaarde voor PM_{10} .

Wanneer de jaargemiddelde norm voor $PM_{2,5}$ zou liggen op $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dan zou dit neer komen op een waarde van $24 - 33 \mu\text{g}/\text{m}^3$ met een gemiddelde van $28,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Dit zou betekenen dat deze grenswaarde van $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ strenger is dan de daggemiddelde norm voor PM_{10} . Tot 2020 is de daggemiddelde PM_{10} norm dus de meest 'strengere' vergeleken met de jaargemiddelde grenswaarden voor $PM_{2,5}$ en PM_{10} .

PM_{10} of $PM_{2,5}$ zijn slechte indicatoren voor het verkeersgerelateerde luchtmengsel. Op verkeersdrukte locaties zal het luchtverontreinigingsmengsel anders van samenstelling zijn dan op verkeersluwe achtergrondlocaties. Toetsing aan de PM_{10} norm, waarbij uitsluitend naar de massa (concentratie) wordt gekeken en niet naar de samenstelling van het mengsel zou in dat geval vanuit gezondheidskundig oogpunt een inadequate beoordeling van de lokale situatie kunnen opleveren. De stoffen die in relatie tot gezondheid het belangrijkste zijn, zoals roet, elementair koolstof, stikstofdioxide en ultrafijne deeltjes ($<PM_{0,1}$) worden nu onvoldoende meegenomen bij de toetsing aan normen.

CO

Hoge concentraties CO hebben merkbare invloed op het zuurstofbindende vermogen van het bloed via directe binding aan hemoglobine. Dit kan leiden tot effecten op het hart en het centraal zenuwstelsel. Het leidt tot klachten variërend van sufheid en afnemend reactievermogen tot veranderingen in hart- en longfunctie bij zeer hoge concentraties.

Boven 3% COHb-gehalte in het bloed kunnen lichte verschijnselen als afwijkingen in het ECG en afname van reactie- en onderscheidingsvermogen optreden. Dit COHb-gehalte ontstaat bij lichte inspanning en een blootstelling aan CO van $10 - 15 \text{ mg}/\text{m}^3$ gedurende 8 uur.

De WHO en de Gezondheidsraad hebben een gezondheidskundige advieswaarde voor CO geadviseerd van $10.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ voor het maximale 8-uurgemiddelde. Deze concentratie is gelijk aan de in de Wet Luchtkwaliteit opgenomen wettelijke grenswaarde. Met CARII kunnen 98-percentielen van 8-uurgemiddelde waarden berekend worden. In de Regeling Beoordeling Luchtkwaliteit is aangegeven, dat verwacht wordt dat de grenswaarde van $10.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als 8-uurgemiddelde niet overschreden wordt als de 98-percentiel concentraties van 8-uurgemiddelden lager zijn dan $3.600 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

De streefwaarde is $0,1 \text{ mg}/\text{m}^3$ voor het jaargemiddelde.

Benzeen

Benzeen heeft een toxische werking op het bloed en bloedvormende weefsels. Daarnaast is benzeen kankerverwekkend. Chronische blootstelling aan lage concentraties benzeen kan leiden tot het ontstaan van leukemie.

Het RIVM concludeerde dat bij een levenslange blootstelling aan een concentratie van $0,12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ er een risico van 1×10^{-6} was op het ontstaan van één extra geval van kanker (verwaarloosbaar risico). De Gezondheidsraad stelde dat dit risico er was bij een concentratie van $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Een EU Working Group heeft de benzeen literatuur grondig geëvalueerd. Deze komt tot de conclusie dat er een risico van 1×10^{-6} is bij een concentratie tussen $0,2$ en $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (EU, 1999).

Recentere beschouwingen van het RIVM geven aan dat de meeste risico-evaluaties uitgaan van een lineaire dosis-effectrelatie zonder drempel. Daar is momenteel veel discussie over. Het RIVM houdt rekening met deze discussie. Uitgaande van de range van de EU Working Group voor een risico van 1×10^{-6} leidt het RIVM bij een concentratie van $20 - 36 \mu\text{g}/\text{m}^3$ een risico van 1×10^{-4} af. Op basis hiervan heeft het RIVM een Maximaal Toelaatbaar Risico (MTR) van $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vastgesteld (RIVM, 2001). Niet carcinogene, haematologische effecten van benzeen kunnen optreden bij concentraties hoger dan $156 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

De wettelijke grenswaarde voor de buitenluchtkwaliteit in Nederland is $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (jaargemiddeld), de richtwaarde is $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (jaargemiddeld). Vanaf 2010 is de grenswaarde een jaargemiddelde van $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

B(a)P

Polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK) vormen een groep van enige honderden organische verbindingen opgebouwd uit twee of meer benzeenringen. De PAK-componenten verschillen onderling enigszins in fysisch-chemische eigenschappen en sterk in de risico's voor mens en ecosystemen. Circa 50 tot 90% van de carcinogene potentie van PAK-mengsels voorkomend in de buitenlucht kan worden toegeschreven aan de componenten benzo[a]pyreen, chryseen, fluoranteen en fenantreen. De component benzo[a]pyreen (B[a]P) geldt als gidsstof voor PAK-mengsels. B(a)P wordt geclassificeerd als waarschijnlijk kankerverwekkend. Chronische blootstelling aan lage concentraties kan leiden tot het ontstaan van longkanker.

In EU-kader is eind 2004 een luchtkwaliteitsnorm voor B(a)P vastgesteld. In Nederlandse terminologie is dit een richtwaarde, van 1 ng/m^3 . Deze richtwaarde dient in principe in 2013 bereikt te zijn. Bij levenslange blootstelling aan deze concentratie is het risico 1×10^{-4} , een als maximaal toelaatbaar (MTR) omschreven risico.

In het Nederlandse beleid was een streefwaarde van $0,01 \text{ ng/m}^3$ vastgesteld. Bij levenslange blootstelling aan deze concentratie is het risico 1×10^{-6} , dat als verwaarloosbaar wordt beschouwd.

Grenswaarden en beleid

Kaderrichtlijn luchtkwaliteit

De Europese Unie heeft met de Kaderrichtlijn luchtkwaliteit (1996) voor het eerst algemene regels opgesteld voor de luchtkwaliteit. Op basis van deze Kaderrichtlijn zijn luchtkwaliteitsnormen in verschillende dochterrichtlijnen vastgelegd.

De eerste dochterrichtlijn geeft normen voor zwavel- en stikstofdioxide, stikstofoxiden, lood en fijn stof. Normen voor benzeen en koolmonoxide staan in de tweede dochterrichtlijn. De derde dochterrichtlijn bevat normen voor ozon. In de vierde dochterrichtlijn zijn richtwaarden vastgelegd voor enkele zware metalen (arseen, cadmium, kwik en nikkel) en voor polycyclische aromatische koolwaterstoffen, waaronder B(a)P en voor de totale depositie van genoemde metalen en verbindingen.

Besluit Luchtkwaliteit 2001

Hierop gebaseerd zijn in Nederland de eerste regels voor luchtkwaliteit vastgelegd in het Besluit luchtkwaliteit (2001). Het besluit bevatte kwaliteitsnormen voor onder meer zwaveldioxide, lood, stikstofdioxide en stikstofoxiden, PM_{10} , benzeen en CO. Tevens bepaalde het dat gemeenten en provincies de lokale luchtkwaliteit in kaart moeten brengen en daarover moeten rapporteren. Als grenswaarden uit het besluit zijn of naar verwachting werden overschreden, moesten navolgende maatregelen worden getroffen.

Besluit Luchtkwaliteit 2005

In 2005 is een nieuw Besluit luchtkwaliteit van kracht geworden. Dit was het gevolg van het stilleggen door uitspraken van de Raad van State van een groot aantal bouwprojecten en bestemmingsplannen. Het Besluit luchtkwaliteit 2005 gaf meer armslag dan het vorige besluit om ruimtelijke plannen die gevolgen hebben voor de luchtkwaliteit uit te voeren.

Zo is er in het Besluit luchtkwaliteit 2005 ook de mogelijkheid vastgelegd om het deel van het fijn stof dat zich van nature in de lucht bevindt (zeezout) af te trekken van de jaargemiddelde concentratie van PM_{10} . De hoogte van deze "zeezout" aftrek was vastgelegd in de Meetregeling luchtkwaliteit 2005, dat tegelijk met het Besluit luchtkwaliteit 2005 in werking is getreden. Het aandeel zeezout in de jaargemiddelde concentratie PM_{10} varieert van circa $7 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ langs de westkust tot circa $3 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ in het oostelijk deel van Nederland. In de Meetregeling is per gemeente de grootte van de toegestane zoutaftrek aangegeven.

Ook is in het Besluit een grenswaarde voor het aantal overschrijdingen van $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als 24-uurgemiddelde concentratie vastgelegd: de concentratie mag op niet meer dan 35 dagen per jaar overschreden worden. Het bleek, dat de invloed van de in de buitenlucht aanwezige concentratie zeezout op het aantal overschrijdingen voor geheel Nederland nagenoeg gelijk was. Uitgaande van de, niet voor zeezout gecorrigeerde, jaargemiddelde concentratie PM_{10} , is voor de zeezoutaftrek het aantal overschrijdingen met 6 verminderd.

In het Besluit luchtkwaliteit 2005 is ook de saldobenadering omschreven. In gebieden waar de grenswaarden voor NO_2 of PM_{10} werden overschreden mochten plannen die geen effecten hadden op de luchtkwaliteit toch doorgaan, evenals plannen waar sprake was van een geringe verslechtering van de luchtkwaliteit. Voorwaarde voor deze laatste plannen is dan wel dat door maatregelen de luchtkwaliteit als totaal gezien in het gebied verbeterde. Deze mogelijkheden voor saldering zijn nader uitgewerkt in een ministeriële regeling (Regeling saldering luchtkwaliteit 2005). Ook de 2^e dochterrichtlijn is in het Besluit luchtkwaliteit 2005 geïmplementeerd. Dit had o.a. tot gevolg, dat de grenswaarde voor CO is verscherpt van $6 \text{ mg}/\text{m}^3$ naar $3,6 \text{ mg}/\text{m}^3$.

Wet Luchtkwaliteit

Met het Besluit Luchtkwaliteit 2005 is er een directe koppeling tussen ruimtelijke ordeningsprojecten en luchtkwaliteit, waarbij ook voor ieder kleine project met betrekking tot luchtkwaliteit een uitgebreide toets gedaan moest worden. Dit gaf veel maatschappelijke discussie en had tot gevolg dat veel geplande projecten geen doorgang konden vinden in overschrijdingsgebieden. Om dit toch mogelijk te maken is in 2007 een wetsvoorstel gedaan voor wijziging van de Wet milieubeheer, dat bekend staat als de 'Wet luchtkwaliteit'. Deze wet is op 15 november 2007 in werking getreden. Het Besluit Luchtkwaliteit 2005 is opgenomen in de Wet luchtkwaliteit en is hiermee komen te vervallen. Met deze wet en de daarbij behorende regelingen en amvb's wil de overheid zowel de luchtkwaliteit verbeteren als ook de gewenste ontwikkelingen in ruimtelijke ordening doorgang laten vinden.

De kern van de 'Wet luchtkwaliteit' bestaat uit de (Europese) luchtkwaliteitseisen. Op grond van aan de wet gekoppelde richtlijnen bevat zij ook basisverplichtingen, namelijk: plannen, maatregelen, het beoordelen van luchtkwaliteit, verslaglegging en rapportage.

Verder formaliseert de wet het zogenaamde Nationaal Samenwerkingsprogramma Luchtkwaliteit (NSL). Daarbinnen werken het rijk, de provincies en gemeenten samen om de Europese eisen voor luchtkwaliteit te realiseren. Het NSL kan pas in werking treden als de EU derogatie (verlenging van de termijn om luchtkwaliteitseisen te realiseren) heeft verleend. Het NSL biedt verruimde mogelijkheden om projecten uit te voeren die een bron van luchtverontreiniging zijn. De bestuursorganen blijven echter verantwoordelijk voor goede ruimtelijke ordening. Vanuit dat oogpunt kan het onaanvaardbaar zijn om een project te realiseren op een locatie waar de luchtkwaliteit slecht is. Ook een verslechtering van de luchtkwaliteit op bestaande locaties kan bezwaarlijk zijn.

Het aantal mensen dat blootgesteld wordt aan meer verontreinigde lucht is een belangrijke factor, zeker als het kwetsbare groepen betreft. De mogelijkheden om ruimtelijke ontwikkelingen uit te voeren in overschrijdingssituaties, zal voor zogenaamde kwetsbare doelgroepen beperkt worden. Hiervoor is een algemene maatregel van bestuur 'Gevoelige bestemmingen' in voorbereiding. Deze amvb geeft nadere regels voor de ruimtelijke ordening voor specifieke situaties. Het beginsel van een goede ruimtelijke ordening blijft echter voor alle ruimtelijke ontwikkelingen onverkort gelden.

De uitvoeringsregels behorend bij de wet zijn vastgelegd in algemene maatregelen van bestuur (amvb) en ministeriële regelingen (mr) die gelijktijdig met de 'Wet luchtkwaliteit' in werking treden, inclusief een aantal handreikingen, waaronder de handreiking 'Meten en Rekenen'. Twee belangrijke regelingen bij de 'Wet Luchtkwaliteit' zijn de regeling Beoordeling Luchtkwaliteit 2007 en de regeling Niet in Betekende Mate (NIBM).

Niet in betekende mate (NIBM)

In de algemene maatregel van bestuur 'Niet in betekende mate' (Besluit NIBM) en de ministeriële regeling NIBM (Regeling NIBM) zijn de uitvoeringsregels vastgelegd die betrekking hebben op het begrip NIBM. Dit begrip maakt ruimtelijke ontwikkelingen mogelijk in overschrijdingssituaties. In de Regeling NIBM is een lijst met categorieën van gevallen (inrichtingen, kantoor- en woningbouwlocaties) opgenomen die niet in betekende mate bijdragen aan de luchtverontreiniging. Deze projecten kunnen zonder toetsing aan de grenswaarden voor het aspect luchtkwaliteit uitgevoerd worden.

Ook als het bevoegd gezag op een andere wijze, bijvoorbeeld door berekeningen, aannemelijk kan maken dat het geplande project NIBM bijdraagt, kan toetsing aan de grenswaarden voor luchtkwaliteit achterwege blijven.

Het begrip 'niet in betekende mate' is gedefinieerd als 1% van de grenswaarde voor NO₂ en PM₁₀ voor de periode tussen het in werking treden van de 'Wet luchtkwaliteit' en het verlenen van derogatie door de EU. Na verlening van derogatie treedt het NSL in werking en wordt de definitie van NIBM verschoven naar 3% van de grenswaarde. De bijdrage van NIBM-projecten aan de luchtverontreiniging wordt binnen het NSL gecompenseerd met algemene maatregelen.

Projecten die wel 'in betekende mate' bijdragen, zijn vaak al opgenomen in het NSL. Het NSL is erop gericht om overal de Europese grenswaarden te bewerkstelligen. Daartoe is een pakket aan maatregelen opgenomen in het NSL: zowel (generieke) rijksmaatregelen als locatiespecifieke maatregelen van gemeenten en provincies. Dit pakket maatregelen zorgt ervoor dat alle negatieve effecten van de geplande ruimtelijke ontwikkelingen ruim worden gecompenseerd. Bovendien worden alle huidige overschrijdingen tijdig opgelost, d.w.z. binnen de gestelde termijn na derogatie door de EU.

Saneringstool

Om de luchtkwaliteit en knelpunten daarin in kaart te brengen, zoals de overschrijdingen van de grenswaarde(n), en de effecten op de lucht van maatregelen, ontwikkelingen en besluiten door te rekenen is in het kader van het NSL voor gemeenten en provincies door VROM een specifiek instrument ontwikkeld, namelijk de saneringstool.

In de saneringstool wordt voornamelijk gebruik gemaakt van de standaardrekenmethoden, waarmee iedere regio en gemeente op vergelijkbare wijze inzicht kan krijgen in de inspanningen die nodig zijn om de resterende luchtkwaliteitsknelpunten op te lossen. In de saneringstool wordt, in afwijking van de overige regels in het Besluit NIBM, geanticipeerd op voorschriften over meten en berekenen die de nieuwe Europese richtlijn luchtkwaliteit naar alle waarschijnlijkheid zal bevatten.

Regeling Beoordeling Luchtkwaliteit 2007

De ministeriële Regeling Beoordeling Luchtkwaliteit 2007 bevat voorschriften over metingen en berekeningen om de concentratie en depositie van luchtverontreinigende stoffen vast te stellen. Verder schrijft de regeling rapportage voor van de uitkomsten van metingen en berekeningen. Rapportage betreft de plaatsen in de gemeente waar de bevolking direct of indirect kan worden blootgesteld aan te hoge concentraties luchtverontreinigende stoffen. De gemeente maakt naar redelijke verwachting een inschatting van bedoelde situaties. Vervolgens bepaalt zij de concentratie van voorgeschreven stoffen en vergelijkt deze met de gestelde grenswaarden. Bij overschrijding moet de gemeente ieder jaar weer opnieuw de ontwikkelingen rapporteren. De regeling vereist ook een plan met maatregelen om een goede luchtkwaliteit te bewerkstelligen in geval van overschrijding.

Met de inwerkingtreding van de 'Wet Luchtkwaliteit' zijn ook een aantal eerdere besluiten vervallen, zoals de Regeling Luchtkwaliteit Ozon, het Besluit Luchtkwaliteit 2005, de Meetregeling Luchtkwaliteit en het Meet- en Rekenvoorschriftbevoegdheden Luchtkwaliteit.

In de regeling zijn gestandaardiseerde rekenmethodes opgenomen (SRM1, SRM2 en SRM3) om concentraties van diverse luchtverontreinigende stoffen te kunnen berekenen. Deze gestandaardiseerde rekenmethodes geven resultaten die rechtsgeldig zijn. In de regeling zijn ook voorschriften opgenomen voor metingen met betrekking tot meetplaatsen en analyse en wanneer, waarover en hoe de gemeenten moeten rapporteren.

Met de nieuwe regeling Beoordeling luchtkwaliteit en NIBM blijft het mogelijk om projecten in overschrijdingssituaties die wél in betekende mate (IBM) bijdragen doorgang te laten vinden. Compenseren van toegenomen luchtverontreiniging binnen het project, het zogenaamde salderen, blijft mogelijk, ook nadat het NSL in werking is getreden. Saldering binnen NSL hoeft niet strikt binnen het project plaats te vinden, maar binnen het gebiedsprogramma. Toetsing vindt dan plaats aan de ruimte/mogelijkheden die het gebiedsprogramma biedt om ondanks het beoogde project toch de luchtkwaliteitseisen te halen.

De Regeling Beoordeling luchtkwaliteit 2007 zal met de nieuwe Europese richtlijn die in voorbereiding is op korte termijn weer worden aangepast. Verder zal de aanpassing samenhangen met de actualisatie van de rekenmodellen luchtkwaliteit. Voor wat betreft een aantal van de veranderingen, met betrekking tot de afspraken over de standaardrekenmethoden, wordt hierbij verwezen naar de website van Infomil, waarop de belangrijkste wijzigingen zijn aangegeven.

Voor de laatste stand van zaken met betrekking tot de regelgeving en normen wordt verwezen naar de website van het Ministerie van VROM (www.vrom.nl).

GES-score

GES-scores worden gegeven voor de blootstelling aan NO₂, Fijn stof (PM₁₀ en PM_{2,5}), CO, benzeen en benz(a)pyreen. De emissies van CO, benzeen en benz(a)pyreen zijn de afgelopen jaren sterk gedaald. Verkeerswegen leveren over het algemeen nu slechts nog een geringe bijdrage aan de gehalten van deze stoffen. In veel situaties is er dus geen noodzaak meer deze stoffen in een gezondheidskundige beoordeling te beschouwen.

Bij het inschatten van de effecten van verkeersemissies op de gezondheid van mensen wordt de NO₂-concentratie vaak in eerste instantie als indicator genomen voor het mengsel van verkeersgerelateerde luchtverontreiniging. De bijdrage van het verkeer aan de PM₁₀- of PM_{2,5}-concentraties is relatief beperkt en wordt ook minder door de nabijheid van de weg beïnvloed. GES-scores voor PM₁₀ en PM_{2,5} zullen dus altijd in samenhang met die voor NO₂ beoordeeld moeten worden.

De volgende indelingen worden gehanteerd:

NO₂

Jaargemiddelde µg/m ³	GES- score	Opmerkingen
0,04 – 3	2	
4 – 19	3	
20 – 29	4	
30 – 39	5	
40 – 49	6	Overschrijding grenswaarde Toename luchtwegklachten en verlaging longfunctie
50 – 59	7	Sterkere toename luchtwegklachten en verlaging longfunctie
≥ 60	8	tie

Fijn stof

Een GES-score van 6 wordt gebaseerd op het MTR of gezondheidskundige advieswaarde. Er is echter geen MTR voor fijn stof op te stellen. De Air Quality Guideline (AQG) van de WHO is gebaseerd op de laagste concentratie die bepaald is in studies naar de relatie tussen gezondheidseffecten en fijn stof. Er wordt aangenomen dat er geen drempelwaarde is. Er wordt uitgegaan van een lineaire dosis-effectrelatie, dus er is geen concentratie waarboven de effecten sterk toenemen. GES-score 6 kan dus niet op een MTR gebaseerd worden.

Bij het ontbreken van een MTR wordt de GES-score 6 over het algemeen op een grenswaarde gebaseerd. Er zijn in Nederland voor $PM_{2,5}$ en PM_{10} voor het dag- en jaargemiddelde echter verschillende grenswaarden opgesteld, die niet met elkaar overeenkomen. Voor PM_{10} is de grenswaarde voor het daggemiddelde bijvoorbeeld strenger dan die voor het jaargemiddelde. $PM_{2,5}$ heeft een sterkere gezondheidskundige basis dan PM_{10} . De WHO baseert de gezondheidskundige advieswaarden ook op $PM_{2,5}$ en leidt op basis daarvan advieswaarden voor PM_{10} af (WHO, 2005). Voor de indeling van GES-scores is dan ook uitgegaan van de concentratie $PM_{2,5}$ en zijn op basis daarvan GES-scores voor PM_{10} vastgesteld.

Aangezien de langetermijnconcentraties gezondheidskundig gezien de sterkste basis hebben is bij het bepalen van GES-scores uitgegaan van de jaargemiddelde concentraties.

De AQG van de WHO voor de jaargemiddelde concentratie van $PM_{2,5}$ ($10 \mu\text{g}/\text{m}^3$) is niet bruikbaar, omdat de achtergrondconcentraties in Nederland ruim boven deze waarde liggen. GES-score 6 voor $PM_{2,5}$ is daarom gelegd bij de concentratie van $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Dit is de indicatieve waarde voor de jaargemiddelde $PM_{2,5}$ -concentratie vanaf 2020 én de waarde voor 2015 voor de blootstellingsconcentratieverplichting van de gemiddelde $PM_{2,5}$ -concentratie in stedelijke agglomeraties.

De GES-scores voor PM_{10} zijn daaraan gerelateerd door een verhouding van $PM_{2,5}/PM_{10}$ te kiezen. Internationaal wordt voor deze verhouding 0,5 aangehouden. In Nederland kan deze verhouding sterk fluctueren, maar gemiddeld wordt een verhouding van 0,7 aangehouden (Velders et al., 2008).

GES-score 6 voor de jaargemiddelde concentratie van PM_{10} is gelegd bij een concentratie van $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$. De verhouding $PM_{2,5}/PM_{10}$ bij GES-score 6 is dan 0,6. Deze jaargemiddelde concentratie van $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ PM_{10} houdt enigszins rekening met de grenswaarde voor het daggemiddelde (omgerekend naar een jaargemiddelde van ongeveer $30 - 33 \mu\text{g}/\text{m}^3$) (Wesseling et al., 2006). Door GES-score 7 bij een concentratie van $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ te leggen, wordt tegemoet gekomen aan de wens in de beleidspraktijk om meer onderscheid te maken in concentratieklassen en wordt rekening gehouden met de jaargemiddelde grenswaarde voor PM_{10} .

De concentraties fijn stof worden beoordeeld zonder zeezoutaftrek, omdat de relaties tussen PM_{10} en gezondheidseffecten zijn gebaseerd op de PM_{10} -concentratie ongeacht de fractie zeezout.

De GES-score indeling voor PM_{2,5} en PM₁₀ is dan als volgt.

Jaargemiddelde PM _{2,5} (µg/m ³)	Jaargemiddelde PM ₁₀ (µg/m ³)	GES-score	Opmerkingen
< 2	< 4	2	
2 – 9	4 – 19	3	
10 – 14	20 – 29	4	<u>PM_{2,5}</u> Overschrijding AQG van de WHO <u>PM₁₀</u> Overschrijding streefwaarde (voorstel EU voor 2010)
15 – 19	30 – 34	5	<u>PM₁₀</u> Een bijdrage van verkeer tot circa 10 µg/m ³ Een toename van luchtwegsymptomen, ziekenhuisopnamen en vroegtijdige sterfte (geschat wordt een toename van vroegtijdige sterfte van circa 0,3% - 0,4% per 10 µg/m ³)
20 – 24	35 – 39	6	<u>PM_{2,5}</u> Overschrijding van de indicatieve waarde voor het jaargemiddelde vanaf 2020 Overschrijding van de blootstellingsconcentratieverplichting voor 2015 <u>PM₁₀</u> Overschrijding grenswaarde voor het daggemiddelde Een bijdrage van verkeer tot circa 15 µg/m ³ Een toename van luchtwegsymptomen, ziekenhuisopnamen en vroegtijdige sterfte (geschat wordt een toename van vroegtijdige sterfte van circa 0,45% - 0,6% voor een toename van 15 µg/m ³)
25 – 29	40 – 49	7	<u>PM_{2,5}</u> Overschrijding van de grenswaarde vanaf 2015. <u>PM₁₀</u> Overschrijding grenswaarde voor het daggemiddelde Een bijdrage van verkeer tot circa 25 µg/m ³ Een toename van luchtwegsymptomen, ziekenhuisopnamen en vroegtijdige sterfte (geschat wordt een toename van vroegtijdige sterfte van circa 0,75% - 1,0% voor een toename van 25 µg/m ³)
≥ 30	≥ 50	8	<u>PM₁₀</u> Een bijdrage van verkeer van meer dan circa 25 µg/m ³ Een toename van luchtwegsymptomen, ziekenhuisopnamen en vroegtijdige sterfte (geschat wordt een toename van vroegtijdige sterfte van meer dan 0,75% - 1,0% voor een toename van meer dan 25 µg/m ³)

CO

8-uursgemiddelde concentratie (P98) $\mu\text{g}/\text{m}^3$	GES-score	Opmerkingen
< 36	0	
36 – 360	2	0,01 – 0,1 MTR
360 – 1.800	3	0,1 – 0,5 MTR
1.800 – 2.700	4	0,5 – 0,75 MTR
2.700 – 3.600	5	0,75 – 1,0 MTR
>3.600	6	Overschrijding MTR Afwijkingen in het ECG en afname reactie- en onderscheidingsvermogen

Benzeen

Jaargemiddelde $\mu\text{g}/\text{m}^3$	GES-score	Opmerkingen
< 0,2	0	Geen overschrijding richtwaarde Een verwaarloosbaar risico op leukemie: $< 10^{-6}$
0,2 – 5	2	Risico op leukemie: $0,01 – 0,25 \times 10^{-4}$
5 – 10	3	Overschrijding richtwaarde; overschrijding grenswaarde van 2010 Risico op leukemie: $0,25 – 0,5 \times 10^{-4}$
10 – 15	4	Overschrijding grenswaarde Risico op leukemie: $0,5 – 0,75 \times 10^{-4}$
15 – 20	5	Overschrijding grenswaarde Risico op leukemie: $0,75 – 1 \times 10^{-4}$
> 20	6	Overschrijding MTR, risico meer dan 1×10^{-4} op leukemie

B(a)P

Jaargemiddeld ng/m^3	GES-score	Opmerkingen
< 0,01	0	
0,01 – 0,1	2	overschrijding streefwaarde en Verwaarloosbaar Risico
0,1 – 0,5	3	0,1 – 0,5 MTR Risico $0,1 – 0,5 \times 10^{-4}$ voor longkanker
0,5 – 0,75	4	0,5 – 0,75 MTR Risico $0,5 – 0,75 \times 10^{-4}$ voor longkanker
0,75 – 1	5	0,75 – 1 MTR Risico $0,75 – 1 \times 10^{-4}$ voor longkanker
1 – 5	6	overschrijding richtwaarde en MTR risico $1 – 5 \times 10^{-4}$ voor longkanker
> 5	7	overschrijding MTR risico meer dan 5×10^{-4} voor longkanker

F - Wegverkeer en stank

Emissie en verspreiding

Er zijn weinig meetgegevens over de geuremissie van voertuigen. Op grond van een beperkt geuremissie-onderzoek van Haskoning uit 1994 zijn door TNO emissiefactoren berekend. Deze zijn toegepast in het project "Naar een landelijk beeld van verstoring" (Publicatiereeks Verstoring, 1997). Uit het summiere onderzoek bleek dat de geuremissie niet correleert met de emissie van NO_x of koolwaterstoffen. Uit literatuuronderzoek bleek dat de geuremissie wel samenhangt met onvolledige verbranding. TNO paste daarom de relatie tussen de CO-emissie en de rijnsnelheid toe op de geuremissie.

Voor CO is de emissie bij verschillende snelheden en voor personen- en vrachtverkeer vanaf 1990 bekend. Door gebruik te maken van de daling in emissiefactoren van CO is voor GES de geuremissie in 1994 geëxtrapoleerd naar een gereduceerde geuremissie in 2005. Dit levert de volgende schattingen voor de geuremissie op:

Snelheid (km/uur)	E _p (ge/m/s)	E _{vr} (ge/m/s)
13	0,00037	0,0054
19	0,00020	0,0038
44	0,00008	0,0018
100	0,00010	0,0012

Hierbij is E_p de geuremissie van personenauto's en E_{vr} die van vrachtwagens.

Uit deze gegevens blijkt dat bij lage snelheden, meer onvolledige verbranding, de geuremissie het hoogst is. Bij lage snelheden is de geuremissie circa een factor 4 hoger dan bij hoge snelheden.

De geuremissie van vrachtverkeer is 10 – 20 x hoger dan van personenauto's.

Voor de berekening van de verspreiding van stank van wegverkeer kan in principe ook gebruik gemaakt worden van het CAR-model.

Hiervoor moeten een aantal aannames gemaakt worden. Als eerste moeten emissiefactoren ingevoerd worden. De enige die bekend zijn, zijn bovenstaande. Het achtergrondgehalte van geur wordt gesteld op 0 ge/m³.

Ook een factor voor de verhouding van jaargemiddelde en het 98-percentiel moet in het model ingevoerd worden. Deze verhouding zegt iets over de spreiding in uurgemiddelde concentraties. Deze verhouding is afhankelijk van het wegtype. De bebouwing in een straat heeft namelijk grote invloed op het gemiddelde niveau en op de concentratie bij verschillende windrichtingen en dus op de spreiding.

Voor geur zijn geen metingen verricht, waaruit deze verhoudingen afgeleid kunnen worden.

Door TNO zijn deze verhoudingen voor geur met het TNO-verkeersmodel voor de in CAR gedefinieerde wegtypen berekend:

Wegtype	C ₉₈ / C _{gem}	Opmerkingen
1	5,3	weg zonder bebouwing in de naaste omgeving
2	5,0	één zijde of beide zijden bebouwd, zeer breed
3A	4,6	beide zijden bebouwd, breed
3B	4,6	beide zijden bebouwd, smal
4	3,8	één zijde bebouwd, breed

Worden met deze gegevens berekeningen met het CAR-model uitgevoerd, dan blijkt dat verkeerswegen een aanzienlijke bijdrage kunnen leveren aan de geurbelasting. Slechte omstandigheden voor geur zijn stagnerend druk vrachtverkeer door een smalle straat met hoge bebouwing. Op korte afstand, 5 meter van de weg-as, worden dan geurconcentraties berekend tot een P98 van circa 35 ge/m³.

Bij zeer drukke snelwegen wordt op 5 meter afstand 45 ge/m³ P98 en op een voor deze wegen geringe afstand van circa 35 meter circa 10 ge/m³ P98 berekend. Alleen in het geval, dat er woningen op kortere afstanden dan 35 meter van de weg-as staan is het dus nodig om de stank van snelwegen te betrekken bij de gezondheidseffectscreening.

Bij geringe verkeersintensiteiten worden binnen een afstand tot 30 meter van de weg al geurconcentraties van meer dan 1 ge/m³ P98 berekend. In de tabel van bijlage 2 is voor elk wegtype bij verschillende verkeersintensiteiten daarom alleen de afstand waarbij een geurconcentratie van 10 ge/m³ wordt berekend weergegeven. Deze berekeningen zijn uitgevoerd met behulp van CARII versie 6.1 (2007). Deze afstanden wijken af van de berekeningen die in de vorige versie van het GES-handboek zijn opgenomen. In versie 6.1 zijn namelijk de verdunningsfactoren voor alle wegtypen gecorrigeerd met een factor 0,62 ten opzichte van eerdere versies van CARII, omdat concentratiebijdragen systematisch overschat bleken te worden.

Met nadruk wordt vermeld dat deze berekeningen gebaseerd zijn op een beperkt geuremissie-onderzoek uit 1994. Onduidelijk is hoe representatief deze gegevens zijn. Ook zal de afgelopen jaren de geuremissie waarschijnlijk gedaald zijn met het schoner worden van de motoren. Deze daling is geschat door er vanuit te gaan dat de geuremissie samenhangt met onvolledige verbranding en dus in dezelfde mate gedaald is als CO. Na 1994 is echter geen onderzoek meer naar de geuremissie van verkeer uitgevoerd.

Deze berekeningen geven dus niet meer dan een indicatie van optredende geurbelastingen.

Gezondheidskundige beoordeling

Ook over de relatie tussen de geurbelasting van wegverkeer en hinder is niet veel bekend. Door TNO is hiernaar een onderzoek gedaan. Voor een kleine 1000 woningen werd de geurbelasting berekend en de hinder door geur van wegverkeer bepaald. Voor ernstige hinder was een duidelijke relatie met de geurbelasting te leggen.

De percentages ernstig gehinderden zijn circa 2x zo hoog als die berekend worden met de door TNO beschreven algemene relatie tussen geurconcentratie en ernstige hinder:

Geurconcentratie (P98) (ge/m ³)	% ernstig gehinderden (relatie stank-wegverkeer-hinder)	% ernstig gehinderden (algemene relatie stank-hinder)
1	3	0
3	5	2
5	11	5
10	18	10
20		16
30		21

Door het RIVM werden met het CAR-model indicatieve berekeningen van de geurbelastingen rond het Nederlandse wegennet uitgevoerd. Hiervoor werden bovenstaande emissiegegevens gebruikt, maar gecorrigeerd voor het schoner worden van de motoren.

Met de beschreven relatie voor wegverkeer en ernstige hinder werd de ernstige hinder geschat. Het aldus berekende percentage in Nederland dat ernstig gehinderd is door geur van wegverkeer lag in dezelfde orde van grootte als het met behulp van CBS enquêtes verkregen percentage. Voor GES zal daarom vooralsnog toch van de relatie tussen geur van wegverkeer en ernstige hinder worden uitgegaan.

GES-score

In principe zal de gezondheidkundige beoordeling in eerste instantie gericht moeten zijn op in de omgeving vastgestelde hinder.

Deze hinder kan vergelijkbaar met de hinder als gevolg van stank van bedrijven beoordeeld worden:

Hinder (%)	Ernstige hinder (%)	GES-score
0	0	0
0 – 5	0	1
5 – 12	0 – 3	3
12 – 25	3 – 10	4
≥25	≥10	6

De score wordt met name bepaald door het feit dat er geen ernstig gehinderden boven de 10% zouden moeten zijn. Daaraan wordt de GES-score 6 gekoppeld. Ook wordt bij de indeling deels aangehaakt bij het streven van de overheid om maximaal 12% gehinderden en geen ernstig gehinderden te hebben. Wordt dit niet gehaald dan wordt een GES-score van 4 toegekend.

Over het algemeen wordt de hinder van geur van wegverkeer echter niet vastgesteld. De GES-score wordt daarom bepaald aan de hand van berekende geurbelastingen. In principe wordt dezelfde indeling in GES-scores gehanteerd als bij stank van bedrijven. Zoals gezegd zijn de berekeningen van de geurconcentraties als gevolg van wegverkeer indicatief. De indeling in GES-scores geeft dan ook alleen een grove indicatie van de omvang van geurproblemen rond wegen. Daarom wordt de indeling van GES-scores naar beneden bijgesteld. Op deze manier blijft nog wel zichtbaar dat zich stankproblemen rond wegen kunnen voordoen.

Geurblootstelling-P98 (ge/m ³)	GES-score
< 1	0
1 - 10	2
≥10	4

Bij zeer geringe verkeersintensiteit worden bij afstanden tot 30 meter van de weg al geurbelastingen van meer dan 1 ge/m³ berekend, zodat vrijwel altijd een GES-score van minstens 2 geldt. In de tabel van Bijlage 2 is aangegeven op welke afstanden een GES-score van 4 zou gelden.

G - Wegverkeer en geluidhinder

Emissie en verspreiding

De geluidemissie van wegverkeer is afhankelijk van het type en de snelheid van de voertuigen. Voor de verspreiding is de verdunning door weersomstandigheden, de reflectie door het wegdek en de demping door de lucht en bodem van belang.

Voor de berekening van de emissie en verspreiding van geluid van wegverkeer zijn er voorgeschreven standaard rekenmethoden. Sinds 1981 wordt de voorgeschreven methode om wegverkeerslawaai te berekenen of meten vastgelegd in een Reken- en Meetvoorschrift. Bij de wijziging van de Wet geluidhinder van 2007 werd het tot dan toe geldende Reken- en Meetvoorschrift Wegverkeerslawaai 2002 vervangen door bijlage III van het Reken- en Meetvoorschrift geluidhinder 2006. Voor het grootste deel is deze bijlage gelijk aan het Reken- en Meetvoorschrift Wegverkeerslawaai 2002. Toegevoegd is o.a. een rekenregel voor het berekenen van het effect van een middenbermscherm. Ook de geluidemissie van de voertuigen is aangepast.

Standaardrekenmethode 1, SRM1, is een vrij eenvoudige berekeningswijze en als applicatie beschikbaar. SRM1 berekent de emissie en trekt daar de demping door de lucht en bodem van af.

SRM1 berekent alleen de geluidbelasting tot op de eerste bebouwingslijn. Achter deze bebouwing kan deze niet berekend worden. De invloed van bebouwing aan de overzijde van de straat wordt wel meegenomen. Overige reflectie, bijvoorbeeld in zijstraten, kan niet berekend worden.

Voor SRM1 zijn de volgende gegevens nodig:

- *Type voertuigen: lichte, middelzware en zware voertuigen en motorrijwielen*
Over het algemeen wordt gerekend met een fractie vrachtverkeer (middelzwaar en zwaar) van zo'n 4 – 10 % binnen de bebouwde kom en circa 15 % op snelwegen. Hierbij is de standaardverdeling van de fractie vrachtverkeer 34% middelzwaar en 66% zwaar vrachtverkeer.
- *Snelheid voertuig*
De geluidemissie is afhankelijk van het type voertuig en de snelheid. De geluidemissie (dB(A)) van een weg met 1 voertuig per uur is bij verschillende snelheden van het voertuig ongeveer als volgt:

Type voertuig	Snelheid		
	44 km/uur	70 km/uur	100 km/uur
licht voertuig (auto)	44	47	52
middelzwaar voertuig	56	56	57
zwaar voertuig (3 assen of meer)	61	60	59
motorrijwiel	55	58	62

De geluidemissie van lichte en middelzware voertuigen neemt toe met de snelheid. Bij zware voertuigen neemt de geluidemissie af met de snelheid.

- *Aantal voertuigen per uur en periode (dag of nacht)*
Verdubbeling van de verkeersintensiteit, bij een gelijke samenstelling, leidt tot een verdubbeling van het geluidsniveau en dus met een verhoging van 3 dB(A).
Als de verkeersintensiteit per periode niet bekend is, dan kan deze geschat worden uit tellingen gedurende een aantal uren.

Zowel voor hoofdwegen en buurt ontsluitingswegen binnen de bebouwde kom als voor regionale wegen buiten de bebouwde kom zou het aantal voertuigen per uur 's nachts een factor 6 – 7 lager zijn dan overdag. Vooral buiten de bebouwde kom neemt het percentage zwaar vrachtverkeer relatief meer toe en is het een factor 3 – 4 lager dan overdag.

- *Type wegdek*
Grof asfaltbeton levert een geluidbelasting van zo'n 2 à 3 dB(A) meer op dan fijn asfaltbeton (Dicht Asfalt Beton, DAB). Klinkers veroorzaken circa 3 tot 4 dB(A) meer geluidbelasting dan fijn asfaltbeton. ZOAB en Dubbel ZOAB leiden tot een reductie van respectievelijk ongeveer 2 dB(A) en 4 – 6 dB(A) ten opzichte van fijn asfaltbeton.
- *Hoogte wegdek*
Wordt een weg ongeveer 2 meter verdiept aangelegd, dan is de geluidbelasting maximaal 3 dB(A) minder dan bij een op maaiveldhoogte aangelegde weg.
- *Hoogte waarneempunt*
- *Fractie bebouwing overzijde*
- *Bodemfactor*: fractie onverharde bodem
- *Zichthoek*: de hoek met vrij uitzicht op de weg vanuit de waarnemer
- *Afstand tot kruispunt*

SRM1 berekent de geluidbelasting op 4,5 meter hoogte (op 'slaapkamerhoogte').

Met SRM1 is ook de ligging van geluidscontouren uit te rekenen. Het geluidsniveau kan ingevoerd worden en SRM1 berekent dan de bijbehorende afstand.

De mate van reflectie en schermwerking is afhankelijk van de verschillende frequenties waaruit het geluid bestaat.

Standaardrekenmethode 2, SRM2, is een uitgebreide methode die de geluidsniveaus in frequentiebanden specificeert. Met deze methode kan reflectie dus wel berekend worden. Hiervoor moet dan wel de lokale geometrie ingevoerd worden. Geluidberekeningen kunnen dan ook op verschillende hoogten bijvoorbeeld afhankelijk van het aantal verdiepingen van woongebouwen worden uitgevoerd. Deze methode is zeer arbeidsintensief.

Veelal weegt de arbeidsintensiviteit van SRM2 niet op tegen de geringe verhoging van de nauwkeurigheid ten opzichte van SRM1. Over het algemeen wordt dan ook gebruik gemaakt van SRM1, al dan niet met een aanvulling om ook reflectie te kunnen verdisconteren. Voor GES kan daarom in principe volstaan worden met SRM1.

In het kader van de EU-Richtlijn Omgevingslawaai moeten voor bepaalde agglomeraties voor belangrijke wegen geluidkaarten gemaakt worden. In een Ministeriële Regeling (Regeling Omgevingslawaai 2004) is de te gebruiken rekenmethode voor deze geluidkartering, de standaardkarteringsmethode (SKM), vastgelegd. De standaard waarneemhoogte bij SKM is 4 meter. SKM1 is gebaseerd op SRM1. Een belangrijk verschil is dat SKM1 rekening houdt met afscherming en verstrooiing achter de eerste bebouwingslijn of een geluidscherm. Zo kan het geluidniveau in een wijk (dus achter eerstelijns bebouwing of scherm) bepaald worden. SKM2 is gebaseerd op SRM2. Met SKM2 kan het geluidniveau in een wijk achter de eerste bebouwingslijn in segmenten berekend worden door rekening te houden met de afscherming en verstrooiing, maar dan specifiek voor elke octaafband.

In de Wet Geluidhinder stelt artikel 110g (voorheen artikel 103), dat een bepaalde aftrek van de geluidbelasting aan de gevel mag plaatsvinden in verband met het verwachte stiller worden van voertuigen in de toekomst. De grootte van de aftrek is in artikel 3.6 van het Reken- en Meetvoorschrift Geluidhinder 2006 vastgesteld. De "artikel 110g-aftrek" bedraagt 2 dB(A) voor wegen waarop de representatief geachte snelheid 70 of meer km/uur voor lichte voertuigen is en 5 dB(A) voor de overige wegen.

Bij gebruik van de Standaardkarteringsmethode is deze aftrek niet toegestaan.

De verschillen tussen SRM en SKM kunnen oplopen tot enkele dB(A).

Met SRM en SKM kan het equivalent geluidsniveau over de dag (07.00 - 19.00), avond (19.00 - 23.00) en nacht (23.00 - 07.00) worden berekend.

Daaruit kan de etmaalwaarde, L_{etm} , worden berekend. Dit is de hoogste waarde van de equivalente geluidwaarde van de dag of nacht. Voor wegverkeer wordt niet gerekend met de geluidbelasting 's avonds. De nachtwaarde wordt met 10 dB(A) verhoogd. Hierdoor is de geluidbelasting 's nachts vaak bepalend.

Sinds januari 2007 is voor wegverkeersgeluid overgestapt op de Europese dosismaat L_{den} .

L_{den} is het equivalente geluidsniveau over een etmaal. Het etmaal is verdeeld over bovengenoemde dag-, avond- en nachtperiode. Het geluidsniveau 's avonds wordt verhoogd met een straffactor van 5 dB(A), 's nachts met een straffactor van 10 dB(A).

In de wet wordt L_{den} aangegeven in decibel (dB); de oude dosismaat L_{etm} wordt net als vroeger aangeduid met 'dB(A)'. Beide dosismaten zijn echter op dezelfde wijze 'A-gewogen'.

Bij de berekening in L_{den} wordt nu voor het geluid van wegverkeer ook het avondverkeer meegenomen. In de regel wordt de intensiteit hiervan niet geregistreerd. In de Handreiking omgevingslawaai is aangegeven dat tenzij betere gegevens bekend zijn, voor de jaargemiddelde avonduurintensiteit bij wegverkeer een waarde aangehouden kan worden van 2,4% van de etmaalintensiteit.

De waarde van een L_{etm} was veelal gebaseerd op metingen of berekeningen in een representatieve situatie, terwijl de L_{den} een jaargemiddelde is.

Sinds 2004 is ook de Europese dosismaat voor de nacht in de Wet Geluidhinder geïntroduceerd: L_{night} . De L_{night} is het equivalente geluidsniveau gedurende een nachtperiode van 8 uur (in Nederland tussen 23.00 en 07.00 uur) en berekend op jaarbasis.

Het achtergrondniveau, op een windstille dag in de natuur, bedraagt circa 20 dB. Een gesprek levert een geluidbelasting van 50 – 60 dB. Op korte afstand, 5 meter, van een zeer drukke weg in de bebouwde kom wordt een geluidbelasting van 70 – 80 dB berekend.

Met EMPARA berekent het RIVM de geluidbelasting in Nederland als gevolg van weg-, rail- en luchtverkeer. Op basis hiervan wordt geschat dat circa 95% van de Nederlandse bevolking is blootgesteld aan niveaus die liggen boven de effectdrempel voor geluidhinder door verkeersgeluid (40 dB(A)). Circa 57% van de Nederlandse bevolking heeft op de woonlocatie te maken met een geluidbelasting van meer dan 50 dB (L_{den}). Voor circa 1% is de geluidbelasting hoger dan 65 dB en voor circa 0,1% hoger dan 70 dB.

Er zijn verschillende manieren om de geluidbelasting omlaag te brengen. Halvering van de verkeersintensiteit levert een verlaging van 3 dB(A). Snelheidsbeperkingen van 100 naar 80 km/uur kunnen de geluidbelasting met 2 dB(A) reduceren.

Een geluidscherm heeft een goede afschermende werking. Het moet dan wel voldoende massa hebben en minstens 2 meter hoog zijn. De hoogte kan zelfs tot 6 meter zijn. Het effect van een scherm is ook afhankelijk van de afstand tot de bron. Een scherm is het meest effectief als het dicht bij de bron of dicht bij de waarnemer staat. Schermen kunnen een reductie van de geluidbelasting van ten minste 10 dB(A) geven (CROW, 2004).

Een geluidswal heeft in principe dezelfde afschermende werking als een scherm. Alleen bij een wal met een stompe tophoek (>140°) of begroeiing is de reductie ongeveer 2 dB(A) minder.

Als grove indicatie geldt dat de geluidbelasting met circa 4 dB(A) afneemt bij een verdubbeling van de afstand.

Ook bebouwing heeft uiteraard een afschermende werking. Een volledig gesloten hoge bebouwing kan een reductie geven van 10 tot 15 dB(A). Verspreide bebouwing geeft 'slechts' een reductie 2 dB(A).

Sinds 1999 is het door een wijziging in de Wet Geluidhinder mogelijk geworden om woningen te bouwen met een 'dove' gevel. Deze gevel heeft geen te openen delen. Door de wijziging in de wet wordt een dergelijke gevel niet meer als gevel aangemerkt, zodat de grenswaarden voor de geluidbelasting aan een gevel niet meer van toepassing zijn.

Voorbeelden van dove gevels zijn: een aan het gebouw verbonden glazen geluidscherm, afgesloten galerijen, een blinde muur met mogelijkheden voor daglicht intreding of een aarden wal bij de zogenaamde geluidwalwoningen.

Gezondheidskundige beoordeling

De blootstelling aan geluid kan een breed scala aan nadelige gezondheidseffecten veroorzaken. De belangrijkste gezondheidseffecten van blootstelling aan lagere niveaus van geluid zoals die veelvuldig in de woonomgeving voorkomen zijn (ernstige) hinder en (ernstige) slaapverstoring.

Hinder

Gehinderd zijn wordt omschreven als het zich onprettig voelen. Het is een verzamelterm voor allerlei negatieve reacties zoals ergernis, ontevredenheid, boosheid, teleurstelling, zich teruggetrokken voelen, hulpeloosheid, neerslachtigheid, ongerustheid, verwarring, het zich uitgeput voelen en agitatie (Berglund et al, 1999). De mate van geluidhinder wordt niet alleen bepaald door de geluidbelasting, maar ook door niet-akoestische factoren zoals de mening over het beleid van de verantwoordelijk geachte lokale overheid, het onnodig geacht zijn van de geluidsproductie, ergernis over het gedrag van bijvoorbeeld bromfietzers, angst en geluidgevoeligheid. De omstandigheden waarin men aan het geluid wordt blootgesteld bepalen ook de mate van gehinderd zijn. Een zelfde geluidbelasting zal door een verkeersdeelnemer als veel minder hinderlijk ervaren worden, dan door een bewoner wonend aan de verkeersweg.

Op basis van een analyse van samengevoegde gegevens van een groot aantal (inter)nationale vragenlijstonderzoeken zijn relaties afgeleid tussen geluidbelasting door wegverkeer en de mate van ervaren hinder (Miedema & Oudshoorn, 2001). In deze onderzoeken werd de hinder vastgesteld met behulp van enquêtes bij volwassenen en de geluidbelasting buiten aan de meest belaste gevel van de woning berekend. Deze relaties zijn voor het Europese geluidbeleid geaccepteerd als de thans best beschikbare. Hinder begint op te treden bij geluidbelastingen van $L_{den} = 40$ dB en ernstige hinder bij $L_{den} = 42$ dB.

Bij stijgende geluidbelasting neemt de hinder van vliegverkeer het sterkst toe, vervolgens die van bedrijven, dan die van wegverkeer en tenslotte die van railverkeer.

De genoemde niet-akoestische factoren kunnen van grote invloed zijn op de ervaren hinder. Ook de mate van geluidisolatie van de woning en individuele gewoonten als het sluiten van ramen, het zich verplaatsen naar de stille kant van het huis of bijvoorbeeld binnen blijven in de zomer hebben invloed op de mate van ervaren hinder. Ook of de woonkamer of slaapkamer aan een geluidluwe zijde ligt is van belang.

Dit verklaart waarom in specifieke situaties soms grote afwijkingen van de algemene dosis-effect-relaties worden gevonden.

Vaak is in deze situaties niet bekend in hoeverre de niet-akoestische factoren voorkomen in de betreffende populatie en in welke mate de woningen geïsoleerd zijn. Bovendien is de invloed van de afzonderlijke niet-akoestische factoren op de ervaren hinder niet precies bekend.

Over de invloed van de mate van geluidisolatie op ervaren hinder is het volgende op te merken: Er bestaat heel weinig (goed) onderzoek naar de ervaren hinder in goed geïsoleerde woningen. De algemene relaties tussen hinder en geluidbelasting zijn gebaseerd op de geluidbelasting aan de meest belaste gevel. Deze relaties zijn gebaseerd op onderzoek waarbij de mate van isolatie en de locatie van woonkamer of slaapkamer ten opzichte van de meest geluidbelaste gevel niet als te onderzoeken factoren zijn meegenomen.

Vooralsnog is het daarom moeilijk de effecten van isolatie op de ervaren hinder precies aan te geven. Dit geldt nog meer voor de effecten van dove gevels en andere innovatieve concepten. Deze isolatiemaatregelen kunnen enkele nadelige neveneffecten hebben waardoor de positieve effecten op de ervaren hinder weer deels teniet kunnen worden gedaan.

Enkele hierbij van belang zijnde feiten, die door onderzoek worden gesteund, zijn:

- Voor de ondervonden hinder is ook de hoogte van de geluidbelasting in de nabije omgeving van belang.
- Ondanks de aanwezigheid van (geforceerde) ventilatie houden mensen de ramen geopend. Dit reduceert natuurlijk sterk het effect van aanwezige isolatie en is er mogelijk de oorzaak van dat maar zelden een relatie tussen mate van isolatie en effect wordt gevonden (Gezondheidsraad, 2004).
- In goed geïsoleerde woningen kunnen, door het minder doordringen van geluiden van buiten, de geluiden van burens meer opvallen en als hinderlijker worden ervaren.
- De verwachtingen die men heeft over het geluidniveau in een goed geïsoleerde woning: valt het tegen dan zal de ervaren hinder niet veel afnemen.

Al met al lijkt het verstandig om bij het toepassen van constructies die een meer dan gemiddelde geluidisolatie beogen nader te beoordelen of de nagestreefde positieve effecten wel reëel zijn, na te gaan wat de mogelijke nadelige effecten zijn en of deze te beïnvloeden zijn.

Het zal duidelijk zijn dat met de vastgestelde relaties dus alleen de hinder voor een zeer grote groep bewoners, waarbij de niet-akoestische factoren, de isolatie van de woning, de aanwezigheid van geluidluwe ruimten en de individuele gewoonten uitgemiddeld zijn, te schatten is. Voor GES is het echter noodzakelijk om de hinder voor een relatief kleine groep, een straat of een wijk, te schatten. Door gebrek aan gegevens wordt, wel met de nodige voorzichtigheid, toch gebruik gemaakt van de algemene dosis-effect relaties.

Voor wegverkeer is op basis van de meta-analyse de relatie tussen percentage ernstig gehinderden (HA) en de geluidbelasting aan de hoogst belaste gevel als volgt geschat (TNO-PG, 2001):

$$\%HA = 9,868 \cdot 10^{-4} (L_{den} - 42)^3 - 1,436 \cdot 10^{-2} (L_{den} - 42)^2 + 0,5118 (L_{den} - 42)$$

Het aantal ernstig gehinderden bij een bepaalde geluidbelasting kan dan geschat worden:

Geluidbelasting L_{den} (dB)	Ernstig gehinderden (%)
45	1
50	4
55	6
60	10
65	16
70	25

Soms is de geluidbelasting nog uitgedrukt in L_{etm} . Voor wegverkeer is een berekende L_{den} meestal 2 dB(A) lager dan een berekende L_{etm} .

Slaapverstoring

Slaapverstoring omvat verschillende effecten: een verlenging van de inslaaptijd, het tijdens de slaap tussentijds wakker worden, verhoogde motorische activiteit tijdens de slaap en het vroegd wakker worden. Ook secundaire effecten die de volgende dag op kunnen treden na een verstoorde slaap worden hierin begrepen. Hieronder vallen effecten zoals een slechter humeur, vermoeidheid en een verminderd prestatievermogen.

Voor slaapverstoring is de geluidbelasting 's nachts van belang: de L_{night} . De drempelwaarde voor ernstige hinder door slaapverstoring als gevolg van geluid van wegverkeer is nog niet precies bekend, maar er wordt van uitgegaan dat deze ongeveer ligt bij $L_{night} = 40$ dB.

Er zijn voorlopige dosis-effectrelaties beschreven tussen de nachtelijke geluidbelasting en hinder door slaapverstoring (Miedema et al., 2003).

Het percentage ernstig slaapverstoorden wordt als volgt geschat:

$$\%HS = 20,8 - 1,05 (L_{Aeq,23-7h}) + 0,01486 (L_{Aeq,23-7h})^2$$

Geluidbelasting $L_{Aeq,23-7h}$ (dB(A))	Ernstig slaapverstoorden (%)
45	4
50	5
55	8
60	11
65	15
70	20

Hart- en vaatziekten

In epidemiologische studies naar de relatie tussen geluidbelasting en gezondheidseffecten worden, vaak niet statistisch significante, verbanden gevonden met een hele reeks van effecten uiteenlopend van een gering verhoogde bloeddruk tot aan angina pectoris. Het zijn effecten waarvan bekend is dat ze voorkomen bij verschillende stadia van hart- en vaatziekten. Er zijn hiermee voldoende aanwijzingen voor een causaal verband tussen geluidbelasting en hart- en vaatziekten. Door het vaak ontbreken van statistische significantie in de epidemiologische studies is er echter nog geen sluitend bewijs voor en is er nog geen betrouwbare kwantitatieve dosis-respons relatie op te stellen (Staatsen et al., 2003).

Op basis van een meta-analyse van een beperkt aantal epidemiologische studies zijn door het RIVM Relatieve Risico's (RR) per 5 dB(A) klassen voor hart- en vaatziekten geschat: 1,03 (0,99 - 1,09) voor myocard infarcten en 1,09 (1,05 - 1,13) voor ischemische hartziekten totaal (van Kempen et al., 2002). Gezien het betrouwbaarheidsinterval bij myocard infarcten is een verhoogd risico niet zeker. Voor het totaal aan ischemische hartziekten zijn de relatieve risico's gebaseerd op slechts twee onderzoeken, waardoor ook voor deze ziekten nog geen definitieve conclusies te trekken zijn over een verhoogd risico.

Het is ook nog niet precies bekend boven welke geluidbelasting effecten zouden kunnen optreden. De precieze hoogte van de drempel is van belang omdat geluidbelastingen in de woonomgeving maximaal rond deze waarden liggen. Voor wegverkeer geeft de Gezondheidsraad als drempel 70 dB(A). De WHO stelt dat de drempel in het traject tussen 65 en 70 dB(A) ligt.

In de meta-analyse van twee studies door het RIVM kon voor de ischemische hartziekten in het traject van 51 – 70 dB(A) een blootstelling-respons relatie opgesteld worden (Kempen et al., 2002). Dit is een indicatie dat er geen scherpe drempel bij 65 – 70 dB(A) is, maar dat dergelijke effecten ook al bij lagere geluidbelastingen kunnen optreden.

In het kader van de WHO-werkgroep over het harmoniseren van de kwantificering van geluidgerelateerde gezondheidseffecten heeft Babisch een actueel overzicht gegeven van de relatie tussen geluid van wegverkeer en hart- en vaatziekten (Babisch, 2006). Hij betrok hiervoor recente onderzoeksresultaten in een nieuwe meta-analyse. Hij concludeert dat er bij een L_{day} tot 60 dB(A) geen verhoogd risico is op myocard infarcten ($RR = 1$). L_{day} is het geluidniveau van 6:00 – 22:00 uur. L_{day} is voor wegverkeer vergelijkbaar met L_{den} . Met toenemende geluidbelasting boven 60 dB(A) neemt het risico toe. Ook bij deze metastudie zijn de betrouwbaarheidsintervallen van de Relatieve Risico's overigens groot (en deels lager dan 1).

Leerprestatie

Er zijn aanwijzingen dat verhoogde geluidbelastingen negatieve effecten hebben op de leerprestatie van kinderen, zoals het korte termijn geheugen, aandacht vasthouden en begrijpend lezen. Uit onderzoek op scholen in de omgeving van vliegvelden bleek dat deze effecten tot enkele maanden na vermindering van de geluidbelasting kunnen aanhouden.

Grenswaarden en beleid

De wetgeving gaat uit van de volgende grenswaarden voor bestaande en nieuwe woningen. De voorkeursgrenswaarde voor de geluidbelasting voor wegverkeer aan de gevel van nieuwe woningen is een L_{etm} van 50 dB(A) of een L_{den} van 48 dB. Voor bestaande woningen is deze een L_{etm} van 55 dB(A) of een L_{den} van 53 dB.

De maximaal toelaatbare geluidbelasting voor nieuwe woningen is 60 tot 70 dB(A) of 58 tot 68 dB, afhankelijk van de situatie. Voor bestaande woningen is deze 70 dB(A) L_{etm} of 68 dB L_{den} . Er zijn ook bepalingen voor het geluidsniveau in de woning, het binnenniveau, met gesloten ramen. Dit is voor nieuwe woningen 35 dB(A) (33 dB) en voor bestaande woningen 45 dB(A) (43 dB). Gezien de isolerende werking van moderne gevels, is het bij nieuwe woningen pas interessant om bij een gevelbelasting van 60 dB(A) extra gevelmaatregelen te nemen.

In 1996 is gestart met het project Modernisering Instrumentarium Geluidbeleid (MIG). Het nieuwe geluidbeleid had als doel gemeenten een grote mate van beleidsvrijheid te geven, doordat zij per gebied zelf grenswaarden voor de geluidbelasting vast kunnen stellen.

Op 18 juli 2002 is de Europese Richtlijn Omgevingslawaai gepubliceerd. Deze richtlijn omvat onder meer het inventariseren van de geluidssituatie door middel van geluidbelastingkaarten en geharmoniseerde geluidbelastingmaten, het opstellen van actieplannen om de prioritaire problemen aan te pakken en het bevorderen van de communicatie over het geluidbeleid met burgers. Binnen twee jaar moest de richtlijn in alle Europese lidstaten zijn geïmplementeerd. Mede hierdoor is in 2002 besloten een wetsvoorstel MIG niet in te dienen, maar om het "gedachtegoed van MIG" tezamen met de aanpassing als gevolg van de EU-richtlijn stapsgewijs in de Wet Geluidhinder te implementeren.

Per 1 januari 2007 trad de meest recente wijziging van de Wet geluidhinder in werking. De aanpassing omvatte onder meer:

- Het aanpassen van de "hogere-waardeprocedure", waardoor gemeenten eigen bevoegdheden krijgen en op eenvoudigere manier lokaal maatwerk kunnen leveren. De Wet geluidhinder kent een ondergrens (de voorkeursgrenswaarde) en een bovengrens (de maximaal toelaatbare geluidbelasting). Ligt de belasting op een woning boven de voorkeursgrenswaarde, dan moet een hogere waarde voor de geluidbelasting worden vastgesteld. Als het om een bron binnen de gemeente gaat, dan wordt het besluit hierover door het college van B&W genomen. Voor provinciale bronnen (bijvoorbeeld een provinciale weg) ligt de bevoegdheid bij Gedeputeerde Staten van de provincie. Een besluit over een hogere waarde zal goed onderbouwd moeten worden. Er moet aan bepaalde criteria voldaan worden, en er moet ook gekeken worden naar welke maatregelen mogelijk en nodig zijn om de geluidbelasting niet boven de hogere waarde uit te laten komen.
- Het introduceren van de uniforme dosismaat: de L_{den} .
- Het bieden van de mogelijkheid om via de Stad & Milieu aanpak af te wijken van de absolute landelijke grenswaarden voor geluid.

Tegelijkertijd werd het Reken- en meetvoorschrift wegverkeerslawaai 2002 als bijlage in het nieuwe Reken- en meetvoorschrift geluidhinder 2006 opgenomen.

Aangezien een L_{den} voor wegverkeer over het algemeen 2 dB(A) lager is dan een L_{etm} zijn de normen voor wegverkeersgeluid in de nieuwe wet met 2 dB verlaagd. Dit is dus geen aanscherping van de normen.

In de EU Richtlijn Omgevingslawaai is de L_{night} opgenomen, voor extra bescherming tegen slaapverstoring in de nacht. In de Wet Geluidhinder is de dosismaat L_{night} wel gedefinieerd, maar (nog) niet opgenomen in het normenstelsel.

De EU-richtlijn voor het maken van de geluidbelastingkaarten en de actieplannen wordt in twee stappen (tranches) geïmplementeerd:

In de 1^e tranche moesten voor agglomeraties met meer dan 250.000 personen en wegen waarop jaarlijks meer dan 6 miljoen voertuigen passeren in 2007 geluidkaarten en in 2008 actieplannen gemaakt zijn. In de 2^e tranche moeten voor agglomeraties met meer dan 100.000 personen en wegen waarop jaarlijks meer dan 3 miljoen voertuigen passeren in 2012 geluidkaarten en in 2013 actieplannen gemaakt worden.

Het Besluit Omgevingslawaaï 2004 geeft aan dat op de geluidkaarten in elk geval de contouren van 55, 60, 65, 70 en 75 dB voor L_{den} en van 50, 55, 60, 65 en 70 dB voor L_{night} weergegeven moeten worden. Ook moet het aantal woningen en het aantal bewoners (door het aantal woningen te vermenigvuldigen met 2,3) binnen deze geluidklassen bepaald worden. Het aantal (ernstig) gehinderden en (ernstig) slaapverstoorden moet worden bepaald met de in Bijlage 2 van de Regeling Omgevingslawaaï opgenomen dosis-effectrelaties. Voor ernstige hinder en slaapverstoring zijn dit de bovengenoemde dosis-effectrelaties.

GES-score

Het is nog niet precies bekend bij welke geluidbelastingen gezondheidseffecten als ischemische hart- en vaatziekten en verhoogde bloeddruk kunnen optreden. Babisch concludeert dat er bij een L_{day} tot 60 dB(A) geen verhoogd risico is op myocard infarcten (RR = 1). L_{day} is het geluidniveau van 06:00 – 22:00 uur. L_{day} is voor wegverkeer vergelijkbaar met L_{den} . Met toenemende geluidbelasting boven 60 dB(A) neemt het risico toe.

Voor wegverkeer wordt uitgegaan van een drempel voor deze effecten bij een L_{den} vanaf 60 dB. Boven deze geluidbelasting neemt het risico toe. Het MTR en daarmee de GES-score 6 wordt gebaseerd op het optreden van deze effecten. Het MTR wordt gelegd bij een L_{den} van 63 dB. Voor de gezondheidskundige beoordeling van de geluidbelasting onder het MTR wordt als uitgangspunt het optreden van ernstige hinder genomen. Bij het percentage ernstige hinder wordt wel vermeld hoeveel procent slaapverstoring er tevens vermoedelijk optreedt. De mate van ernstige hinder wordt op grond van de geluidbelasting gedurende het etmaal, de mate van slaapverstoring op grond van de equivalente nachtwaarde van de geluidbelasting geschat. Om te schatten hoeveel slaapverstoring er is bij een bepaald percentage ernstige hinder, worden de L_{den} en L_{etmaal} eerst omgezet in de equivalente nachtwaarde.

Bij wegverkeer is over het algemeen $L_{Aeq,23-7}$ 8 - 10 dB(A) lager dan de L_{den} en dus 10 -12 dB(A) lager dan de L_{etm} .

Bij een L_{den} van bijvoorbeeld 58 dB is het percentage ernstig gehinderden 9%. Bij deze L_{den} -waarde wordt dan geschat dat de $L_{Aeq,23-7}$ 48 – 50 dB(A) is. Bij deze nachtwaarde is het percentage ernstig slaapverstoorden circa 5%. Bij een L_{etm} van 58 dB(A) is over het algemeen dus het percentage ernstig gehinderden 9% en is tevens vermoedelijk het percentage ernstig slaapverstoorden 5%.

Voor de GES-score is dus het percentage ernstig gehinderden (9%) het uitgangspunt, maar wordt er bij vermeld dat het geschatte percentage ernstig slaapverstoorden dan vermoedelijk circa 5% is.

Als de L_{den} -waarde bekend is, wordt de GES-score daarop gebaseerd. Is alleen de L_{etm} -waarde bekend, dan wordt daar een GES-score aan toegekend, waarbij gebruik gemaakt wordt van de algemene relatie tussen L_{den} en L_{etm} voor wegverkeer. Is de $L_{Aeq,23-7}$ bekend dan wordt op grond van die waarde het percentage ernstig slaapverstoorden berekend. Dit heeft echter geen invloed op de GES-score.

De volgende indeling wordt gehanteerd:

Geluidbelasting		Ernstig gehinderden (%)	Geluidbelasting $L_{Aeq,23-7}$ dB(A)	Ernstig slaapverstoorden (%)	GES-score
L_{den} dB	L_{etm} dB(A)				
<43	<45	0	<34	<2	0
43 – 47	45 – 49	0 – 3	34 – 38	2	1
48 – 52	50 – 54	3 – 5	39 – 43	2 – 3	2
53 – 57	55 – 59	5 – 9	44 – 48	3 – 5	4
58 – 62	60 – 64	9 – 14	49 – 53	5 – 7	5
63 – 67	65 – 69	14 – 21	54 – 58	7 – 11	6
68 – 72	70 – 74	21 – 31	59 – 63	11 – 14	7
≥73	≥75	≥31	≥64	≥14	8

Deze indeling in GES-scores houdt rekening met het niveau waarop hart- en vaatziekten mogelijk gaan optreden, de voorkeursgrenswaarde en de maximaal toegestane geluidbelasting. Zijn er alleen gegevens beschikbaar in de 5 dB klassen die op grond van de EU-Richtlijn Omgevingslawaai zijn bepaald, dan is bovenstaande indeling niet te hanteren. Noodzakelijkerwijs moet dan gebruik gemaakt worden van de volgende indeling.

Geluidbelasting		Ernstig gehinderden (%)	Geluidbelasting $L_{Aeq,23-7}$ dB(A)	Ernstig slaapverstoorden (%)	GES-score
L_{den} dB	L_{etm} dB(A)				
<45	<47	0	<36	<2	0
45 – 49	47 – 51	1 – 4	36 – 40	2 – 3	1
50 – 54	52 – 56	4 – 6	41 – 45	3 – 4	2
55 – 59	57 – 61	6 – 10	46 – 50	4 – 6	4
60 – 64	62 – 66	10 – 16	51 – 55	6 – 9	5
65 – 69	67 – 71	16 – 25	56 – 60	9 – 12	6
70 – 74	72 – 76	25 – 37	61 – 65	12 – 16	7
≥75	≥77	≥37	≥66	≥16	8

Bedacht moet worden dat deze laatste GES-score indeling minder scherp is en het percentage ernstig gehinderden of slaapverstoorden iets hoger is.

Gecombineerde geluidbelasting

In sommige gevallen komt een gecombineerde geluidbelasting voor. Dit kan veroorzaakt worden door geluid van dezelfde bron, bijvoorbeeld van 2 wegen. Ook kan het geluid komen van twee verschillende bronnen, bijvoorbeeld van wegverkeer en railverkeer. Hoe kan deze gecombineerde geluidbelasting gezondheidskundig beoordeeld worden? Het zal duidelijk zijn dat de hinder als gevolg van het wegverkeer niet zomaar bij de hinder als gevolg van de hinder van railverkeer opgeteld kan worden. Ook de geluidbelastingen kunnen niet zomaar bij elkaar opgeteld worden.

Cumulatie van geluid van één bron

Bij gecombineerd geluid van één bron, bijvoorbeeld wegverkeer, kunnen eerst de geluidbelastingen 'energetisch' opgeteld worden, waarna vervolgens de hinder geschat kan worden. De geluidbelastingen zijn als volgt energetisch op te tellen:

$$\text{Geluidbelasting } (L_{cum}) = 10 \log (10^{L_{1,den}/10} + 10^{L_{2,den}/10}) \text{ dB}$$

Bij een gelijke geluidbelasting van 2 bronnen wordt zo berekend dat de gecombineerde geluidbelasting 3 dB hoger is. Bij een verschil tussen de geluidbelastingen van 2 dB, wordt berekend dat de gecombineerde geluidbelasting 2,1 dB hoger is dan de hoogste geluidbelasting. Bij een verschil van 3 dB komt er 1,8 dB bij. Bij gecombineerde geluidbelasting komt er dus maximaal 3 dB bij de hoogste geluidbelasting.

Het percentage ernstige hinder van het gecombineerde geluid is afhankelijk van de hoogte van de geluidbelasting maximaal circa 1 - 4% hoger dan bij de enkelvoudige geluidbelasting.

Cumulatie van geluid van verschillende bronnen

Bij gecombineerd geluid van verschillende bronnen, zoals van wegverkeer- en railverkeer, kunnen de geluidbelastingen niet zonder meer energetisch opgeteld worden om daarna de hinderlijkheid van de gecombineerde geluidbelasting te bepalen. Geluid van weg- en railverkeer is namelijk niet in dezelfde mate hinderlijk.

In Bijlage 1 van het Reken- en Meetvoorschrift geluidhinder 2006 is een methode opgenomen waarmee de gecumuleerde geluidbelasting berekend kan worden rekening houdend met het verschil in hinderlijkheid van de verschillende bronnen.

De geluidbelasting van railverkeer, vliegverkeer of bedrijven wordt eerst als volgt omgezet in een vervangende geluidbelasting, als ware deze geluidbelasting het gevolg van wegverkeer:

$$\begin{aligned} L^*_{\text{rail}} &= 0,95 L_{\text{den,rail}} - 1,40 \\ L^*_{\text{vlieg}} &= 0,98 L_{\text{den,vlieg}} + 7,03 \\ L^*_{\text{bedrijven}} &= L_{\text{den,bedrijven}} + 3 \end{aligned} \quad (\text{waarbij } L_{\text{den,bedrijven}} = L_{\text{etmaal,bedrijven}} - 2)$$

Deze vervangende geluidbelasting L^* weerspiegelt het verschil in hinderlijkheid ten opzichte van het geluid van wegverkeer.

Dit betekent dat een geluidbelasting van 60 dB door vliegverkeer een vervangende geluidbelasting van 66 dB krijgt en 60 dB door railverkeer een vervangende geluidbelasting van 56 dB. Een geluidbelasting van 60 dB door wegverkeer blijft natuurlijk 60 dB.

Dan kunnen de geluidbelastingen energetisch als volgt bij elkaar opgeteld worden:

$$\text{Geluidbelasting } (L_{\text{cum}}) = 10 \log (10^{L_{\text{weg}}/10} + 10^{L^*_{\text{rail}}/10} + 10^{L^*_{\text{vlieg}}/10} + 10^{L^*_{\text{bedrijven}}/10}) \text{ dB}$$

Vervolgens kan dan de hinder van de gecombineerde geluidbelasting bepaald worden door gebruik te maken van de relatie tussen geluid van wegverkeer en ernstige hinder.

Bij gecombineerde geluidbelasting wordt geadviseerd zowel de afzonderlijke belastingen als de totale belasting gezondheidskundig te beoordelen. Dit draagt bij aan de inzichtelijkheid en vergroot de sturende mogelijkheden van een GES: waar kunnen maatregelen genomen worden om geluidbelastingen omlaag te brengen?







Cumulatie van geluid van twee wegen

Bij de cumulatie van het geluid van twee wegen kunnen de geluidbelastingen energetisch opgeteld worden en vervolgens de hinderlijkheid van de gecumuleerde geluidbelasting bepaald worden volgens de relatie tussen weggeluid en (ernstige) hinder.

De volgende tabel geeft weer in welke situaties de gecumuleerde geluidbelasting tot een hogere GES-score leidt.

De gecumuleerde geluidbelasting en bijbehorende GES-score bij verschillende geluidbelastingen van twee wegen in dB

Wegverkeer		Wegverkeer (L_{den})																					
(L_{den}) ▼	GES 2			GES 4					GES 5					GES 6					GES 7				
	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70		
GES 2	50	53	54	54	55	55	56	57	58	59	60	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	
	51	54	54	55	55	56	56	57	58	59	60	61	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	
	52	54	55	55	56	56	57	57	58	59	60	61	62	62	63	64	65	66	67	68	69	70	
GES 4	53	55	55	56	56	57	57	58	58	59	60	61	62	63	63	64	65	66	67	68	69	70	
	54	55	56	56	57	57	58	58	59	59	60	61	62	63	64	64	65	66	67	68	69	70	
	55	56	56	57	57	58	58	59	59	60	60	61	62	63	64	65	65	66	67	68	69	70	
	56	57	57	57	58	58	59	59	60	60	61	61	62	63	64	65	66	66	67	68	69	70	
	57	58	58	58	58	59	59	60	60	61	61	62	62	63	64	65	66	67	67	68	69	70	
GES 5	58	59	59	59	59	59	60	60	61	61	62	62	63	63	64	64	65	66	67	68	68	69	70
	59	60	60	60	60	60	61	61	61	62	62	63	63	64	64	65	66	67	68	69	69	70	
	60	60	61	61	61	61	61	62	62	62	63	63	64	64	65	65	66	67	68	69	70	70	
	61	61	61	62	62	62	62	62	62	63	63	64	64	65	65	66	66	67	68	69	70	71	
	62	62	62	62	63	63	63	63	63	63	64	64	65	65	66	66	67	67	68	69	70	71	
GES 6	63	63	63	63	63	64	64	64	64	64	64	65	65	66	66	67	67	68	68	69	70	71	
	64	64	64	64	64	64	65	65	65	65	65	65	66	66	67	67	68	68	69	69	70	71	
	65	65	65	65	65	65	65	66	66	66	66	66	67	67	67	68	68	69	69	70	70	71	
	66	66	66	66	66	66	66	66	67	67	67	67	67	67	68	68	69	69	70	70	71	71	
	67	67	67	67	67	67	67	67	67	68	68	68	68	68	68	69	69	70	70	71	71	72	
GES 7	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	69	69	69	69	69	69	70	70	71	71	72	72	
	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	70	70	70	70	70	71	71	71	72	72	73	
	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	71	71	71	71	71	72	72	72	73	73	73	

	GES-score 2 (komt niet voor)
	GES-score 4
	GES-score 5
	GES-score 6
	GES-score 7
	GES-score 8




Uit de tabel is te lezen dat bij een geluidbelasting van 57 dB van de ene weg (GES=4) en 50 dB van de andere weg (GES=2) de gecumuleerde geluidbelasting, afgerond, 58 dB is (GES=5).

Cumulatie van geluid van wegverkeer en railverkeer

De hinderlijkheid van geluid van railverkeer is geringer dan die van wegverkeer. Bij een gecombineerde geluidbelasting van wegverkeer en railverkeer wordt eerst die van railverkeer in een geluidbelasting van wegverkeer omgezet. Dan worden de geluidbelastingen energetisch opgeteld. Dit resulteert in een totale geluidbelasting (uitgedrukt als geluid van wegverkeer). De volgende tabel geeft de totale geluidbelasting (van wegverkeer) als gevolg van een cumulatie van verschillende geluidbelastingen van wegverkeer en railverkeer. De verschillende grijs tinten geven de verschillende GES-scores van de totale geluidbelasting (van wegverkeer) aan.

De gecumuleerde geluidbelasting (uitgedrukt in die van wegverkeer) en bijbehorende GES-score bij verschillende geluidbelastingen door weg- en railverkeer in dB

Wegverkeer		Railverkeer (L_{den})																				
(L_{den}) ▼	GES 1							GES 3					GES 6					GES 7				
	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	
GES 2	50	51	52	52	53	53	54	54	55	56	56	57	57	58	59	60	60	61	62	63	64	65
	51	52	52	53	54	53	54	54	55	55	56	57	57	58	59	60	61	61	62	63	64	65
	52	53	53	54	54	54	54	55	55	56	56	57	58	58	59	60	61	62	62	63	64	65
GES 4	53	54	54	55	55	55	55	56	56	57	57	58	59	59	60	61	62	62	63	64	65	
	54	55	55	56	56	55	56	56	56	57	57	58	58	59	60	60	61	62	63	63	64	65
	55	56	56	57	57	56	56	57	57	57	58	58	59	59	60	61	61	62	63	64	64	65
	56	56	56	57	57	57	57	57	58	58	58	59	59	60	60	61	62	62	63	64	65	65
	57	57	57	57	58	58	58	58	58	59	59	59	60	60	61	61	62	62	63	64	65	65
GES 5	58	58	58	58	59	59	59	59	59	60	60	60	61	61	61	62	62	63	63	64	65	66
	59	59	59	59	59	60	60	60	60	60	61	61	61	61	62	62	63	63	64	64	65	66
	60	60	60	60	60	60	61	61	61	61	61	62	62	62	63	63	63	64	64	65	65	66
	61	61	61	61	61	61	61	62	62	62	62	62	63	63	63	64	64	65	65	66	66	66
	62	62	62	62	62	62	62	62	62	63	63	63	63	63	64	64	64	65	65	65	66	66
GES 6	63	63	63	63	63	63	63	63	63	64	64	64	64	64	64	64	65	65	66	66	66	67
	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	65	65	65	65	65	65	66	66	66	67	67	67
	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	66	66	66	66	66	66	67	67	67	68	68
	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	67	67	67	67	67	67	68	68	68
	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	68	68	68	68	68	68	69	69
GES 7	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	69	69	69	69	69	69	70
	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	70	70	70	70	70	70	70
	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	71	71	71	71	71	71

	GES-score 2
	GES-score 4
	GES-score 5
	GES-score 6 (op basis van de geluidbelasting van railverkeer)
	GES-score 6
	GES-score 7

Uit deze tabel is bijvoorbeeld het volgende af te leiden. Een gelijktijdige geluidbelasting van 55 dB door wegverkeer (GES=4) en 59 dB door railverkeer (GES=3) levert een totale vervangende weggeluidbelasting op van 58 dB met een GES-score=5.

Cumulatie van geluid van wegverkeer en bedrijven

De hinderlijkheid van geluid van bedrijven is groter dan die van wegverkeer. Bij een gecombineerde geluidbelasting van wegverkeer en bedrijven wordt eerst die van bedrijven in een geluidbelasting van wegverkeer omgezet door bij de geluidbelasting 3 dB(A) op te tellen. Dan worden de geluidbelastingen energetisch opgeteld. Dit resulteert in een totale geluidbelasting (uitgedrukt als geluid van wegverkeer). De volgende tabel geeft de totale geluidbelasting (van wegverkeer) als gevolg van een cumulatie van verschillende geluidbelastingen van wegverkeer en bedrijven.

De gecumuleerde geluidbelasting (uitgedrukt in die van wegverkeer) en bijbehorende GES-score bij verschillende geluidbelastingen door wegverkeer en bedrijven in dB

Wegverkeer		Bedrijven (L_{den})*																				
(L_{den}) ▼	GES 3			GES 5								GES 6					GES 7					
	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	
GES 2	50	55	55	56	57	58	59	60	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73
	51	55	56	56	57	58	59	60	61	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73
	52	56	56	57	57	58	59	60	61	62	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73
GES 4	53	56	57	57	58	58	59	60	61	62	63	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73
	54	57	57	58	58	59	59	60	61	62	63	64	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73
	55	57	58	58	59	59	60	60	61	62	63	64	65	65	66	67	68	69	70	71	72	73
	56	58	58	59	59	60	60	61	61	62	63	64	65	66	66	67	68	69	70	71	72	73
	57	58	59	59	60	60	61	61	62	62	63	64	65	66	67	67	68	69	70	71	72	73
GES 5	58	59	59	60	60	61	61	62	62	63	63	64	65	66	67	68	68	69	70	71	72	73
	59	60	60	60	61	61	62	62	63	63	64	64	65	66	67	68	69	69	70	71	72	73
	60	61	61	61	61	62	62	63	63	64	64	65	65	66	67	68	69	70	70	71	72	73
	61	62	62	62	62	62	63	63	64	64	65	65	66	66	67	68	69	70	71	71	72	73
	62	63	63	63	63	63	63	64	64	65	65	66	66	67	67	68	69	70	71	72	72	73
GES 6	63	63	64	64	64	64	64	65	65	66	66	67	67	67	68	68	69	70	71	72	73	73
	64	64	64	65	65	65	65	65	66	66	66	67	67	68	68	69	69	70	71	72	73	74
	65	65	65	65	66	66	66	66	66	66	67	67	68	68	69	69	70	70	71	72	73	74
	66	66	66	66	66	67	67	67	67	67	67	67	68	68	69	69	70	71	71	72	73	74
	67	67	67	67	67	67	68	68	68	68	68	68	68	69	69	70	70	71	71	72	72	73
GES 7	68	68	68	68	68	68	69	69	69	69	69	69	69	70	70	71	71	72	72	73	73	74
	69	69	69	69	69	69	69	70	70	70	70	70	70	70	71	71	72	72	73	73	74	74
	70	70	70	70	70	70	70	70	71	71	71	71	71	71	71	72	72	73	73	74	74	75

*: $L_{den,bedrijven} = L_{etmaal,bedrijven} - 2$

	GES-score 2 (komt niet voor)
	GES-score 4
	GES-score 5 (op basis van de geluidbelasting van bedrijven)
	GES-score 5
	GES-score 6
	GES-score 7
	GES-score 8

Cumulatie van geluid van weg- en vliegverkeer

De hinderlijkheid van geluid van vliegverkeer is groter dan die van wegverkeer. Bij een gecombineerde geluidbelasting van weg- en vliegverkeer wordt eerst die van vliegverkeer in een geluidbelasting van wegverkeer omgezet. Dan worden de geluidbelastingen energetisch opgeteld. Dit resulteert in een totale geluidbelasting (uitgedrukt als geluid van wegverkeer). De volgende tabel geeft de totale geluidbelasting (van wegverkeer) als gevolg van een cumulatie van verschillende geluidbelastingen van wegverkeer en vliegverkeer.

De gecumuleerde geluidbelasting (uitgedrukt in die van wegverkeer) en bijbehorende GES-score bij verschillende geluidbelastingen door weg- en vliegverkeer in dB

Wegverkeer		Vliegverkeer (L _{den})																				
(L _{den}) ▼	GES 4			GES 5					GES 6					GES 7					GES 8			
	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	
GES 2	50	57	58	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	73	74	75
	51	57	58	59	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	73	74	75
	52	57	58	59	60	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	73	74	75
GES 4	53	58	58	59	60	61	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	74	75
	54	58	59	59	60	61	62	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	74	75
	55	58	59	60	60	61	62	63	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	74	75
	56	59	59	60	61	61	62	63	64	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	75
	57	59	60	60	61	62	62	63	64	65	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	75
GES 5	58	60	60	61	61	62	63	63	64	65	66	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	75
	59	61	61	61	62	62	63	64	64	65	66	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76
	60	61	62	62	62	63	63	64	65	65	66	67	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76
	61	62	62	63	63	63	64	64	65	66	66	67	68	68	69	70	71	72	73	74	75	76
	62	63	63	63	64	64	64	65	65	66	67	67	68	69	69	70	71	72	73	74	75	76
GES 6	63	64	64	64	64	65	65	65	66	66	67	68	68	69	70	70	71	72	73	74	75	76
	64	65	65	65	65	65	66	66	66	67	67	68	69	69	70	71	71	72	73	74	75	76
	65	66	66	66	66	66	66	67	67	67	68	68	69	70	70	71	72	72	73	74	75	76
	66	66	66	67	67	67	67	67	68	68	68	69	69	70	70	71	72	73	73	74	75	76
	67	67	67	67	68	68	68	68	68	69	69	69	70	70	71	71	72	73	74	74	75	76
GES 7	68	68	68	68	69	69	69	69	69	69	70	70	70	71	71	72	72	73	74	75	75	76
	69	69	69	69	69	69	70	70	70	70	70	71	71	71	72	72	73	73	74	75	76	76
	70	70	70	70	70	70	71	71	71	71	71	72	72	72	72	73	73	74	74	75	76	77

- GES-score 2 (komt niet voor)
- GES-score 4
- GES-score 5
- GES-score 6
- GES-score 7
- GES-score 8

H - Wegverkeer en externe veiligheid

Emissie en verspreiding

Externe veiligheidsaspecten treden op bij het vervoer van gevaarlijke stoffen. De belangrijkste gevaarlijke stoffen zijn LPG en benzine.

Alle provincies en de (regionale) brandweer hebben de beschikking over actuele informatie over de aard en omvang van het wegvervoer van gevaarlijke stoffen.

In de Handreiking voor het vervoer van gevaarlijke stoffen (1997) zijn vuistregels en grafieken opgenomen, waarmee een ruwe indicatie van de invloedsafstand te verkrijgen is. Voor wegtransport ligt de 10^{-6} contour voor het Plaatsgebonden Risico (PR) over het algemeen op maximaal 50 meter van de weg-as. Tot 120 meter zou het Groepsrisico overschreden kunnen worden. In 5% van de gevallen zijn deze afstanden groter door hoge vervoersintensiteiten en dichte bebouwing.

Provincies en grote gemeenten hebben de beschikking over zogenaamde IPO-risicoberekeningsmallen (IPORBM). Hiermee kunnen relatief snel en met een beperkte hoeveelheid invoergegevens en standaard risicomallen de risico's langs een transportroute berekend worden.

Deze zijn in 1997 door de Adviesdienst Verkeer en vervoer (AVV) van Rijkswaterstaat gebundeld en in een risicoatlas weergegeven. In deze Risicoatlas wegtransport gevaarlijke stoffen zijn de afstanden van de 10^{-6} , 10^{-7} en 10^{-8} PR-contouren en de Oriënterende Waarde van het Groepsrisico voor alle wegvakken waarover gevaarlijke stoffen worden getransporteerd opgenomen.

In 2003 heeft een actualisatie van de risicoatlas plaatsgevonden, waarbij gegevens over vervoersintensiteiten over 2001 en 2002 zijn gebruikt. Op 53 wegvakken in Nederland is het PR groter dan 1×10^{-6} /jaar. De afstand vanaf de as van de weg tot de PR-contour van 1×10^{-6} /jaar varieert van 11 tot 140 meter. Op 33 wegvakken wordt de oriënterende waarde van het Groepsrisico overschreden. De risicoatlas is te downloaden van de website van Rijkswaterstaat (www.rijkswaterstaat.nl/dvs/themas/veiligheid/extern/publicaties/index.jsp).

De IPO-rekenmal is vervangen door een nieuwe berekeningsmethodiek, namelijk RBMII. Deze is door AVIV ontwikkeld in opdracht van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat. Ook met deze rekenmethode is relatief snel het risico langs een transportroute te berekenen. In tegenstelling tot IPORBM, dat uitgaat van standaard risicomallen, is RBMII een rekenpakket waarmee de werkelijke situatie beter gemodelleerd kan worden. Er kunnen bijvoorbeeld verschillende weerstations en bebouwingstypen gekozen worden. Uit een vergelijking van de resultaten van RBMII en IPORBM blijkt over het algemeen dat met RBMII lagere risico's worden berekend. Dit wordt veroorzaakt door aanpassingen in de onderliggende modellen en scenario's (zie www.rws.nl). De resultaten van RBMII zijn ook vergeleken met die van Safeti 6.21, het rekenpakket dat gebruikt wordt voor de risicoberekeningen bij inrichtingen. Voor brandbare en (zeer) toxische gasen zijn de berekende risico's vergelijkbaar. Voor brandbare vloeistoffen berekent RBMII iets hogere en voor (zeer) toxische vloeistoffen lagere risico's.

Er is nog geen nieuwe Risicoatlas wegtransport gevaarlijke stoffen gemaakt met behulp van RBMII.

Naast een wijziging in berekeningsmethodiek worden nog meer belangrijke veranderingen doorgevoerd.

De vervoersintensiteit van gevaarlijke stoffen over de weg wordt bepaald door op bepaalde waarnemingspunten langs wegen gedurende een bepaalde tijdsperiode het transport te tellen en de aard van de vervoerde stof te registreren aan de hand van de gevaarsindicatie (GEVI-code) en het VN-nummer die op de vrachtwagen zijn aangebracht.

Voorheen werd slechts gedurende 8 uur op één dag tellingen verricht, zodat bij de omrekening naar de jaarintensiteit aannamen nodig waren over het aandeel van de transporten dat overdag en 's avonds/'s nachts en doordeweeks en in het weekend plaatsvond. Met een omstreeks 2007 geïntroduceerde nieuwe telmethodiek zijn deze aannamen niet langer noodzakelijk, omdat men, afhankelijk van de intensiteit van het transport van gevaarlijke stoffen op het wegdeel, gedurende 1 of 2 weken continu digitaal tellingen verricht. Bij het omrekenen van de telling naar de jaarintensiteit wordt in de nieuwe telmethodiek dus alleen nog een aanname voor de beladingsgraad gedaan en eventuele correctiefactoren voor speciale omstandigheden toegepast. Een belangrijke wijziging is het wettelijk vastleggen van een basisnet van transportroutes van gevaarlijke stoffen. In dit basisnet wordt voor alle hoofdverbindingen over de weg, het water en het spoor vastgelegd welk vervoer mag plaatsvinden en hoe de ruimte er om heen kan worden gebruikt (zoals voor wonen, werken en natuur). Het Basisnet bestaat uit drie kaarten waarop bestaande spoor-, vaar- en rijkswegen onderverdeeld zijn in drie categorieën routes. Dit zijn de routes waar er geen beperkingen voor het vervoer van gevaarlijke stoffen, maar wel ruimtelijke beperkingen gelden, routes waar zowel beperkingen voor het vervoer als voor de ruimtelijke ontwikkeling gelden en routes waar alleen beperkingen voor het vervoer zijn. De kaarten specificeren de 'gebruiksruimte' en de 'veiligheidszone'. De gebruiksruimte geeft aan welk vervoer van (categorieën) gevaarlijk stoffen op een bepaalde route mag plaatsvinden. Binnen de veiligheidszones mogen gemeenten geen kwetsbare objecten plaatsen. Gebruiksruimtes en veiligheidszones worden in principe eenmalig vastgelegd. De Basiskaarten zullen in 2009 vastgelegd worden in afzonderlijke ministeriele regelingen op basis van de Wet Vervoer gevaarlijke stoffen. De Basisnetkaarten zullen de huidige Risicoatlassen gaan vervangen (VNG, 2008). Er is nog geen nieuwe Risicoatlas gemaakt met behulp van RBMII.

De risico's van het vervoer van gevaarlijke stoffen over de weg worden ook opgenomen in het Risico Register Gevaarlijke Stoffen (RRGS). Op de risicokaarten zijn echter geen risicoafstanden aangegeven.

De Effectwijzer geeft voor verschillende categorieën gevaarlijke stoffen maximale effectstralen (BZK, 1997). Dit zijn de afstanden waarop het overlijdensrisico 50% is:

Giftig gas, zoals ammoniak	1500 m.
Zeer giftige vloeistof	1000 m.
Giftige vloeistof	500 m.
Brandbaar gas, vooral LPG	300 m.
Brandbare vloeistof, vooral benzine	100 m.

Gezondheidskundige beoordeling

Het beleid en de normstelling voor het vervoer van gevaarlijke stoffen is vastgelegd in de Nota Risiconormering vervoer gevaarlijke stoffen en nader uitgewerkt in de in 2004 verschenen Circulaire Risiconormering vervoer gevaarlijke stoffen (Ministerie van Verkeer en Waterstaat). De in deze circulaire opgenomen normstelling is nog niet wettelijk verankerd. Er zal nog bepaald worden of een wettelijke verankering noodzakelijk is.

Ook voor vervoer van gevaarlijke stoffen geldt een MTR voor het Plaatsgebonden Risico van 10^{-6} voor nieuwe en 10^{-5} voor bestaande situaties, met voor de laatste de aantekening dat sanering gewenst is. Er wordt voor nieuwe situaties onderscheid gemaakt in kwetsbare (woningen, onderwijs-, gezondheid- en kindercentra) en beperkt kwetsbare objecten (zoals kantoren, sport- en recreatievoorzieningen, stadions en theaters). Voor kwetsbare objecten is een PR van 10^{-6} een grenswaarde, voor beperkt kwetsbare objecten is dit risiconiveau een richtwaarde.

Het Groepsrisico wordt voor vervoer uitgedrukt per weglengte. Aangezien gekozen is om het Groepsrisico uit te drukken per kilometer route verschilt de normlijn van die voor bedrijven:

Kans van 10^{-4} /jaar op 10 slachtoffers per km route

Kans van 10^{-6} /jaar op 100 slachtoffers per km route

Kans van 10^{-8} /jaar op 1000 slachtoffers per km route enzovoort

Als de Oriënterende Waarde van het Groepsrisico groter is dan 1, dan wordt de normlijn van het Groepsrisico overschreden.

Ook bij transport geldt dat bij veranderingen in de lokale situatie (bijvoorbeeld woningbouw) er opnieuw berekeningen van Groepsrisico's nodig zijn. Provincies en grote gemeenten beschikken zoals vermeld over eenvoudig te hanteren rekenmethoden.

GES-score

Voor GES zal uitgegaan worden van dezelfde indeling en scores als bij de beoordeling van de externe veiligheid bij bedrijven. Als het Groepsrisico overschreden wordt, wordt in ieder geval de GES-score van 6 toegekend. Is dit niet het geval, dan wordt op basis van overschrijding van het PR van 10^{-6} een GES-score van 6 toegekend.

Plaatsgebonden Risico	Overschrijding Groepsrisico	GES-score
$< 10^{-8}$	nee	0
$10^{-8} - 10^{-7}$	nee	2
$10^{-7} - 10^{-6}$	nee	4
$> 10^{-6}$	ja	6

Is de ligging van het Plaatsgebonden Risico van 10^{-7} niet bekend, dan wordt bij een risico tussen 10^{-8} en 10^{-6} een GES-score van 3 toegekend.

I - Railverkeer en geluidhinder

Emissie en verspreiding

De emissie van geluid door railverkeer is afhankelijk van het type en snelheid van het materieel en de constructie van de sporen en dwarsliggers. De verspreiding van het geluid is van dezelfde factoren afhankelijk als bij geluid van wegverkeer: de bebouwing en de aard van het bodemoppervlak.

Voor de berekening van de emissie en verspreiding van geluid van railverkeer zijn net als bij geluid van wegverkeer ook SRM1 en SRM2 als standaardrekenmethode voorgeschreven in het Reken- en Meetvoorschrift Geluidhinder (voor spoorgeluid in Bijlage IV).

Voor de berekening van de geluidbelasting van railverkeer wordt veelal het Akoestisch Spoorboekje, gebaseerd op de eenvoudige methode SRM1, gebruikt. In dit programma is voor de berekening van schermwerking een vereenvoudigd model, afgeleid uit SRM2, ingepast (voor een korte uitleg van de standaardrekenmethoden zie Module G Wegverkeer en geluid).

Voor GES kan in principe volstaan worden met het Akoestisch Spoorboekje. Dit is het softwarepakket AS-WIN, dat uitgegeven wordt door DeltaRail. Het wordt door veel gemeenten en provincies gebruikt.

Dit programma berekent de emissie en de transmissie op vergelijkbare wijze als bij wegverkeer.

De volgende gegevens zijn nodig:

- *Type materieel*
- *Snelheid van het materieel*
- *Feit of de trein al dan niet remt*
- *Aantal 'bakken' of wagons per uur en periode (dag of nacht)*
- *Type spoor: de constructie van de sporen en dwarsliggers*
- *Hoogte spoor*
- *Hoogte waarneempunt*
- *Fractie bebouwing overzijde spoor*
- *Bodemfactor: fractie van de bodem die niet verhard is uitgevoerd.*

In het Akoestisch Spoorboekje is een uitgebreide database opgenomen. Per deeltraject zijn door ProRail alle gegevens over aantallen, soorten, snelheden en de fractie remmende treinen opgeslagen. Ook gegevens over de spoorbaan zelf zijn opgenomen.

Er kan geklikt worden op een bepaald traject. Vervolgens kunnen gegevens ingevuld worden over de afstand en hoogte van het waarneempunt, de hoogte van het spoor, de fractie bebouwd en de bodemfactor.

Er worden dan equivalente geluidsniveaus voor de dag, avond en nacht berekend.

De bijdragen aan de geluidbelasting van alle stukjes spoor binnen de zichthoek van 127° worden meegerekend.

Plaatsing van een scherm reduceert de geluidbelasting sterk. Bij spoorwegen geldt wel een beperking voor de hoogte van schermen bij bochten en op plaatsen waar een goed uitzicht vereist is. Dit kan een hoogtebeperking van 1 à 1,5 meter, vergeleken met een scherm voor wegverkeer, opleveren. In het Akoestisch Spoorboekje is een geluidschermenbestand opgenomen. Dit bestand bevat een indicatie van reeds geplaatste of geplande geluidsschermen en -wallen.

Naast de locatie zijn gegevens opgenomen als de zijde langs het spoor (links, rechts of tussen de sporen), de afstand tot het spoor, de hoogte, het type scherm of wal, het gebruikte bouw materiaal en het gebruikte absorptiemateriaal. De ingevoerde gegevens zijn nauwkeurig, maar het bestand is nog niet volledig. Men kan ook zelf de hoogte en afstand van een scherm invoeren, waarna vervolgens de geluidbelastingen zonder en met scherm berekend worden.

Voor andere geluidafschermende maatregelen, zoals een geluidwal of dove gevel, wordt verwezen naar Module G - Wegverkeer en geluid.

In het kader van de EU-Richtlijn Omgevingslawaai moeten voor bepaalde agglomeraties voor belangrijke hoofdspoorwegen geluidkaarten gemaakt worden. In een Ministeriële Regeling (Regeling Omgevingslawaai 2004) is de te gebruiken rekenmethode voor deze geluidkartering, de standaardkarteringsmethode (SKM), vastgelegd. De standaard waarneemhoogte bij SKM is 4 meter.

SKM1, dat gebaseerd is op SRM1, houdt rekening met afscherming en verstrooiing achter de eerste bebouwingslijn of een geluidscherm. SKM2, dat gebaseerd is op SRM2, berekent de afscherming en verstrooiing specifiek voor elke octaafband. Zie voor korte informatie over deze rekenmethoden Module G Wegverkeer en geluid.

Met SRM en SKM kan het equivalent geluidsniveau over de dag (07.00-19.00), avond (19.00-23.00) en nacht (23.00-07.00) worden berekend. Voor de avond en nacht wordt een straffactor van respectievelijk 5 en 10 dB(A) toegepast.

De etmaalwaarde, L_{etm} , is de hoogste waarde van de equivalente geluidwaarde van de dag, avond of nacht.

L_{den} is het equivalente geluidsniveau over een etmaal, waarbij ook de bovengenoemde straffactoren worden toegepast.

In de wet wordt L_{den} aangegeven in decibel (dB); de oude dosismaat L_{etm} wordt aangeduid met 'dB(A)'. Het is alleen een andere schrijfwijze, want beide dosismaten zijn 'A-gewogen'.

Tegelijkertijd is ook de Europese dosismaat voor de nacht geïntroduceerd: L_{night} . De L_{night} is het equivalente geluidsniveau gedurende een nachtperiode van 8 uur (in Nederland tussen 23.00 en 07.00 uur).

Op relatief korte afstand, 20 meter, van een druk spoortraject worden geluidbelastingen van 68 dB(A) overdag en 65 dB(A) 's nachts berekend. Dit is op de standaard waarneemhoogte van 5 meter. De etmaalwaarde is daarmee 75 dB(A). Ook bij railverkeer is de geluidbelasting 's nachts, vanwege de strafverhoging van 10 dB(A), over het algemeen bepalend voor de etmaalwaarde.

Gezondheidskundige beoordeling

De blootstelling aan geluid kan een breed scala aan nadelige gezondheidseffecten veroorzaken. De belangrijkste gezondheidseffecten van blootstelling aan lagere niveaus van geluid zoals die veelvuldig in de woonomgeving voorkomen zijn (ernstige) hinder en slaapverstoring. Er zijn aanwijzingen dat bij hogere geluidbelastingen andere effecten als ischemische hart- en vaatziekten en verhoogde bloeddruk kunnen optreden. Voor een uitgebreidere beschrijving van de gezondheidseffecten en de geluidniveaus in Nederland wordt verwezen naar Module G - Wegverkeer en geluid.

Hinder

Voor railverkeer is op basis van een meta-analyse de relatie tussen percentage ernstig gehinderden (HA) en de geluidbelasting als volgt geschat (TNO-PG, 2001):

$$\%HA = 7,239 \cdot 10^{-4} (L_{\text{den}} - 42)^3 - 7,851 \cdot 10^{-3} (L_{\text{den}} - 42)^2 + 0,1695 (L_{\text{den}} - 42)$$

Niet-akoestische factoren kunnen van grote invloed zijn op de ervaren hinder. Ook de mate van geluidisolatie van de woning en individuele gewoonten als het sluiten van ramen, het zich verplaatsen naar de stille kant van het huis of bijvoorbeeld binnen blijven in de zomer hebben invloed op de mate van hinder. Ook of de woonkamer of slaapkamer aan een geluidluwe zijde ligt is van belang.

Dit verklaart waarom in specifieke situaties soms grote afwijkingen van de algemene dosis-effect-relaties worden gevonden.

Alleen met de nodige voorzichtigheid en bij het ontbreken van een lokale dosis-effectrelatie kan gebruik gemaakt worden van de algemene dosis-effect relatie.

Voor railverkeer is een berekende L_{den} meestal 2 dB(A) lager dan een berekende L_{etm} .

Het aantal ernstig gehinderden bij een bepaalde geluidbelasting van railverkeer kan dan voor L_{den} en L_{etm} als volgt geschat worden:

Geluidbelasting L_{den} (dB)	Geluidbelasting L_{etm} (dB(A))	Ernstig gehinderden (%)
45	47	0
50	52	1
55	57	2
60	62	5
65	67	9
70	72	14

Ernstige slaapverstoring

Het percentage ernstig slaapverstoorden kan met de volgende formule geschat worden:

$$\%HS = 11,3 - 0,55 (L_{Aeq,23-7h}) + 0,00759(L_{Aeq,23-7h})^2$$

Dit houdt in:

Geluidbelasting $L_{Aeq,23-7h}$ (dB(A))	Ernstig slaapverstoorden (%)
45	2
50	3
55	4
60	6
65	8
70	10

Voor railverkeer is de geluidbelasting 's nachts over het algemeen gelijk aan die overdag. Daarmee is $L_{Aeq,23-7h}$ 6 dB(A) lager dan L_{den} en 8 dB(A) lager dan L_{etm} .

Hart- en vaatziekten

Er zijn voldoende aanwijzingen voor een causaal verband tussen geluidbelasting en hart- en vaatziekten. Door het vaak ontbreken van statistische significantie in de epidemiologische studies is er echter nog geen sluitend bewijs voor, is er nog geen betrouwbare kwantitatieve dosis-respons relatie op te stellen en is nog niet precies bekend bij welke geluidbelastingen gezondheidseffecten als ischemische hart- en vaatziekten en verhoogde bloeddruk kunnen optreden. Voor wegverkeer wordt vooralsnog uitgegaan van een toename van deze effecten boven een L_{den} van 60 dB (zie Module G Wegverkeer en geluid).

Grenswaarden en beleid

In 2002 is de Europese Richtlijn Omgevingslawaai gepubliceerd. Deze richtlijn omvat onder meer het harmoniseren van geluidbelastingmaten en het maken van geluidbelastingkaarten en actieplannen voor spoorgeluid. In de in januari 2007 van kracht geworden wijziging van de Wet Geluidhinder is voor railverkeergeluid overgestapt van L_{etm} op L_{den} . Aangezien een L_{den} voor railverkeer over het algemeen 2 dB(A) lager is dan een L_{etm} zijn de grenswaarden voor railverkeergeluid in de nieuwe wet met 2 dB verlaagd. Dit is dus geen aanscherping van de normen. De voorkeursgrenswaarde voor de geluidbelasting van railverkeer aan de gevel van nieuwe woningen is een L_{etm} van 57 dB(A) of L_{den} van 55 dB. De maximaal toelaatbare geluidbelasting is een L_{etm} van 73 dB(A) of L_{den} van 71 dB voor bestaande woningen en een L_{etm} van 70 dB(A) of L_{den} van 68 dB voor nieuwe woningen.

Voor de modernisering van het geluidbeleid, MIG, en de Europese Richtlijn Omgevingslawaai wordt verder verwezen naar Module G - Wegverkeer en geluid.

In de Regeling Omgevingslawaaï 2004 is aangegeven, dat in een eerste tranche voor juni 2007 geluidbelastingkaarten zouden worden opgesteld voor agglomeraties met een bevolking van meer dan 250.000 personen voor hoofdspoorwegen waarop jaarlijks meer dan 60.000 treinen passeren. In 2012, in de tweede tranche, moeten geluidbelastingkaarten worden gemaakt voor agglomeraties met een bevolking van meer dan 100.000 personen voor hoofdspoorwegen waarop jaarlijks meer dan 30.000 treinen passeren.

Het Besluit Omgevingslawaaï 2004 geeft aan dat op de geluidkaarten in elk geval de contouren van 55, 60, 65, 70 en 75 dB voor L_{den} en van 50, 55, 60, 65 en 70 dB voor L_{night} weergegeven moeten worden. Ook moet het aantal woningen en het aantal bewoners (door het aantal woningen te vermenigvuldigen met 2,3) binnen deze geluidklassen bepaald worden. Het aantal (ernstig) gehinderden en (ernstig) slaapverstoorden moet worden bepaald met de in Bijlage 2 van de Regeling Omgevingslawaaï opgenomen dosis-effectrelaties voor spoorweglawaaï. Voor ernstige hinder en slaapverstoring zijn dit de bovengenoemde dosis-effectrelaties. Prorail publiceert deze interactieve geluidbelastingkaart op internet (www.prorail.nl/internetresources/geluidskaart/geluidkaart.htm).

GES-score

Net als bij wegverkeer wordt het MTR en daarmee GES-score 6 gebaseerd op het optreden van hart- en vaatziekten.

Voor wegverkeer wordt vooralsnog uitgegaan van een drempel voor deze effecten bij een L_{den} boven 60 dB. Voor railverkeer ontbreken hierover nog gegevens. Zolang hier niet meer informatie over is, wordt vooralsnog uitgegaan van eenzelfde relatie en drempel als bij wegverkeergeluid. De GES-score van 6 wordt voor railverkeer, net als bij wegverkeer, gelegd bij een L_{den} van 63 dB. Ook voor railverkeer wordt de GES-score verder gebaseerd op het percentage ernstig gehinderden. Geluid van railverkeer blijkt minder hinderlijk te zijn dan geluid van bedrijven of wegverkeer. Dit betekent dat bij gelijke geluidbelasting die van railverkeer een lagere GES-score krijgt. Is de L_{den} -waarde bekend, dan wordt de GES-score hierop gebaseerd. Is alleen de L_{etm} -waarde bekend, dan wordt hieraan een GES-score toegekend. Er wordt dan gebruik gemaakt van de algemene relatie tussen deze geluidmaten voor railverkeer.

Hieruit volgt de volgende indeling:

Geluidbelasting		Ernstig gehinderden (%)	Geluidbelasting $L_{Aeq,23-7}$ dB(A)	Ernstig slaapverstoorden (%)	GES-score
L_{den} dB	L_{etm} dB(A)				
<48	<50	<1	<42	<2	0
48 – 57	50 – 59	1 – 4	42 – 51	2 – 3	1
58 – 62	60 – 64	4 – 7	52 – 56	3 – 5	3
63 – 67	65 – 69	7 – 12	57 – 61	5 – 6	6
68 – 72	70 – 74	12 – 19	62 – 66	6 – 9	7
≥73	≥75	≥19	≥67	≥9	8

Voor GES-score 6 is rekening gehouden met het niveau waarop hart- en vaatziekten mogelijk gaan optreden. Onder GES-score 6 zijn de GES-scores zo gekozen, dat ze op basis van ernstige hinder vergelijkbaar zijn met die voor wegverkeergeluid.

Zijn er alleen gegevens beschikbaar in de 5 dB klassen die op grond van de EU-Richtlijn Omgevingslawaai zijn bepaald, dan is bovenstaande indeling niet te hanteren. Noodzakelijkerwijs moet dan gebruik gemaakt worden van de volgende indeling.

Geluidbelasting		Ernstig gehinderden (%)	Geluidbelasting $L_{Aeq,23-7}$ dB(A)	Ernstig slaapverstoorden (%)	GES-score
L_{den} dB	L_{etm} dB(A)				
<50	<52	<1	<44	<2	0
50 – 59	52 – 61	1 – 5	44 – 53	2 – 4	1
60 – 64	62 – 66	5 – 9	54 – 58	4 – 5	3
65 – 69	67 – 71	9 – 14	59 – 63	5 – 7	6
70 – 74	72 – 76	14 – 23	64 – 68	7 – 9	7
≥75	≥77	≥23	≥69	≥9	8

Bedacht moet worden dat deze GES-score indeling minder scherp is en het geschatte percentage ernstig gehinderd of slaapverstoord iets hoger is.

Voor beoordeling van gelijktijdige blootstelling aan geluid van rail- en wegverkeer wordt verwezen naar Module G – Wegverkeer en geluid.

J - Railverkeer en externe veiligheid

Emissie en verspreiding

Giftige en zeer giftige vloeistoffen worden in sterk wisselende hoeveelheden langs bijna alle daarvoor in aanmerking komende spoorlijnen in Nederland getransporteerd. Gevaarlijke gassen concentreren zich sterk op bepaalde routes. Kenmerkend is dat er vooral 's avonds en 's nachts gereden wordt.

Rangeerterreinen verdienen bijzondere aandacht. Deze spooremlacements vallen wat wet- en regelgeving betreft onder de stationaire inrichtingen (zie Module D Bedrijven en externe veiligheid). Voor de omschrijving van gehanteerde risicomaten wordt verwezen naar Module D.

De provincies hebben de beschikking over de gegevens van de risico's van het vervoer van gevaarlijke stoffen over de zogenaamde vrije baan, dus buiten de emplacements. Zij beschikken over IPO-mallen (IPO-Risicoberekeningsmethode of IPORBM), waarmee de risico's eenvoudig te berekenen waren.

In 2001 is door het Ministerie van Verkeer en Waterstaat de op IPORBM gebaseerde Risicoatlas Spoor uitgebracht. Deze atlas geeft per spoortraject informatie over de transportstromen, de afstanden van 10^{-6} , 10^{-7} en 10^{-8} risicocontouren van het Plaatsgebonden Risico en het Groepsrisico. Deze risicoatlas is gebaseerd op transportgegevens van 1998. De risicoatlas is te downloaden van de website van Rijkswaterstaat:

www.rijkswaterstaat.nl/dvs/themas/veiligheid/extern/publicaties/index.jsp.

De IPO-rekenmal is vervangen door een nieuwe berekeningsmethodiek, namelijk RBMII. Deze is door AVIV ontwikkeld in opdracht van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat. Ook met deze rekenmethode is relatief snel het risico langs een transportroute te berekenen. In tegenstelling tot IPORBM, dat uitgaat van standaard risicomallen, is RBMII een rekenpakket waarmee de werkelijke situatie beter gemodelleerd kan worden.

Er kunnen bijvoorbeeld verschillende weerstations en bebouwingstypen gekozen worden. Uit een vergelijking van de resultaten van RBMII en IPORBM blijkt over het algemeen dat met RBMII lagere risico's worden berekend. Dit wordt veroorzaakt door aanpassingen in de onderliggende modellen en scenario's (zie www.rws.nl).

De resultaten van RBMII zijn ook vergeleken met die van Safeti 6.21, het rekenpakket dat gebruikt wordt voor de risicoberekeningen bij inrichtingen. Voor brandbare en (zeer) toxische gassen zijn de berekende risico's vergelijkbaar. Voor brandbare vloeistoffen berekent RBMII iets hogere en voor (zeer) toxische vloeistoffen lagere risico's.

Er is nog geen nieuwe Risicoatlas Spoor gemaakt met behulp van RBMII.

De Handreiking voor het vervoer van gevaarlijke stoffen (1998) geeft aan dat voor de Plaatsgebonden Risicocontour van 10^{-6} de maximale afstand 50 meter is. Tot 200 meter kan het Groepsrisico overschreden worden.

Uit de Risicoatlas blijkt, dat op 21 spoortrajecten in Nederland het PR van 10^{-6} op 10 meter afstand wordt overschreden. Bij 11 woonkernen wordt de oriëntatiewaarde van het Groepsrisico overschreden.

Voor binnenstedelijke risicovolle emplacements zijn in het project Plan van Aanpak Goederen Emplacements (PAGE) onder meer gedetailleerde risico-analyses gemaakt. Hierbij is gelet op de aard en omvang van het vervoer van gevaarlijke stoffen en de procesvoering op het emplacement. Hieruit kwam naar voren dat bij nieuwbouw geen overschrijding van het Plaatsgebonden Risico van 10^{-6} te verwachten is. Het Groepsrisico kan wel bij nieuwbouw binnen een zone van 300 meter een overschrijding opleveren. Bij dergelijke nieuwbouw kan met de Circulaire Risicobenadering voor NS-goederenemplacementen een inschatting van het Groepsrisico worden verkregen.

Vooral het Groepsrisico levert grote knelpunten op. Binnen PAGE gaat hierbij vooral de aandacht naar de emplacementen in Almelo, Sas van Gent en Sittard. Via de 1e tranche wijzigingen van het Revi (medio 2007) zijn 35 spoorwegemplacementen binnen de werkingskracht van het Bevi gekomen. Deze emplacementen dienen dan ook aan de gestelde voorwaarden in het Bevi te voldoen.

Een belangrijke wijziging voor het vervoer van gevaarlijke stoffen over het spoor kan het wettelijk vastleggen van een basisnet van transportroutes van gevaarlijke stoffen zijn. In dit basisnet wordt voor alle hoofdverbindingen over de weg, het water en het spoor vastgelegd welk vervoer mag plaatsvinden en hoe de ruimte er om heen kan worden gebruikt (zoals voor wonen, werken en natuur).

Het Basisnet bestaat uit drie kaarten waarop bestaande spoor-, vaar- en rijkswegen onderverdeeld zijn in drie categorieën routes. Dit zijn de routes waar er geen beperkingen voor het vervoer van gevaarlijke stoffen, maar wel ruimtelijke beperkingen gelden, routes waar zowel beperkingen voor het vervoer als voor de ruimtelijke ontwikkeling gelden en routes waar alleen beperkingen voor het vervoer zijn.

De kaarten specificeren de 'gebruiksruimte' en de 'veiligheidszone'. De gebruiksruimte geeft aan welk vervoer van (categorieën) gevaarlijk stoffen op een bepaalde route mag plaatsvinden. Binnen de veiligheidszones mogen gemeenten geen kwetsbare objecten plaatsen. Gebruiksruimtes en veiligheidszones worden in principe eenmalig vastgelegd.

De Basiskaarten zullen in 2009 vastgelegd worden in afzonderlijke ministeriele regelingen op basis van de Wet Vervoer gevaarlijke stoffen. De Basisnetkaarten zullen de huidige Risicoatlassen gaan vervangen (VNG, 2008).

De risico's van het vervoer van gevaarlijke stoffen over het spoor worden ook opgenomen in het Risico Register Gevaarlijke Stoffen (RRGS). Op de risicokaarten zijn echter geen risicoafstanden aangegeven.

De Effectwijzer geeft de volgende effectstralen voor transport van gevaarlijke stoffen per spoor (BZK, 1997):

Zeer giftig gas, vooral chloor	5000 m.
Giftig gas, vooral ammoniak	3000 m.
Zeer giftige vloeistof	1000 m.
Giftige vloeistof	500 m.
Brandbaar gas, vooral LPG	300 m.

Anders dan vaak gedacht wordt geeft niet het vervoer van LPG, maar dat van chloor en ammoniak de grootste effectafstanden. In een door het Rijk en Akzo Nobel gesloten convenant werd afgesproken het structureel transport van chloor door Nederland te stoppen. In 2006 reed de laatste chloortrein van Akzo Nobel. Het is incidenteel nog wel mogelijk dat er in Nederland een chloortrein rijdt.

Voor railverkeer zijn vooral brongerichte en beschermende maatregelen van belang voor het verlagen van de risico's. Snelheidsvermindering van de treinen heeft bijvoorbeeld een grote invloed op de ligging van de risicocontouren. Het effect van overkapping of ondertunneling is nog onduidelijk en is vaak vanwege 'interne' veiligheid en hulpverlening problematisch. Afhankelijk van de aard van de risico's kan afscherming en de bouwwijze van omringende woningen, een meestal geringe, invloed hebben. Bij brandgevaar kan bijvoorbeeld een aarden wal of blinde gevel risico's verminderen. De effecten van een dergelijke afschermende werking worden niet standaard in de berekeningen van Plaatsgebonden Risico's meegenomen. Deze zijn wel redelijk eenvoudig in de berekeningen op te nemen. Bij het risico op gifwolken is het van belang dat eventueel aanwezige mechanische ventilatiesystemen uitgezet kunnen worden. Bij explosiegevaar hebben bouwtechnische maatregelen weinig effect.

Gezondheidskundige beoordeling

Het beleid en de normstelling voor het vervoer van gevaarlijke stoffen is vastgelegd in de Nota Risiconormering vervoer gevaarlijke stoffen en nader uitgewerkt in de in 2004 verschenen Circulaire Risiconormering vervoer gevaarlijke stoffen (Ministerie van Verkeer en Waterstaat). De in deze circulaire opgenomen normstelling is nog niet wettelijk verankerd. Er zal nog bepaald worden of een wettelijke verankering noodzakelijk is.

Voor vervoer van gevaarlijke stoffen geldt een grenswaarde voor het Plaatsgebonden Risico van 10^{-6} voor nieuwe en 10^{-5} voor bestaande situaties, met voor de laatste de aantekening dat sanering gewenst is. Er wordt voor nieuwe situaties onderscheid gemaakt in kwetsbare (woningen, onderwijs-, gezondheid- en kindercentra) en beperkt kwetsbare objecten (zoals kantoren, sport-, recreatievoorzieningen, stadions en theaters). Voor kwetsbare objecten is een PR van 10^{-6} voor nieuwe situaties een grenswaarde, voor beperkt kwetsbare objecten is dit risiconiveau een richtwaarde.

Het Groepsrisico wordt voor vervoer uitgedrukt per routelengte. Aangezien gekozen is om het Groepsrisico uit te drukken per kilometer route verschilt de normlijn van die voor bedrijven:

Kans van 10^{-4} /jaar op 10 slachtoffers per km route

Kans van 10^{-6} /jaar op 100 slachtoffers per km route

Kans van 10^{-8} /jaar op 1000 slachtoffers per km route enzovoort

Voor emplacementen geldt de normlijn voor bedrijven (zie Module D Bedrijven en externe veiligheid).

Het Groepsrisico levert meer en grotere knelpunten op, vooral langs de spoorlijnen van Vlissingen en Rotterdam via Breda naar Venlo en bij een groot aantal binnenstedelijke emplacementen.

In weerwil van de heersende opinie levert het transport van ammoniak en (voorheen) chloor geen knelpunten. De grootste ruimtelijke knelpunten worden veroorzaakt door het transport van brandbare gassen, voornamelijk LPG.

Bij veranderingen in de lokale situatie (bijvoorbeeld woningbouw) zijn er opnieuw berekeningen van Groepsrisico's nodig. Provincies en grote gemeenten beschikken hiervoor over de eenvoudige te hanteren rekenmethode RBMII.

Voor emplacementen wordt geschat dat de maximale bevolkingsdichtheid in een zone van 200 meter rond het emplacement gemiddeld 35 personen/ha zou moeten bedragen om het Groepsrisico niet te overschrijden.

Een schatting van maximale dichtheden langs de spoorlijn (vrije baan) is sterk afhankelijk van het vervoer van gevaarlijke stoffen. Voor de spoorlijn Vlissingen (Sloehaven) - Venlo, wordt geschat dat in een zone van 400 meter aan weerszijden van het spoor de maximale dichtheid 30 personen/ha is.

De dichtheid in een dichtbebouwde woonwijk is gemiddeld circa 70 personen/ha.

GES-score

Voor GES zal uitgegaan worden van dezelfde indeling en scores als bij de beoordeling van de externe veiligheid bij bedrijven en wegverkeer:

Plaatsgebonden Risico	Overschrijding Oriëntatie- waarde Groepsrisico	GES-score
$< 10^{-8}$	nee	0
$10^{-8} - 10^{-7}$	nee	2
$10^{-7} - 10^{-6}$	nee	4
$> 10^{-6}$	ja	6

Is de ligging van het Plaatsgebonden Risico van 10^{-7} niet bekend, dan wordt bij een risico tussen 10^{-8} en 10^{-6} een GES-score van 3 toegekend.

K - Waterverkeer en luchtverontreiniging

Emissie en verspreiding

De binnenvaart en de zeescheepvaart zijn bronnen van luchtverontreiniging, met name door de emissies van fijn stof, zwarte rook, NO_x en SO₂ door de dieselmotoren. SO₂-emissies komen vooral voor bij zeeschepen en kustvaarders, waarschijnlijk omdat deze schepen gebruik maken van goedkope, zwavelrijke brandstof. Deze brandstof is wel toegestaan op de volle zee, maar niet op vaarwegen van en naar een haven.

De emissie van luchtverontreiniging door de scheepvaart is afhankelijk van emissiefactoren die gekoppeld zijn aan het brandstofverbruik en het aantal scheepvaartbewegingen c.q. passages. Het brandstofverbruik is afhankelijk van het scheepstype en de grootte, de vaarsnelheid, het vaarwegtype, de stroomsnelheid van het water en de belading. Op basis van deze factoren zijn in het EMS-project (Emissieregistratie en Monitoring Scheepvaart) emissiefactoren afgeleid voor PM₁₀ en NO_x. De emissiefactoren voor PM₁₀ zijn echter met een grote onzekerheid omgeven (Dijkstra, 2001). Dit wordt onderschreven in een experimenteel onderzoek van TNO/DCMR naar de emissies van de scheepvaart in het Rijnmondgebied waaruit blijkt dat de emissiefactoren van PM₁₀ een factor 2-3 lager zijn dan gerapporteerd in de literatuur. De emissiefactoren van NO_x komen redelijk overeen met die uit de literatuur (Keuken et al., 2005).

De emissies per strekkende kilometer vaarweg worden verkregen door de emissiefactoren te vermenigvuldigen met het aantal scheepvaartpassages. Omdat emissiefactoren afhankelijk zijn van kenmerken van het schip, zoals grootte en belading, is het van belang om naast het aantal scheepvaartpassages ook inzicht te hebben in de type schepen die langs varen. Uit het onderzoek van TNO/DCMR blijkt dat het niet eenvoudig is om informatie over binnenvaartintensiteiten binnen Rijnmond te verkrijgen. Informatie hierover, verkregen via radartellijnen, is niet altijd waterdicht als het gaat om binnenscheepvaart. Voor zeeschepen met een transponder werkt het systeem wel goed.

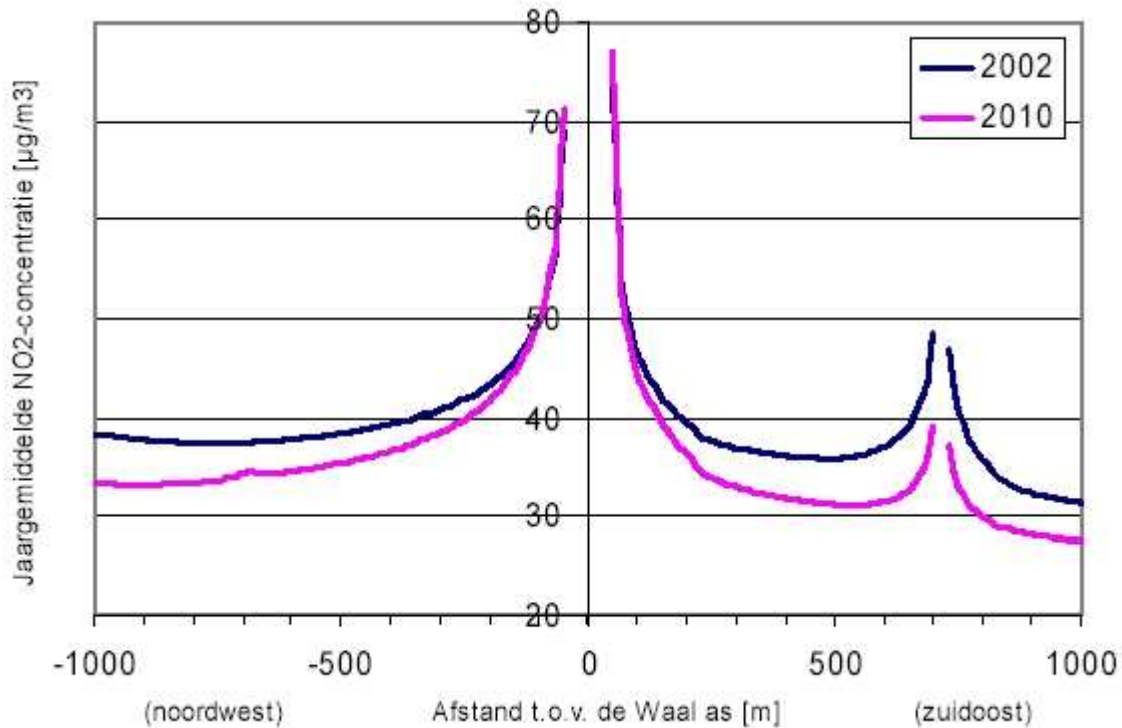
Een andere belangrijke bron van gegevens, zowel binnen Rijnmond als daarbuiten, is de gegevenswinning bij bruggen en bij sluisen. Daarnaast is er nog het CBS meldpunt bij Lobith voor schepen die Nederland binnenkomen en uitgaan. Rijkswaterstaat gebruikt het programma SITOS (Sluisbedrijf, Inwinning en Tijdelijke Opslag van Scheepsgegevens) om geautomatiseerd scheepsgegevens, zoals type, tonnage, belading e.d. te registreren bij het passeren van sluisen. Rijkswaterstaat geeft aan dat deze gegevens op jaarbasis te verkrijgen zijn na toestemming van de regionale dienst. Voor sommige vaarwegen, zoals de Waal bij Nijmegen en de IJssel bij Zwolle zijn deze tellingen niet geheel betrouwbaar. Bovendien moeten de tellingen geïnterpreteerd worden om de juiste emissiefactoren te kiezen.

De verspreiding wordt bepaald door meteorologische omstandigheden en de geometrie van de omgeving die de mogelijkheden voor verdunning bepaalt. Om de verspreiding van de emissie in beeld te brengen kan de emissie per strekkende kilometer ingevoerd worden in een verspreidingsmodel. Voor het berekenen van de verspreiding van de emissies van scheepvaart is geen rekenmodel voorhanden dat hiervoor specifiek is ontworpen. Door TNO wordt wel het (aangepaste) TNO-verkeersmodel gebruikt om de immisatie van scheepvaart te berekenen. De modellering is op zich niet zo moeilijk omdat gezien de grotere afstanden er nauwelijks sprake is van turbulentie-invloeden op de verspreiding.

Berekeningen naar de invloed van de emissies van de scheepvaart op de luchtkwaliteit van de stoffen NO_2 en PM_{10} zijn uitgevoerd voor de Waal en het Maas-Waalkanaal bij Nijmegen (Hulskotte & Den Boeft, 2004). Het aantal scheepspassages in 2002 op de Waal bij Nijmegen is 154.391; op het Maas-Waalkanaal 87.546. Uit een vergelijking van de NO_2 -emissies van het scheepvaartverkeer en het wegverkeer blijkt dat de emissies op de Waal vergelijkbaar zijn aan de NO_2 -emissies van een autosnelweg (10% vrachtverkeer) met ongeveer 140.000 voertuigen per dag. Overigens is de Waal de drukst bevaren rivier van Europa. De NO_2 -emissies op het Maas-Waalkanaal zijn vergelijkbaar met een autoweg met ongeveer 40.000 voertuigen per dag. Uit deze berekeningen blijkt dat de grenswaarden voor de jaargemiddelde concentraties NO_2 op sommige locaties op de oevers van de Waal overschreden kunnen worden. Voor PM_{10} zijn geen overschrijdingen van de grenswaarde op de oevers gevonden. De berekeningen kennen een zekere intrinsieke onzekerheid waardoor aanbevolen is om de rekenresultaten door middel van metingen te verifiëren.

De berekeningen van TNO langs de Waal leiden tot een jaargemiddeld concentratieverloop NO_2 (als dwarsprofiel) zoals is weergegeven in onderstaande figuur.

NO_2 concentraties (jaargemiddeld) voor een dwarsprofiel van de Waal bij Nijmegen



Uit de figuur valt een concentratieverloop voor de noordwest zijde en de zuidoost zijde af te lezen gerekend vanaf het midden van de Waal. De olopende NO_2 concentratie aan de zuidoost zijde op circa 700 m vanaf de Waal as wordt veroorzaakt door een verkeersweg.

In de tabel is de concentratie vanaf de oevers gegeven met het gegeven dat de Waal op dit punt 300 meter breed is.

Rekenresultaten concentratieverloop NO₂ in µg/m³ vanaf de oevers

Afstand (m) vanaf de oever	Noordwest zijde		Zuidoost zijde	
	2002	2010	2002	2010
0 (oever)	45	44	42	40
50	44	42	40	37
100	42	40	38	34
150	41	38	37	33
200	40	37	36	32
250	39	36	35	31
500	38	34	Invloed verkeersweg	

De achtergrondconcentratie is 28,2 µg/m³ in 2001 en 24,2 in 2010. Het valt op dat de invloed van de Waal merkbaar is tot ca. 500 m vanaf de oever. Aan de noordwest zijde wordt tot 200 m van de oever de grenswaarde voor NO₂ overschreden. Het relatieve NO₂ verschil bedraagt voor 50 tot 500 m uit de oever ca. 5 – 6 µg/m³. Het NO₂ verloop stabiliseert daarna hetgeen betekent dat een verschil van 5 – 6 µg/m³ gezien kan worden als de bijdrage van de scheepvaart. In 2006 zijn door het RIVM metingen verricht op beide oevers langs de Waal bij Nijmegen van o.a. PM₁₀ en NO₂. Een doel hiervan was om de rekenuitkomsten van TNO te verifiëren. Voor PM₁₀ kon geen duidelijke bijdrage van de vaarroute worden aangetoond. De scheepvaart levert wel een bijdrage aan de NO₂ concentratie van 4 – 5 µg/m³ op 200 – 300 meter van het midden van de rivier, overeenkomend met een bijdrage van 4 – 5 µg/m³ op een afstand van 50 – 150 meter vanaf de oever (Bloemen et al., 2006). De passage van een enkel schip was goed meetbaar waarbij de NO₂ concentratie gedurende korte tijd (5 – 10 minuten) kon oplopen tot 100 – 200 µg/m³.

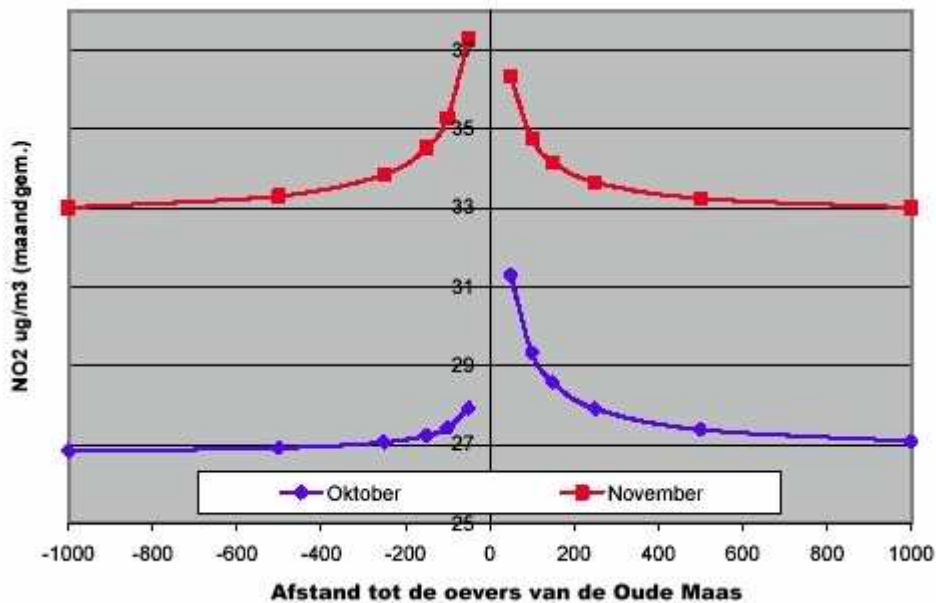
In een oriënterend onderzoek van TNO, waarbij met behulp van metingen (passieve samplers) de invloed van de scheepvaart op de NO₂-concentraties langs de Oude Maas in Dordrecht en Zwijndrecht is onderzocht, is gevonden dat het scheepvaartverkeer een significante bijdrage levert aan de NO₂-concentraties in de aan het water grenzende woonwijken. De bijdrage op 5 - 10 meter van de oever bedraagt 6 – 17 µg/m³ en op 50 - 60 meter 3 – 8 µg/m³ ten opzichte van de lokale achtergrondconcentratie (Thijssen, 2005).

Het onderzoek van TNO en DCMR naar de luchtkwaliteit in relatie tot de scheepvaart in het Rijnmondgebied is uitgevoerd om meer zicht te krijgen op de emissiefactoren van schepen (binnenvaartschepen en zeeschepen) en te toetsen of modelberekeningen overeenkomen met gemeten emissies aan de oevers. Uit het onderzoek is gebleken dat de emissiefactoren voor PM₁₀ een factor 2-3 lager zijn dan gerapporteerd in de literatuur. Voor PM₁₀ leidt de bijdrage van emissies door de binnenvaart niet tot significante verhoging van concentraties langs de oevers van druk bevaren vaarwegen in Rijnmond. De bevindingen dienen nog verder onderbouwd te worden m.b.v. PM₁₀/PM_{2,5} immissiemetingen over langere tijd. Voor roetdeeltjes, die juist bij scheepvaartemissies verwacht worden, zijn geen verhoogde concentraties gemeten op de oevers van de Nieuwe Waterweg, maar dit kan veroorzaakt zijn door de beperkte omvang van de metingen (2 maanden, één locatie).

Met behulp van passieve samplers is NO₂ bemonsterd op de oevers van de Oude Maas over de periode september-oktober 2004. Meetresultaten en modelberekeningen komen redelijk overeen. Het aantal scheepspassages is over 2004 ongeveer 117.000 (schepen langer dan 15 m) (RWS ZH, 2005).

De berekeningen van TNO langs Oude Maasoever leiden tot een concentratieverloop NO₂ (als dwarsprofiel) zoals is weergegeven in de figuur (noordzijde 0 - +1000 m; zuidzijde 0 - -1000m).

NO₂ concentraties voor een dwarsprofiel van de Oude Maas voor oktober en november 2004



De rapporteurs geven aan dat de modelberekeningen wijzen op een verhoging van 5 µg/m³ NO₂ op 50 m van de oever ten opzichte van de achtergrond (26 µg/m³ oktober 2004 en 33 µg/m³ november 2004). Verhoging t.o.v. de achtergrond wordt gevonden tot op 250 m van de oever. De passieve samplers, die vooral hebben gehangen op korte afstand van de oever, geven voor de eerste 100 m op de oever een concentratieverloop van ca. 10 µg/m³ (perioden september en oktober 2004). De modelberekeningen zijn juist uitgevoerd vanaf ca. 100 m van de oever en verder. Uit de grafiek valt een concentratieverloop af te lezen zoals in de onderstaande tabel is gegeven.

Rekenresultaten concentratieverloop NO₂ in µg/m³ vanaf de oever van de Oude Maas (november 2004, zuidzijde en noordzijde)

Afstand (m)	Zuidzijde, november 2004	Noordzijde, november 2004
0 (oever)		
50	37	36,5
100	35,5	35
150	34,5	34,5
200	34	34
250	33,5	33,5
1000	33	33

De rapporteurs geven aan dat er sprake is van een bijdrage van ca. 4 – 5 µg/m³ NO₂ vanaf 50 m uit de oever tot 250 m.

De onderzoekers geven in dit TNO/DCMR onderzoek aan dat er meer onderzoek moet komen naar de scheepvaartsamenstelling, de onderbouwing van de emissiefactoren en metingen van PM₁₀/PM_{2,5}, zwarte rook en NO₂ in relatie tot de afstand tot de vaarwegen. Pas na langdurig onderzoek is het mogelijk om op betrouwbare wijze de luchtkwaliteit te toetsen aan de normen. De gemeente Rotterdam heeft TNO en DCMR opdracht gegeven om een vervolgonderzoek uit te voeren. Dit onderzoek richt zich echter vooral op de havenactiviteiten in de havenbekkens, dus op havenactiviteiten zoals slepen, manoeuvreren e.d.

Er zijn nog veel onzekerheden in de bijdrage van scheepvaart aan de oeverconcentraties PM₁₀ en NO₂. Gezien de onzekerheid over de emissiefactoren van PM₁₀ is de onzekerheid voor PM₁₀ groter dan voor NO₂. Voor PM₁₀ zijn modelvoorspellingen daarom minder betrouwbaar en kan de bijdrage van de emissie van PM₁₀ door waterverkeer eventueel gemeten worden.

De emissies van de scheepvaart op de grote waterwegen zijn vergelijkbaar met de emissies van een autosnelweg, maar door de grotere afstanden en de vrije verspreiding van de emissie lijken de emissies van scheepvaartverkeer minder bij te dragen aan de lokale luchtverontreiniging dan een autosnelweg.

De NO₂ berekeningen en NO₂ metingen in Rijnmond stemmen redelijk met elkaar overeen. Ditzelfde blijkt het geval voor de NO₂ berekeningen en NO₂ metingen langs de Waal bij Nijmegen. De NO₂ meetresultaten van de Oude Maas te Dordrecht en Zwijndrecht passen bij de meetresultaten van het onderzoek in het Rijnmondgebied.

In tegenstelling tot wegverkeer is er op dit moment geen betrouwbaar rekenmodel om de bijdrage van de scheepvaart in beeld te brengen. TNO kan op grond van scheepspassages (sluistellingen) en emissiefactoren een immissieberekening maken m.b.v. het TNO-verkeersmodel, maar er is onvoldoende inzicht in de validiteit van de methode. In principe zouden ook andere verspreidingsmodellen voor lijnbronnen, zoals het CAR II model en het VLW model met enige aanpassing geschikt zijn om de immissie van scheepvaartverkeer te modelleren.

Op dit moment een indicatieve schatting van de bijdrage van NO₂ door scheepvaart mogelijk op basis van de eerder beschreven onderzoeken voor de Waal bij Nijmegen en het Rijnmondgebied. De afleiding geldt dan in zijn algemeenheid voor hoofdvaarwegen in Nederland. Dit leidt tot een schatting van de NO₂ concentratie in relatie tot de afstand vanaf de oever zoals in de tabel is gegeven.

Schatting concentratiebijdrage NO₂ in µg/m³ vanaf de oever van een hoofdvaarweg

Afstand (m)	Concentratiebijdrage NO ₂ in µg/m ³
0 (oever)	10
50	5
100	4
150	3
200	2
250	1
>250	0

De bijdrage van 10 µg/m³ op de oever is afgeleid uit de resultaten van de NO₂-metingen met passieve samplers aan de oevers van de vaarwegen in Rijnmond. De concentratiebijdrage op 50 - 250 meter volgt uit de modelberekeningen uitgevoerd voor de vaarwegen in Rijnmond en de Waal bij Nijmegen. Uit metingen van NO₂ langs de oevers van de Oude Maas (bij Dordrecht en Zwijndrecht) en de Waal (bij Nijmegen) blijkt dat de modelberekeningen redelijk tot goed overeenstemmen met metingen.

De getallen zijn gebaseerd op de beschreven modelstudies en metingen die zijn uitgevoerd op grote vaarwegen (Waal en Oude Maas) met een breedte van 300 – 400 m en met meer dan 100.000 scheepspassages per jaar. Over kleinere vaarwegen gaan weliswaar minder vaartuigen, maar de afstanden tot de oevers zijn kleiner. Het is onbekend wat de concentraties van NO₂ (en PM₁₀) aan de oevers zijn. Op de kaart zijn de hoofdvaarwegen in Nederland aangegeven.



Gezondheidskundige beoordeling

De gezondheidskundige beoordeling van waterverkeer is op basis van emissiegegevens uitsluitend mogelijk op basis van NO_2 . De dieseluitstoot van schepen bevat echter ook CO, zwarte rook (roet) en PM_{10} . De emissie van PM_{10} bestaat voor het overgrote deel uit deeltjes die kleiner zijn dan $2,5 \mu\text{m}$. Hierdoor wordt verondersteld dat de PM_{10} emissies in de scheepvaart identiek zijn aan de $\text{PM}_{2,5}$ emissies (Keuken et al., 2005). De dieselemisatie is een complex mengsel. Het is daarom moeilijk om waargenomen gezondheidseffecten toe te schrijven aan één of meer componenten uit dat mengsel. Aangezien er tot nu toe slechts beperkt inzicht is in de samenstelling van de emissie van waterverkeer kleven er onzekerheden aan het gebruik van NO_2 als indicator voor het complexe luchtverontreinigingsmengsel afkomstig van waterverkeer.

NO_2

Stikstofdioxide (NO_2) dringt door tot in de kleinste vertakkingen van de luchtwegen. Het kan bij hoge concentraties irritatie veroorzaken aan ogen, neus en keel. Bij blootstelling aan lage concentraties stikstofdioxide wordt een lagere longfunctie waargenomen. Ook een toename van astma-aanvallen en ziekenhuisopnamen en een verhoogde gevoeligheid voor infecties komen voor. Bij welke concentraties dit optreedt is nog niet precies vastgesteld. Piekoncentraties zijn in ieder geval belangrijk voor het optreden van effecten. Vermoedelijk spelen alleen piekoncentraties boven circa $1000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ een rol. Waterverkeer geeft in tegenstelling tot wegverkeer meer piekblootstellingen bij de passage van een schip. Uit metingen blijkt dat een piekblootstelling van $100 - 200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ mogelijk is. Dit ligt nog onder het effectniveau van kortdurende blootstelling.

Het is dan ook minder waarschijnlijk dat de gevonden associaties tussen NO_2 en gezondheidseffecten door NO_2 zelf worden veroorzaakt. Aangenomen wordt dat de NO_2 -concentratie, ook voor waterverkeer, model staat voor het mengsel aan luchtverontreiniging mits onderkend wordt dat er sprake is van onzekerheid. De grenswaarde is een jaargemiddelde van $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

GES-score

Voor het waterverkeer wordt (voorlopig) alleen de stof NO_2 beschouwd. De indeling van GES-scores is vergelijkbaar met die bij verkeer en luchtverontreiniging. Bij overschrijding van het MTR volgt er een score van 6.

De volgende indeling wordt gehanteerd:

NO_2 concentratie $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Jaargemiddeld	GES-score	Opmerkingen
0,04 – 3	2	
4 – 19	3	
20 – 29	4	
30 – 39	5	
40 – 49	6	Overschrijding grenswaarde Toename luchtwegklachten en verlaging longfunctie
50 – 59	7	Sterkere toename luchtwegklachten en verlaging longfunctie
≥ 60	8	

L - Waterverkeer en geluidhinder

Emissie en verspreiding

De Centrale Commissie Rijn- en Binnenvaart (CCR) stelt, via het ROSR (Reglement van Onderzoek voor Scheepvaart op de Rijn) eisen voor de geluidproductie van nieuwe schepen die op de Rijn willen varen. Deze eisen luiden:

- Geluidniveau maximaal 75 dB(A) op een afstand van 25 meter van de hartlijn van het schip voor varende schepen;
- Geluidniveau maximaal 65 dB(A) op een afstand van 25 meter van de hartlijn van het schip voor stilliggende schepen.

Uitgaande van een puntbron houdt dit een bronvermogen in van circa 112 dB(A) voor varende schepen, en van circa 102 dB(A) voor stilliggende schepen.

Het Binnenschepenbesluit (bijlage 2 van dit Besluit) stelt dezelfde eisen voor schepen die op andere vaarwegen varen.

Voor bestaande schepen bestaat er een overgangsregeling. Elke 5 jaar dient er een scheepskeuring plaats te vinden, voor de verlenging van het scheepvaartcertificaat. In de overgangsregeling staat dat vanaf de eerste verlenging van het scheepvaartcertificaat na 1 januari 2015 alle schepen hieraan moeten voldoen. Verwacht kan dus worden dat vanaf 2020 alle Nederlandse schepen voldoen aan de genoemde eisen (DHV, 2004).

Er is geen standaard rekenmethode voor de berekening van geluidbelasting van waterverkeer. Voor Urbis zijn de rekenmethoden voor geluid geïnventariseerd en gemodificeerd. De methode van berekening van de geluidemissie van waterverkeer is grotendeels gebaseerd op het Handboek voor Milieubeheer, dat in 1980 verscheen (Vermande, 1980).

Het Handboek voor Milieubeheer geeft de volgende geluidbelastingen (dB(A)) voor verschillende boten op 15 en 25 meter afstand:

	15 m	25 m
Binnenschepen met Rijncertificaat (geregeld in Besluit onderzoek schepen op de Rijn, 1976)		< 75
Buiten de wateren van de Rijn (vol vermogen)		85
Snelle motorboten ($v > 16$ km/uur)	80	76
Boten met buitenboordmotor laag vermogen (25 kW)	70	66
Boten met buitenboordmotor		75
Boten met hekaggegraat		72
Boten met ingebouwde motor	70	
Motorkruisers	40	36
Zeiljachten gemotoriseerd	50	46

Door TNO wordt voor het model Urbis nog met de gegevens uit het Handboek voor Milieubeheer gewerkt en wordt de emissie van vaartuigen als volgt berekend:

$$E_{\text{vaartuig}} = L_{A,25m} + 10 \log(Q/v) + 30 \log(v/v_{\text{max}})$$

$L_{A,25m}$ = geluidbelasting op 25 m. Voor Urbis wordt voor beroepsvaart 85 dB(A), voor beroepsvaart met Rijncertificaat 75 dB(A) en voor motorkruisers e.d. 45 dB(A) genomen.

Q = aantal vaartuigen per uur.

v = vaarsnelheid (km/uur).

v_{max} = maximale vaarsnelheid (km/uur). Is deze onbekend dan wordt uitgegaan van $v = 0,8 v_{\text{max}}$.

Voor andere boten wordt een volgende geluidemissie dB(A) gegeven:

Motorboot met buitenboordmotor	104
Motorboot met hekaggregaat	101
Motorboot met ingebouwde motor	99
Waterscooter	90

Door DHV is een akoestisch onderzoek verricht naar de bronvermogens van binnenvaartschepen. Het gemiddelde bronvermogen van varende motortankschepen/ motorvrachtschepen was circa 110 dB(A). Dit bronvermogen komt goed overeen met metingen die in het verleden aan binnenvaartschepen zijn verricht (o.a. in 1985/1997). Er is dus geen afname van het geluidvermogen geconstateerd, als gevolg van het verbeteren van de stand der techniek (DHV, 2004).

Voor berekening van de transmissie wordt door TNO voor Urbis een aangepaste SRM1 gebruikt. De demping door lucht en meteo wordt gelijk verondersteld met die bij wegverkeer. De demping door de bodem wordt gelijk verondersteld met die rond industriële bronnen. De demping van water is veel geringer dan van bodem. Het Handboek voor Milieubeheer gaat uit van een demping boven water van 0,5 dB(A) en boven land van 2 dB(A) per 100 meter.

Voor GES is het niet mogelijk om standaardmethoden aan te bevelen voor de bepaling van de geluidbelastingen van waterverkeer. Wordt het noodzakelijk geacht om deze geluidbelastingen nader te onderzoeken, dan wordt aangeraden om de gemeente te verzoeken om een akoestisch onderzoek te laten uitvoeren. Dit kan bestaan uit metingen en berekeningen. Voor de berekeningen van emissie en transmissie zal gebruik gemaakt moeten worden van de aangepaste SRM1.

Gezondheidskundige beoordeling

De Wet Geluidhinder kent geen normen voor waterverkeer. Geluidhinder afkomstig van afge-meerde schepen, die bezig zijn met laden en lossen, wordt behandeld in de vergunning van de inrichting en hoort dus bij industrielawaai.

Voor waterverkeer is geen relatie tussen de geluidbelasting en aantal gehinderden en slaapverstoorden bekend. Voor de beoordeling van de hinderlijkheid van de geluidbelasting van waterverkeer ligt het gebruik van de relatie van wegverkeer het meest voor de hand. Hierbij wordt dezelfde relatie tussen L_{etm} en L_{den} als bij wegverkeer verondersteld.

Het is onbekend of waterverkeer 's nachts een hoge geluidbelasting veroorzaakt. Het is onduidelijk of waterverkeer op dezelfde wijze slaapverstoring veroorzaakt als wegverkeer.

GES-score

Voor de indeling van GES-scores wordt de bij weggeluid gehanteerde indeling overgenomen. Hierbij wordt alleen de relatie tussen de geluidbelasting en ernstige hinder weergegeven en niet de relatie met slaapverstoring.

Geluidbelasting		Ernstig gehinderden (%)	GES-score
L _{den} dB	L _{etm} dB(A)		
<43	<45	0	0
43 – 47	45 – 49	0 – 3	1
48 – 52	50 – 54	3 – 5	2
53 – 57	55 – 59	5 – 9	4
58 – 62	60 – 64	9 – 14	5
63 – 67	65 – 69	14 – 21	6
68 – 72	70 – 74	21 – 31	7
≥73	≥75	≥31	8

Zijn er alleen gegevens beschikbaar in de 5 dB klassen uit de EU-Richtlijn Omgevingslawaai, dan is bovenstaande indeling niet te hanteren. Noodzakelijkerwijs moet dan gebruik gemaakt worden van de volgende indeling.

Geluidbelasting		Ernstig gehinderden (%)	GES-score
L _{den} dB	L _{etm} dB(A)		
<45	<47	0	0
45 – 49	47 – 51	1 – 4	1
50 – 54	52 – 56	4 – 6	2
55 – 59	57 – 61	6 – 10	4
60 – 64	62 – 66	10 – 16	5
65 – 69	67 – 71	16 – 25	6
70 – 74	72 – 76	25 – 37	7
≥75	≥77	≥37	8

Bedacht moet worden dat deze laatste GES-score indeling minder scherp is en het percentage ernstig gehinderd of slaapverstoord iets hoger is.

M - Waterverkeer en externe veiligheid

Emissie en verspreiding

Het watertransport van gevaarlijke stoffen wordt voornamelijk door de binnenvaart gedaan. Alleen op zee en op het Noordzeekanaal, de Nieuwe Waterweg, de Westerschelde en de Eems varen ook zeeschepen. Deze vervoeren uiteraard grotere hoeveelheden en alle stofcategorieën.

Provincies en grote gemeenten hebben de beschikking over zogenaamde IPO-risicoberekeningsmallen (IPORBM). Hiermee kunnen relatief snel en eenvoudig risico's berekend worden. Door de Adviesdienst Verkeer en vervoer (AVV) van Rijkswaterstaat zijn met de IPO-risicoberekeningsmallen (IPORBM) met een beperkte hoeveelheid invoergegevens en standaard risicomallen de risico's langs de vaarwegen waarop transport van gevaarlijke stoffen plaatsvindt berekend. Deze zijn in een risicoatlas weergegeven. In deze Risicoatlas Hoofdvaarwegen Nederland zijn de afstanden van de 10^{-6} , 10^{-7} en 10^{-8} PR-contouren en de oriëntatiewaarde van het Groepsrisico voor alle hoofdvaarwegen waarover gevaarlijke stoffen worden getransporteerd opgenomen. De risicoatlas is te downloaden van de website van de website van Rijkswaterstaat (www.rijkswaterstaat.nl/dvs/themas/veiligheid/extern/publicaties/index.jsp).

Het Plaatsgebonden Risico van 10^{-6} per jaar wordt alleen overschreden op de oever langs de Westerschelde, het Lekkanaal, een gedeelte van het Amsterdam-Rijnkanaal en een klein gedeelte van de Oude Maas. De afstanden van de 10^{-6} -contour liggen tussen 0,5 en 10 meter op de oever.

Het Groepsrisico ligt in vrijwel alle gevallen ver onder de oriëntatiewaarde. In het centrum van Rotterdam en langs de Nieuwe Waterweg is een aantal kilometers vaarweg waar het Groepsrisico hoger is dan 10% van de oriëntatiewaarde of deze zelfs overschrijdt.

In het algemeen geldt dat een zone van 10 tot 20 meter vrij gehouden moet worden vanwege de bereikbaarheid voor hulpdiensten.

De IPO-rekenmal is vervangen door een nieuwe berekeningsmethodiek, namelijk RBMII. Deze is door AVIV ontwikkeld in opdracht van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat. Ook met deze rekenmethode is relatief snel het risico langs een transportroute te berekenen. In tegenstelling tot IPORBM, dat uitgaat van standaard risicomallen, is RBMII een rekenpakket waarmee de werkelijke situatie beter gemodelleerd kan worden. Er kunnen bijvoorbeeld verschillende weersstations en bebouwingstypen gekozen worden. Uit een vergelijking van de resultaten van RBMII en IPORBM blijkt over het algemeen dat met RBMII lagere risico's worden berekend. Dit wordt veroorzaakt door aanpassingen in de onderliggende modellen en scenario's (zie www.rws.nl). De resultaten van RBMII zijn ook vergeleken met die van Safeti 6.21, het rekenpakket dat gebruikt wordt voor de risicoberekeningen bij inrichtingen. Voor brandbare en (zeer) toxische gasen zijn de berekende risico's vergelijkbaar. Voor brandbare vloeistoffen berekent RBMII iets hogere en voor (zeer) toxische vloeistoffen lagere risico's.

Er is nog geen nieuwe Risicoatlas hoofdvaarwegen gemaakt met behulp van RBMII.

Naast een wijziging in berekeningsmethodiek worden op termijn nog meer belangrijke veranderingen doorgevoerd.

Een belangrijke wijziging is het wettelijk vastleggen van een basisnet van transportroutes van gevaarlijke stoffen. In dit basisnet wordt voor alle hoofdverbindingen over de weg, het water en het spoor vastgelegd welk vervoer mag plaatsvinden en hoe de ruimte er om heen kan worden gebruikt (zoals voor wonen, werken en natuur).

Het Basisnet bestaat uit drie kaarten waarop bestaande spoor-, vaar- en rijkswegen onderverdeeld zijn in drie categorieën routes. Dit zijn de routes waar er geen beperkingen voor het vervoer van gevaarlijke stoffen, maar wel ruimtelijke beperkingen gelden, routes waar zowel beperkingen voor het vervoer als voor de ruimtelijke ontwikkeling gelden en routes waar alleen beperkingen voor het vervoer zijn.

De kaarten specificeren de 'gebruiksruimte' en de 'veiligheidszone'. De gebruiksruimte geeft aan welk vervoer van (categorieën) gevaarlijk stoffen op een bepaalde route mag plaatsvinden. Binnen de veiligheidszones mogen gemeenten geen kwetsbare objecten plaatsen. Gebruiksruimtes en veiligheidszones worden in principe eenmalig vastgelegd.

De Basiskaarten zullen in 2009 vastgelegd worden in afzonderlijke ministeriele regelingen op basis van de Wet Vervoer gevaarlijke stoffen. De Basisnetkaarten zullen de huidige Risicoatlassen gaan vervangen (VNG, 2008).

Zolang deze wijzigingen nog niet zijn doorgevoerd kan de Risicoatlas gehanteerd worden.

De risico's van het vervoer van gevaarlijke stoffen over water worden ook opgenomen in het Risico Register Gevaarlijke Stoffen (RRGS). Op de risicokaarten zijn echter geen risicoafstanden aangegeven.

In de Effectwijzer is een lijst opgenomen met vaarwegen, type vervoerde stoffen en effectstraal (BZK, 1997):

Vaarweg	Gas Brandbaar	Gas Giftig	Vloeistof Brandbaar	Vloeistof Giftig	Effectstraal (m)
Eemskanaal	x		x	x	600
Van Starckenborgkanaal			x	x	100
Margrietkanaal			x		100
IJssel			x		100
Rijn	x	x	x	x	5000
Waal	x	x	x	x	5000
Merwede	x	x	x	x	5000
Noord	x		x	x	600
Nieuwe Maas	x	x	x	x	5000
Nederrijn			x		100
Lek	x	x	x	x	5000
Oude Maas	x	x	x	x	5000
Dordtsche Kil	x	x	x	x	5000
Hollandsch Diep	x	x	x	x	5000
Julianakanaal	x		x	x	600
Maas, Maas-Waalkanaal	x		x	x	600
Schelde/Rijnverbinding	x	x	x	x	5000
Gouwe, Oude Rijn, Hollandse IJssel			x	x	500
Kanaal door Walcheren	x		x		600
Kanaal door Zuid-Beveland	x	x	x	x	5000
Amsterdam-Rijnkanaal	x	x	x	x	5000
Nieuwe Waterweg	x	x	x	x	5000
Westerschelde	x	x	x	x	5000
Kanaal Gent-Terneuzen	x	x	x	x	5000
Noordzeekanaal	x	x	x		5000

Gezondheidskundige beoordeling

Het beleid en de normstelling voor het vervoer van gevaarlijke stoffen is vastgelegd in de Nota Risiconormering vervoer gevaarlijke stoffen en nader uitgewerkt in de in 2004 verschenen Circulaire Risiconormering vervoer gevaarlijke stoffen (Ministerie van Verkeer en Waterstaat). De in deze circulaire opgenomen normstelling is nog niet wettelijk verankerd. Er zal nog bepaald worden of een wettelijke verankering noodzakelijk is.

Ook voor vervoer van gevaarlijke stoffen geldt een grenswaarde voor het Plaatsgebonden Risico van 10^{-6} voor nieuwe en 10^{-5} voor bestaande situaties, met voor de laatste de aantekening dat sanering gewenst is. Er wordt voor nieuwe situaties onderscheid gemaakt in kwetsbare (woningen, onderwijs-, gezondheid- en kindercentra) en beperkt kwetsbare objecten (zoals kantoren, sport-, recreatievoorzieningen, stadions en theaters). Voor kwetsbare objecten is een PR van 10^{-6} een grenswaarde, voor beperkt kwetsbare objecten is dit risiconiveau een richtwaarde. Het Groepsrisico wordt voor vervoer uitgedrukt per vaarlengte. Aangezien gekozen is om het Groepsrisico uit te drukken per kilometer route verschilt de normlijn van die voor bedrijven:

Kans van 10^{-4} /jaar op 10 slachtoffers per km route

Kans van 10^{-6} /jaar op 100 slachtoffers per km route

Kans van 10^{-8} /jaar op 1000 slachtoffers per km route enzovoort

Een oriëntatiewaarde van groter dan 1 houdt een overschrijding van de normlijn voor het Groepsrisico in.

Ook bij watertransport geldt dat bij veranderingen in de lokale situatie er opnieuw berekeningen van Groepsrisico's nodig zijn. Provincies en grote gemeenten beschikken echter over eenvoudig te hanteren rekenmethoden, waarmee deze berekend kunnen worden.

GES-score

Voor GES zal uitgegaan worden van dezelfde indeling en scores als bij de beoordeling van de externe veiligheid bij bedrijven:

Plaatsgebonden Risico	Overschrijding Oriëntatiewaarde Groepsrisico	GES-score
$< 10^{-8}$	nee	0
$10^{-8} - 10^{-7}$	nee	2
$10^{-7} - 10^{-6}$	nee	4
$> 10^{-6}$	ja	6

Is de ligging van het Plaatsgebonden Risico van 10^{-7} niet bekend, dan wordt bij een risico tussen 10^{-8} en 10^{-6} een GES-score van 3 toegekend.

N - Vliegverkeer en stank

Emissie en verspreiding

De geuremissie van vliegverkeer is voornamelijk afhankelijk van de motorinstelling van de straalmotoren. Tijdens een zogenaamde Landing and Take Off cyclus (LTO) verandert telkens de motorinstelling. De emissie wordt dus bepaald door de emissie bij de verschillende motorinstellingen en de duur van de verschillende vliegfasen en de taxitijd. De emissie varieert voor verschillende soorten vliegtuigen.

Om de verspreiding te berekenen kunnen in principe de modellen toegepast worden die ook voor luchtverontreiniging gebruikt worden. De verspreiding van geur bij vliegvelden is echter erg complex, omdat van lijnbronnen sprake is en de bronhoogte varieert.

Het zal duidelijk zijn dat er weinig gegevens zijn over de emissie en de verspreiding van geur bij vliegvelden.

Gezondheidskundige beoordeling

Gezondheidskundige beoordeling van geur van vliegverkeer is alleen mogelijk als er gegevens over de ervaren hinder zijn. Rond Schiphol zijn dergelijke onderzoeken uitgevoerd. Ook op enige afstand komen klachten over een kerosine stank voor. Geuren van grondactiviteiten worden minder waargenomen dan van vliegtuigen. Van de omwonenden ondervindt 2 % ernstige hinder van grondactiviteiten en 5 – 7 % van vliegtuigen.

GES-score

Een indeling kan alleen gebaseerd zijn op hinderenquêtes.

Allereerst moet een bovengrens, een MTR, bepaald worden. Hieruit volgt de verdere onderverdeling.

Bij overschrijding van dit "MTR" wordt gekozen voor een score 6, om tot uitdrukking te brengen dat stank wel degelijk een gezondheidsprobleem is en dat erg hoge geurbelastingen ontoelaatbaar worden geacht. Bovendien geeft deze waarde een percentage ernstig gehinderden dat boven de 10% ligt, hetgeen als criterium in het beleid wordt teruggevonden. Daarom wordt bij een overschrijding van 10% ernstig gehinderden de score van 6 toegekend.

Ook wordt bij de indeling deels aangehaakt bij het streven van de overheid om maximaal 12% gehinderden en geen ernstig gehinderden te hebben. Wordt dit niet gehaald dan wordt een GES-score van 4 toegekend.

Dezelfde indeling als die gehanteerd wordt bij stank van bedrijven kan gehanteerd worden:

Hinder (%)	Ernstige hinder (%)	GES-score
0	0	0
0 – 5	0	1
5 – 12	0 – 3	3
12 – 25	3 – 10	4
≥25	≥10	6

O - Vliegverkeer en geluidhinder

Emissie en verspreiding

In principe zijn de emissie en verspreiding van geluid van vliegverkeer van dezelfde factoren afhankelijk als van wegverkeer. Geluidbelastingen van vliegvelden zijn dus op vergelijkbare wijze als voor wegverkeer te berekenen. De volgende gegevens zijn nodig:

- het aantal vliegtuigbewegingen (starts of landingen);
- de vlootsamenstelling;
- de hoogteprofielen;
- de geluidproductie van vliegtuigen (waarbij onderscheid wordt gemaakt naar vliegtuigtype);
- de vertrek- en aankomsttijden van vliegtuigen;
- het baangebruik;
- de start- en naderingsprocedures (vluchtuitvoering);
- de spreidingsgebieden om de routes.

Op basis van deze gegevens berekent het Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium (NLR) in opdracht van de RijksLuchtvaart Dienst (RLD) geluidcontouren rond vliegvelden. Aan elke start of landing wordt een hoeveelheid geluid toegekend. Een optelling van alle vluchten over het hele jaar geeft voor het gebied rond de luchthaven de totale geluidbelasting weer.

Voor de regionale en militaire vliegvelden wordt de geluidbelasting uitgedrukt in Kosteneenheden (Ke).

Deze geluidmaat was toegepast bij een onderzoek naar de relatie tussen de geluidbelasting en hinder in 1963. De waarde wordt voornamelijk bepaald door het totaal aantal vluchten per jaar, de maximale geluidbelasting van overvliegende vliegtuigen en straffactoren voor avond- en nachtvluchten. Piekniveaus van lager dan 65 dB(A) worden niet meegerekend. Voor de nachtperiode werd het equivalente geluidniveau binnenshuis over de periode 23:00 – 06:00 uur gehanteerd ($L_{Aeq,23-06,binnen}$).

Voor de kleine burgerluchtvaart wordt de geluidbelasting uitgedrukt in B_{KL} (Belasting kleine luchtvaart). De B_{KL} heeft met name betrekking op vliegtuigen lichter dan 6000 kg. Deze geluidmaat is vergelijkbaar met de L_{den} . De B_{KL} houdt echter rekening met het feit, dat de kleine luchtvaart vooral in weekenddagen en in de zomerperiode plaatsvindt. Het is dan ook geen jaargemiddelde zoals de L_{den} . Bij de berekening worden vluchten die op zaterdagen, zondagen en feestdagen gedurende de drukste 6 maanden van het jaar worden uitgevoerd, met een factor 5 opgehoogd. Een onderbouwing voor deze procedure ontbreekt.

In 2002 is de Europese Richtlijn Omgevingslawaai gepubliceerd (zie Module G - Wegverkeer en geluid). In deze richtlijn wordt onder meer het gebruik van uniforme geluidbelastingmaten voorgeschreven: de L_{den} en de L_{night} .

L_{den} is het equivalent geluidsniveau over een etmaal. Het etmaal is verdeeld in een dagperiode van 07.00 - 19.00, een avondperiode van 19.00 - 23.00 en een nachtperiode van 23.00 - 7.00 uur. Het geluidsniveau 's avonds wordt verhoogd met een straffactor van 5 dB(A), 's nachts met een straffactor van 10 dB(A).

De L_{night} is het op jaarbasis berekende equivalente geluidniveau (buitenshuis) gedurende een nachtperiode van 8 uur (in Nederland tussen 23:00 en 07:00 uur).

Geluid van vliegverkeer is niet geregeld in de Wet Geluidhinder, maar in de Wet Luchtvaart. In het in 2003 van kracht geworden Luchthavenverkeerbesluit Schiphol worden voor Schiphol de L_{den} en de L_{night} gehanteerd als geluidmaten.

Voor de overige vliegvelden moet een overgang van Ke en B_{KL} naar L_{den} nog plaatsvinden. Een wetsvoorstel Regelgeving Burgerluchthavens en Militaire Luchthavens (RBML), dat o.a. de overgang naar de Europese dosismaten voor regionale en kleine burgerluchthavens en voor militaire luchthavens regelt is in 2006 bij de Tweede Kamer en eind 2007 bij de Eerste Kamer ingediend. Besluitvorming over deze wet wordt nog aangehouden in verband met de nog te verschijnen Luchtvaartnota (najaar 2008).

Het omrekenen van Ke naar L_{den} is niet eenvoudig. De relatie tussen Ke en L_{den} is afhankelijk van de variatie in geluidbelasting over een etmaal. De Ke- en L_{den} -contouren zijn ongelijkvormig. De 35 Ke contour snijdt verschillende L_{den} -contouren die liggen tussen 51 en 62 dB L_{den} . Voor Schiphol geldt dat 35 Ke 'gemiddeld' overeenkomt met ongeveer 58 dB L_{den} (MNP, 2005). Voor de overige burgerluchthavens wordt er vooralsnog van uitgegaan dat 35 Ke ongeveer overeen komt met 55 dB (V&W, 2006). Voor de militaire velden zal een 35 Ke waarde waarschijnlijk met hogere L_{den} -waarden overeenkomen dan die van burgerluchthavens. De exacte L_{den} -waarden zijn afhankelijk van het gebruik van de luchthaven (bijvoorbeeld jachtvliegtuigen of helikopters) (MNP, 2005).

De L_{night} is ook niet eenvoudig te vergelijken met de $L_{Aeq,23-06,binnen}$, omdat de L_{night} op een langere periode is gebaseerd en buitenshuis wordt bepaald. Men gaat er van uit dat $L_{Aeq, 23-06,binnen}$ -waarden van 20 en 26 dB(A) ongeveer overeen komen met $L_{night, 23-07, buiten}$ -waarden van 41 en 48 á 49 dB (Fast, 2004).

Op de website van het natuur en milieucompendium van het RIVM worden kaarten gepresenteerd met geluidcontouren rond Schiphol, die zowel in Ke en als in L_{den} en L_{night} zijn weergegeven (www.milieuennatuurcompendium.nl onder het kopje leefomgeving).

Gezondheidskundige beoordeling

De blootstelling aan geluid kan een breed scala aan nadelige gezondheidseffecten veroorzaken. De belangrijkste gezondheidseffecten van blootstelling aan lagere niveaus van geluid zoals die veelvuldig in de woonomgeving voorkomen zijn (ernstige) hinder en (ernstige) slaapverstoring. Voor een uitgebreider overzicht van de gezondheidseffecten van geluid wordt verwezen naar Module G Wegverkeer en geluid. Hier wordt alleen kort ingegaan op de gezondheidseffecten van vliegtuigeluid.

Hinder

De relatie tussen L_{den} en ernstige hinder is voor vliegverkeer op basis van een meta-analyse als volgt geschat (TNO-PG, 2001):

$$\%HA = -9,199 \cdot 10^{-5} (L_{den} - 42)^3 + 3,932 \cdot 10^{-2} (L_{den} - 42)^2 + 0,2939 (L_{den} - 42)$$

Deze relatie is voor het Europese geluidbeleid geaccepteerd als de thans best beschikbare. Hinder begint op te treden bij geluidbelastingen aan de gevel van woningen van $L_{den} = 40$ dB en ernstige hinder bij $L_{den} = 42$ dB.

De hinder van het geluid van vliegverkeer neemt het sterkst toe bij stijgende geluidbelastingen vergeleken met het geluid van andere bronnen.

De mate van geluidhinder wordt niet alleen bepaald door de geluidbelasting. Ook niet-akoestische factoren zoals de mening over het beleid van de verantwoordelijk geachte lokale overheid, angst, de verwachtingen die men heeft over de geluidbelasting in de toekomst en geluidgevoeligheid dragen voor een groot deel bij aan de optredende hinder.

Dit verklaart waarom in specifieke situaties soms grote afwijkingen van de algemene dosis-effectrelaties worden gevonden.

Zo voorspelt de bovengenoemde dosis-effectrelatie consequent 2 tot 3 maal lagere percentages ernstige hinder dan in de omgeving van Schiphol wordt gevonden bij dezelfde geluidniveaus.

De relatie tussen L_{den} en hinder is voor Schiphol als volgt:

$$\% HA = \left\{ \frac{e^{-8,1101 + 0,1333 \cdot L_{den}}}{1 + e^{-8,1101 + 0,1333 \cdot L_{den}}} \right\} \cdot 100 \quad \text{voor } L_{den} > 30 \text{ dB}$$

$$\% HA = \left\{ \frac{e^{-8,1101 + 0,1333 \cdot 65}}{1 + e^{-8,1101 + 0,1333 \cdot 65}} \right\} \cdot 100 \quad \text{voor } L_{den} > 65 \text{ dB}$$

Uit hinderonderzoek rond Eelde, Maastricht en vooral rond Rotterdam, blijkt dat de algemene dosis-effectrelatie ook voor de kleine luchtvaart leidt tot een onderschatting van de ervaren hinder. Waarschijnlijk hangt dit samen met het feit, dat het 'kleine' verkeer voornamelijk in het weekend vliegt en de tijdsbesteding of activiteiten van omwonenden in het weekend plaatsvinden. Er zijn geen actuele dosis-effectrelaties die specifiek gelden voor het geluid van de kleine luchtvaart.

De algemene dosis-effectrelatie moet dus met de nodige voorzichtigheid en alleen gebruikt worden als er geen informatie over een lokale dosis-effectrelatie voorhanden is.

De relatie tussen de geluidbelasting van vliegverkeer en het aantal ernstig gehinderden wordt uitgedrukt in L_{den} -waarden. De geluidbelasting wordt over het algemeen nog uitgedrukt in K_e of B_{KL} .

De omrekening van Kosteneenheden naar L_{den} -waarden is afhankelijk van de variatie in geluidbelasting over een etmaal. De relatie tussen K_e en L_{den} zal dus per vliegveld en per situatie sterk verschillen. Afwijkingen van meer dan 5 dB(A) komen voor. Voor een algemene omrekening wordt wel de formule $L_{den} = 0,5 K_e + 41$ gebruikt. Deze formule moet wel met grote voorzichtigheid gebruikt worden.

De omrekening van B_{KL} naar L_{den} is iets eenvoudiger. Het enige verschil tussen L_{den} en de B_{KL} is dat de L_{den} een jaargemiddelde is en de B_{KL} gebaseerd is op weekeinden in het drukste halfjaar. Deze vluchten worden in de B_{KL} vermenigvuldigd met een factor 5.

Voor de omrekening van B_{KL} naar jaargemiddelde wordt 5 dB(A) afgetrokken.

Worden de algemene formules voor omrekening van L_{den} in K_e en B_{KL} gehanteerd dan is de ernstige hinder volgens de algemene dosis-effectrelatie en de relatie voor Schiphol als volgt:

Geluidbelasting (L_{den})	Geluidbelasting (K_e)	Geluidbelasting (B_{KL})	Algemene relatie Ernstig gehinderden (%)	Schiphol relatie Ernstig gehinderden (%)
40		45	0	6
42	2	47	0	8
45	8	50	1	11
50	18	55	5	19
55	28	60	11	31
58	35	63	15	41
60	38	65	19	47
65	48	70	29	64
70	58	75	41	64

Slaapverstoring

Slaapverstoring omvat verschillende effecten: een verlenging van de inslaaptijd, het tijdens de slaap tussentijds wakker worden, verhoogde motorische activiteit tijdens de slaap en het vroegd wakker worden. Ook omvat het secundaire effecten die de volgende dag op kunnen treden na een verstoorde slaap. Hieronder vallen effecten zoals een slechter humeur, vermoeidheid en een verminderd prestatievermogen.

De Gezondheidsraad heeft in 1997 een voorlopige relatie tussen de nachtelijke geluidbelasting en de ervaren ernstige slaapverstoring opgesteld. Voor de werkgroep 'Health and socio-economic aspects' van het 'Noise Committee' van de EU werd deze relatie opnieuw met behulp van een meta-analyse door TNO onderzocht. Geconcludeerd werd dat voor vliegtuiggeluid nog geen relatie tussen de geluidbelasting en de hinder door slaapverstoring kon worden vastgesteld. Een drempelwaarde voor ernstige slaapverstoring door vliegtuiggeluid kon daarmee ook nog niet worden vastgesteld.

Recent is deze analyse in opdracht van het ministerie van VROM door TNO opnieuw uitgevoerd (Miedema & Vos, 2004). Door de toevoeging van enkele nieuwe onderzoeken en de uitsluiting van een onderzoek, dat sterk afwijkende resultaten liet zien, kon nu wel een (indicatieve) relatie tussen de nachtelijke geluidbelasting (L_{night}) en ervaren ernstige slaapverstoring opgesteld worden. Deze toont een goede overeenkomst met de in 1997 door de Gezondheidsraad opgestelde relatie. De relatie is als volgt:

$$\%HS = 18,147 - 0,956 L_{\text{Aeq},23-7h} + 0,01482 (L_{\text{Aeq},23-7h})^2$$

De studie die sterk afwijkende resultaten liet zien is het in de omgeving van Schiphol uitgevoerde slaapverstoringsonderzoek. Een eerdere studie rond Schiphol (het vragenlijstonderzoek uit 1996), was door de afwijkende resultaten ook niet in de analyse betrokken. De ervaren ernstige slaapverstoring is rond Schiphol consequent ongeveer twee keer zo hoog als op basis van de algemene relatie wordt berekend. Ook bij de relatie tussen het nachtelijk geluidniveau en slaapverstoring kunnen niet-akoestische factoren een grote rol spelen.

De relatie tussen de L_{night} en slaapverstoring voor Schiphol is als volgt:

$$\% HS = \left\{ \frac{e^{-6,642 + 0,1046 \cdot L_{\text{night}}}}{1 + e^{-6,642 + 0,1046 \cdot L_{\text{night}}}} \right\} \cdot 100$$

De algemene dosis-effectrelatie moet dus met de nodige voorzichtigheid en alleen gebruikt worden als er geen informatie over een lokale dosis-effectrelatie voorhanden is.

Het percentage ernstig slaapverstoorden is volgens de algemene dosis-effect relatie en de voor Schiphol vastgestelde relatie als volgt:

Geluidbelasting $L_{\text{Aeq},23-7}$ dB(A)	Algemene relatie Ernstig slaapverstoorden (%)	Schiphol relatie Ernstig slaapverstoorden (%)
30	3	3
35	3	5
40	4	8
45	5	13
50	7	20
55	10	29
60	14	41
65	19	54

Enkele luchthavens staan vliegverkeer aan de 'randen' van de nacht toe en op de luchthaven van Rotterdam is er een beperkt nachtgebruik. Alleen bij Schiphol zijn er structureel nachtluchten.

Hart- en vaatziekten

Er zijn voldoende aanwijzingen voor een causaal verband tussen geluidbelasting en hart- en vaatziekten. Door het vaak ontbreken van statistische significantie in de epidemiologische studies is er echter nog geen sluitend bewijs voor en is er nog geen betrouwbare kwantitatieve dosis-respons relatie op te stellen. Het is nog niet bekend bij welke geluidbelastingen gezondheidseffecten als ischemische hart- en vaatziekten en verhoogde bloeddruk kunnen optreden. Voor wegverkeer wordt voorlopig uitgegaan van een drempel bij een L_{den} van 60 dB en een toename van deze effecten met toenemende geluidbelasting. Vooral nog wordt voor vliegtuiggeluid uitgegaan van eenzelfde drempel als bij wegverkeergeluid.

Leerprestatie

In een onderzoek uitgevoerd in de omgeving van drie Europese luchthavens, waaronder Schiphol, was de leesprestatie van basisschoolkinderen gemiddeld lager bij hogere geluidniveaus van vliegverkeer (van Kempen et al., 2005). Ook waren er aanwijzingen voor een ongunstig effect van blootstelling aan geluid van vliegverkeer op het lange termijn geheugen. Tevens maakten kinderen bij hogere geluidniveaus van vliegverkeer meer fouten op de wisselende aandachtstest. Naar schatting zijn er in de omgeving van Schiphol 50 tot 3.000 (0,1 – 2,5%) bovenbouwleerlingen extra met een relatief lage score op een leestest. Normaliter heeft 9% een relatief lage score. Deze effecten kunnen tot enkele maanden na vermindering van de geluidbelasting aanhouden.

Grenswaarden en beleid

Geluidhinder van vliegverkeer is niet geregeld in de Wet Geluidhinder, maar in de Wet Luchtvaart. Voor Schiphol waren geluidzones vastgelegd in de Planologische Kernbeslissing (PKB) Schiphol en Omgeving uit 1995. De in 2003 van kracht geworden Wet luchtvaart en de hierbij horende AMvB's, het Luchthavenindelingbesluit en Luchthavenverkeerbesluit, vervingen deze PKB. Handhaving vindt nu niet meer plaats via vastgestelde geluidzones maar door grenswaarden voor de geluidbelasting (L_{den} en L_{night}) te stellen in handhavingpunten. Voor de regionale, kleine en militaire vliegvelden zijn nog geen AMvB's opgesteld. Hiervoor gelden nog de Planologische Kernbeslissingen (PKB's) respectievelijk het Structuurschema Burgerluchtvaartterreinen (SBL) en het Structuurschema Militaire Luchtvaartterreinen. Voor de luchthavens Maastricht en Lelystad is een afzonderlijke PKB vastgesteld. Voor deze vliegvelden is in de Luchtvaartwet vastgelegd dat luchtvaartterreinen 'aangewezen' worden. In een aanwijzingsbesluit, een soort vergunning, wordt o.a. het soort en de omvang van het vliegverkeer vastgelegd. In principe geldt dat alle vliegvelden waarvoor een Aanwijzing geldt, ook geluidzones hebben. In de Aanwijzing staat vermeld waar de geluidzones liggen en wat de maximale geluidbelasting daarbinnen mag zijn. Momenteel is voor vrijwel alle vliegvelden een Aanwijzing van kracht.

Vliegvelden die een geluidzone hebben zijn:

<u>Regionale vliegvelden:</u>	Maastricht, Rotterdam en Eelde
<u>Kleine burgervliegvelden:</u>	Ameland, Budel, Den Helder, Drachten, Eindhoven, Hilversum, Hoogeveen, Lelystad, Midden Zeeland, Seppe, Terlet, Teuge, Texel en Twente
<u>Militaire vliegvelden:</u>	Leeuwarden, Volkel, Eindhoven, De Kooy, Woensdrecht, Soesterberg en Gilze Rijen (sinds 2003 is vliegveld Twente geen militair vliegveld meer)

De wettelijke grenswaarde voor luchtvaartterreinen is 35 Ke. Voor Schiphol komt deze grenswaarde ongeveer overeen met 58 dB.

Voor luchtvaartterreinen met reguliere nachtvluchten geldt de nachtnorm van 26 dB(A) in slaapvertrekken voor de periode van 23.00 tot 06.00 uur ($L_{Aeq,23-06,binnen}$). Deze nachtnorm geldt dus voor de geluidbelasting binnenshuis. Deze nachtnorm wordt omgezet in de L_{night} .

In principe mag er geen nieuwbouw plaatsvinden in de 35 Ke-zone. Bestaande woningen in de 40 Ke-zone komen in aanmerking voor isolatie. Wanneer de geluidbelasting 65 Ke (in sommige gevallen 55 Ke) of meer bedraagt, mag alleen de huidige bewoner in het pand blijven wonen. Bij verkoop van het pand wordt de overheid de eigenaar en wordt het pand veelal gesloopt.

Tot 2000 gold voor de kleine luchtvaart dat binnen de 50 B_{KL}-zone geen nieuwbouw mocht plaatsvinden. Vanaf januari 2000 is deze norm van 50 B_{KL} verlaagd naar 47 B_{KL}.

Voor woningen binnen de zone waar de nachtnorm wordt overschreden, geldt dat geluidgevoelige slaapkamers in aanmerking komen voor isolatie.

Voor de regionale en kleine burgervliegvelden zijn de geluidzones (35 Ke of 47 B_{KL}) op kaart te bekijken op de website van het ministerie van verkeer en waterstaat:

www.verkeerenwaterstaat.nl/onderwerpen/luchtvaart/regionale_luchthavens/index.aspx.

De luchthavenexploitant moet ieder jaar een gebruiksplan indienen bij de Minister van Verkeer en Waterstaat. Met dit plan moet hij aantonen dat het verwachte gebruik van het luchtvaartterrein over een geheel jaar binnen de vastgestelde geluidzone blijft. Vaak blijkt dat de vergunde geluidruimte niet volledig opgevuld wordt.

De Rijksluchtvaartdienst ziet toe op de naleving van de voorschriften uit de Aanwijzing.

Het Kabinet heeft in 2002 besloten om nieuwe wet- en regelgeving te maken voor regionale en kleine burgerluchthavens en militaire luchthavens.

Het wetsvoorstel Regelgeving Burgerluchthavens en Militaire Luchthavens (RBML) is in 2006 ingediend bij de Tweede Kamer en eind 2007 bij de Eerste Kamer. Besluitvorming over het wetsvoorstel wordt nog aangehouden in verband met de nog te verschijnen Luchtvaartnota met daarin een integrale visie op het vliegverkeer en de positie van de verschillende luchthavens in Nederland.

In deze wet wordt geregeld dat de burgerluchthavens Schiphol, Eelde, Lelystad, Maastricht en Rotterdam van nationale betekenis zijn. De overige burgerluchthavens zullen onder het bevoegd gezag van provincies gaan vallen. De militaire luchthavens, waarvoor in het wetsvoorstel ook nieuwe regelgeving is opgenomen, blijven onder verantwoordelijkheid van de minister van Defensie vallen. Het Aanwijzingsbesluit wordt overgenomen in het Luchthavenbesluit.

In het wetsvoorstel RBML is ook de in 2002 gepubliceerde Europese Richtlijn Omgevingslawaai opgenomen. Dit houdt in, dat de geharmoniseerde geluidmaten L_{den} en L_{night} gehanteerd gaan worden. Om de geluidzones te handhaven zullen er handhavingpunten gecreëerd worden. In een Besluit burgerluchthavens zullen de geldende Ke-contouren omgezet worden in L_{den}-waarden. Hierbij zal zoveel mogelijk de huidige Ke-systematiek in stand worden gehouden, zonder dat er een (wezenlijke) toename is van het aantal te isoleren of aan de bestemming te onttrekken woningen.

Vooralsnog wordt ervan uitgegaan dat de 35 Ke wordt vervangen door de 55 dB L_{den}, de 40 Ke door de 59 dB L_{den}, de 55 Ke door de 66 dB L_{den} en de 65 Ke door de 72 dB L_{den} (V&W, 2006).

Voor de militaire luchthavens wordt voorlopig nog uitgegaan van Ke-contouren, omdat er nog geen berekeningsvoorschrift beschikbaar is. Toepassing van het voorschrift voor burgerluchthavens leidt namelijk tot onbetrouwbare waarden van de geluidbelasting en in grillig verlopende contouren. Zodra betrouwbare L_{den}-contouren kunnen worden berekend, zal de L_{den} ingevoerd worden en grenswaarden in het Besluit militaire luchthavens opgenomen worden (V&W, 2006). In het wetsvoorstel RBML is opgenomen, dat voor de belangrijke luchthavens, die waarop jaarlijks meer dan 50.000 vliegtuigbewegingen plaats vinden, eens in de vijf jaar geluidbelastingkaarten en actieplannen gemaakt worden. Voor juni 2007 moest een geluidkaart voor L_{den} en L_{night} voor Schiphol gemaakt zijn.

GES-score

Bij het geluid van wegverkeer is het MTR op basis van het optreden van hart- en vaatziekten gelegd bij een L_{den} -waarde van 63 dB. Er wordt van uitgegaan dat voor het optreden van hart- en vaatziekten voor vliegtuiggeluid eenzelfde relatie is als voor wegverkeergeluid.

Voor hinder geldt echter wel een andere relatie. Vliegtuiggeluid wordt als veel hinderlijker ervaren dan wegverkeergeluid. Het percentage ernstige hinder door vliegtuiggeluid is bij 63 dB zo hoog (24%), dat het MTR voor vliegtuiggeluid gelegd wordt bij 58 dB. De GES-score indeling voor vliegtuiggeluid is dus geheel gebaseerd op het percentage ernstig gehinderden.

De GES-score wordt uitgedrukt in L_{den} -waarden. Is deze niet bekend, dan wordt een GES-score toegekend op basis van K_e of B_{KL} , waarbij dan een algemene relatie tussen de L_{den} en de K_e en B_{KL} wordt gebruikt.

De volgende indelingen worden gehanteerd:

Geluidbelasting		B_{KL}	Algemene relatie Ernstig gehinderden (%)	Schiphol relatie Ernstig gehinderden (%)	GES-score
L_{den}	K_e				
<44	<6	<49	<1	<12	0
44 – 47	6 – 13	49 – 52	1 – 3	12 – 15	1
48 – 49	14 – 17	53 – 54	3 – 5	15 – 19	2
50 – 52	18 – 27	55 – 57	5 – 8	19 – 26	4
53 – 57	28 – 34	58 – 62	8 – 15	26 – 41	5
58 – 62	35 – 44	63 – 67	15 – 24	41 – 57	6
≥63	≥45	≥68	≥24	≥57	7

Zijn er gegevens over de geluidbelasting 's nachts dan wordt deze als volgt apart beoordeeld:

Geluidbelasting L_{night} dB	Algemene relatie Ernstig slaapverstoorden (%)	Schiphol relatie Ernstig slaapverstoorden (%)	GES-score
<30	<3	<3	0
30 – 39	3 – 4	3 – 8	2
40 – 49	4 – 7	8 – 20	4
50 – 54	7 – 10	20 – 29	5
≥55	≥10	≥29	6

Voor de uiteindelijke beoordeling van de geluidbelasting van vliegverkeer wordt de hoogste score genomen.

P - Vliegverkeer en externe veiligheid

Emissie en verspreiding

De Plaatsgebonden Risico-contouren bij vliegvelden liggen in het verlengde van de start- en landingsbanen.

Bij grote vliegvelden zijn er gebieden buiten de terreingrens waar het Plaatsgebonden Risico tussen 10^{-5} en 10^{-6} ligt. In deze gebieden bevinden zich ook woonwijken, kantoren en bedrijven. Informatie over de ligging van risicocontouren kan ingewonnen worden bij de provincie of de Rijksluchtvaartdienst. De hier aan ten grondslag liggende risicoberekeningen zijn nogal eens gewijzigd. Het is dus van belang om over de meest recente ligging van de contouren te beschikken. De risicocontouren van militaire vliegvelden worden niet openbaar gemaakt en zijn dus niet beschikbaar.

Gezondheidskundige beoordeling

Externe veiligheidsaspecten rond burgerluchtvaartterreinen werden bestudeerd in het project Algemeen Beoordelingskader Luchthavens (ABEL) van het Ministerie van VROM en V&W. Dit project werd afgesloten met het oog op de komst van een nieuw stelsel van veiligheidsnormen voor Schiphol. Dit nieuwe stelsel zou ook op regionale luchthavens worden toegepast.

Het milieubeleid voor Schiphol is in 1995 vastgelegd in een planologische kernbeslissing (PKB). In 2002 is dit beleid wettelijk vastgelegd in de Wet luchtvaart en twee daarop gebaseerde AMvB's, te weten het Luchthavenindelingbesluit en Luchthavenverkeerbesluit Schiphol. Hiermee verviel de PKB.

In de PKB werd een aantal zones met bijbehorende grenswaarden onderscheiden.

In de veiligheidszone in engere zin gold een Plaatsgebonden Risico van 5×10^{-5} . Deze zone moest uiterlijk in 2015 bewoningvrij zijn. In de veiligheidszone in ruime zin gold een Plaatsgebonden Risico van 10^{-5} . Voor beide veiligheidszones gold een bouwverbod voor woningen en bedrijven. In het Luchthavenindelingsbesluit zijn deze zones samengenomen tot één veiligheidssloopzone.

Ook buiten de sloopzone golden beperkingen: een vrijwaringszone voornamelijk gebaseerd op de PR-contour van 10^{-6} per jaar waarbinnen een bouwverbod voor woningen gold. In het Luchthavenindelingsbesluit is vastgelegd dat in het beperkingengebied binnen de 10^{-6} -contour alleen de vestiging van kleinschalige kantoren en logistieke bedrijven is toegestaan.

Er is geen grenswaarde voor het Groepsrisico vastgesteld.

Voor regionale en kleine luchthavens is in 1999 het traject voor het Structuurschema Regionale en Kleine Luchtvaartterreinen (SRKL) gestart. Het structuurschema is een Planologische Kernbeslissing (PKB) waarin wettelijk wordt vastgelegd wat het nationaal ruimtelijk beleid is voor de regionale en kleine luchthavens. Er werd ook een nieuw Structuurschema militaire terreinen (SMT) voorbereid, waarin ook externe veiligheid opgenomen zou worden.

In 2002 is besloten dit beleid niet vast te leggen in een PKB, maar op te nemen in de Wet Luchtvaart en een bijbehorende AMvB. Het externe veiligheidsbeleid voor Schiphol is in principe leidend voor alle luchthavens in Nederland. In overleg zou beoordeeld worden of aanvullende ruimtelijke maatregelen voor beheersing van het Groepsrisico genomen kunnen worden.

Een wetsvoorstel Regelgeving Burgerluchthavens en Militaire Luchthavens (RBML) is in 2006 bij de Tweede Kamer en eind 2007 bij de Eerste Kamer ingediend. Besluitvorming over deze wet wordt nog aangehouden in verband met de nog te verschijnen Luchtvaartnota met daarin een integrale visie op het vliegverkeer en de positie van de verschillende luchthavens in Nederland.

In het wetsvoorstel wordt geregeld dat de burgerluchthavens Schiphol, Eelde, Lelystad, Maastricht en Rotterdam van nationale betekenis zijn. De overige burgerluchthavens zullen onder het bevoegd gezag van provincies gaan vallen. De militaire luchthavens blijven onder verantwoordelijkheid van de minister van Defensie vallen.

Er wordt aangesloten bij de voor Schiphol ontwikkelde systematiek en ook bij het externe veiligheidsbeleid dat voor het transport van gevaarlijke stoffen in ontwikkeling is. De wet wordt een kaderwet. Er worden regels gegeven waarmee bij de besluitvorming over luchthavens rekening moet worden gehouden. Deze regels worden verder uitgewerkt bij algemene maatregel van bestuur (AMvB). Voor burgerluchthavens zal dit het Besluit burgerluchthavens zijn. Voor militaire luchthavens wordt een aparte AMvB worden opgesteld (V&W, 2006).

Op grond van het Besluit burgerluchthavens zullen woningen binnen de 10^{-5} -risicocontour van het Plaatsgebonden Risico (PR) in principe aan de woonbestemming moeten worden onttrokken. Binnen de 10^{-6} -risicocontour geldt een nieuwbouwverbod voor woningen en andere kwetsbare bestemmingen en kantoren tenzij een verklaring geen bezwaar door het bevoegde gezag is gegeven. Voor kwetsbare bestemmingen zal in het Besluit burgerluchthavens worden omschreven in welke gevallen het bevoegde gezag dit kan doen. Voor kantoren kan het bevoegde gezag zelf de criteria ontwikkelen.

Provincies hebben de mogelijkheid om extra regels te stellen of het nieuwbouwverbod in een groter gebied af te kondigen dan op grond van het Besluit burgerluchthavens noodzakelijk is. In het wetsvoorstel wordt geen groepsrisiconorm voorgeschreven. Provincies hebben wel de mogelijkheid om verdergaand groepsrisicobeleid te voeren. Voor Schiphol worden de mogelijkheden voor aanvullend groepsrisicobeleid nog beschouwd. Er zal te zijner tijd nog bekeken worden of dit aanvullend beleid voor de overige luchthavens ook door het Rijk geformuleerd gaat worden of dat dit aan de provincies wordt overgelaten (V&W, 2006).

GES-score

Voor de GES-score wordt aangesloten op de beoordeling van de externe veiligheid van bedrijven en verkeer: Er wordt dus uitgegaan van een MTR van 10^{-6} .

Plaatsgebonden Risico	Overschrijding Oriëntatiewaarde Groepsrisico*	GES-score
$< 10^{-8}$	nee	0
$10^{-8} - 10^{-7}$	nee	2
$10^{-7} - 10^{-6}$	nee	4
$> 10^{-6}$	ja	6

*: Als de Oriëntatiewaarde groter is dan 1 dan wordt de normlijn voor het Groepsrisico overschreden.

Is de ligging van het Plaatsgebonden Risico van 10^{-7} onbekend, dan wordt bij een risico tussen 10^{-8} en 10^{-6} een GES-score van 3 toegekend.

Q – Bodemverontreiniging⁵

Bodemverontreiniging

De beleidsbrief Bodem uit 2003 heeft geleid tot een vernieuwing van het normenstelsel voor de beoordeling van de bodemkwaliteit. Het nieuwe normenstelsel is uitgewerkt in het project NoBo, Normstelling en bodemkwaliteitsbeoordeling (VROM/NoBo, 2008; SenterNovem, 2007). Het nieuwe normenstelsel gaat uit van de risico's van bodemverontreiniging voor mens, ecosysteem en landbouwproductie. Daarbij wordt rekening gehouden met het gebruik van de bodem (de bodemfunctie). De normen voor de bodemkwaliteit zijn opgenomen in het Besluit bodemkwaliteit (SenterNovem/Bodem+, 2007) en in de Circulaire bodemsanering (VROM, 2008).

Het Besluit bodemkwaliteit is op 1 januari 2008 in werking getreden voor het toepassen van grond en baggerspecie in oppervlaktewater. Vanaf 1 juli 2008 is het Besluit ook van kracht voor het toepassen van grond en baggerspecie op landbodems en voor het toepassen van bouwstoffen op of in de bodem en in het oppervlaktewater.

Het Besluit bodemkwaliteit omvat regels voor de toepassing van grond, baggerspecie en bouwstoffen en stelt kwaliteitseisen aan de uitvoering van bodemwerkzaamheden. In het Besluit is vastgelegd hoe de bodem nu en in de toekomst zo goed mogelijk kan worden gebruikt en beschermd. Er zijn drie beschermingsniveaus vastgelegd:

1. Beschermingsniveau voor de “altijd-grens”: de bodemkwaliteit is blijvend geschikt voor elke bodemfunctie. De bodemnormen die hierbij horen zijn de Achtergrondwaarden (AW2000). De Achtergrondwaarden zijn gebaseerd op gemeten concentraties aan verontreinigende stoffen in de Nederlandse bodem in onverdachte landbouw- en natuurgebieden (Lamé et al, 2005).
2. Beschermingsniveau voor de “nooit-grens”: de “nooit-grens” wordt bepaald met behulp van het Saneringscriterium. Boven het risiconiveau van het Saneringscriterium is de bodem ongeschikt voor de betreffende bodemfunctie en noemt men de risico's onaanvaardbaar. Er moet met spoed worden gesaneerd. De locatiespecifieke stapsgewijze beoordelingssystematiek die hierbij hoort is het Saneringscriterium. De eerste stap binnen deze systematiek is het toetsen aan de Interventiewaarden die niet gekoppeld zijn aan de bodemfunctie. De systematiek toetst uiteindelijk of het risiconiveau van het Saneringscriterium wordt overschreden.
3. Beschermingsniveau voor het toepassen van grond en bagger: tussen de “altijd-“en “nooit-grens” liggen de Maximale Waarden. Deze waarden geven de bovengrens aan van de kwaliteit die nodig is om de bodem blijvend geschikt te houden voor de functie die de bodem heeft. Voor generieke toepassing zijn landelijk Generieke Maximale Waarden (GMW) vastgesteld voor de kwaliteit die hoort bij de bodemfunctie. Daarnaast maakt het Besluit het mogelijk dat de lokale overheid zelf, afhankelijk van de lokale situatie, Lokale Maximale Waarden (LMW) vaststelt. Bij LMW wordt rekening gehouden met de specifieke verontreinigingssituatie en het daadwerkelijke gebruik van de bodem.

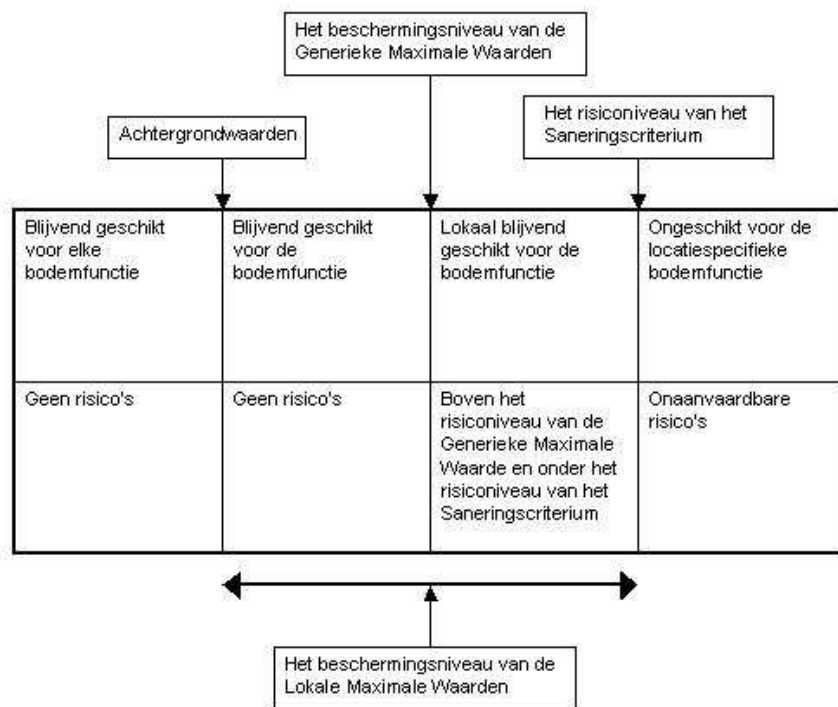
De Circulaire bodemsanering uit 2006 is per 1 juli 2008 gewijzigd en treedt in werking vanaf 1 oktober 2008. De Circulaire bodemsanering regelt de wijze waarop de ernst, de spoedeisendheid en het saneringstijdstip van een geval van bodemverontreiniging kan worden vastgesteld. De belangrijkste wijzigingen in de Circulaire zijn dat het bodemsaneringsbeleid wordt aangesloten op het Besluit bodemkwaliteit en dat de streef- en interventiewaarden voor grond en grondwater zijn herzien.

⁵ Gerelateerd aan dit onderwerp is de GGD Richtlijn Gezondheidsrisico's bij Bodemverontreiniging verschenen met aanvullende informatie.

In een geval van ernstige verontreiniging zal met behulp van het Saneringscriterium onderscheid worden gemaakt in aanvaardbare en onaanvaardbare risico's. Het Saneringscriterium geeft een locatiespecifieke stapsgewijze beoordelingssystematiek om te beoordelen of er sprake is van onaanvaardbare risico's. Bij een onaanvaardbaar risico is er sprake van een spoedeisende situatie. Dit betekent dat het deel van de verontreiniging waar sprake is van onaanvaardbare risico's met spoed dient te worden gesaneerd. Het toepassen van het Saneringscriterium vereist specifieke informatie over de verontreinigingssituatie en de locatiespecifieke bodemfunctie.

De Interventiewaarde is de eerste eenvoudige stap in de beoordeling in de vorm van het toetsen van de concentratie in de bodem aan een concentratienorm voor grond, sediment en grondwater. De Interventiewaarde heeft de functie van een signaalwaarde: 'er kan iets aan de hand zijn'. Bij overschrijding van de Interventiewaarde moet locatiespecifiek worden gekeken of er daadwerkelijk sprake is van onaanvaardbare risico's met behulp van het Saneringscriterium. De Interventiewaarden en het Saneringscriterium houden rekening met risico's voor de mens, voor het ecosysteem en voor verspreiding naar grond- en oppervlaktewater. Als er met spoed moet worden gesaneerd op landbodems, is het saneringsdoel de Generieke Maximale Waarde die geldt voor de betreffende bodemfunctie (in plaats van de voormalige BodemGebruiksWaarden). Hierbij is er sprake van blijvende geschiktheid van de bodem voor de bodemfunctie.

De relaties tussen de geschiktheid van de bodem voor de functie, de bijbehorende beschermingsniveaus en bodemnormen zijn samengevat in de figuur.



Er zijn twee beslismodellen ontwikkeld om de risico's van bodemverontreiniging te toetsen:

1. Risicotoolbox is een web-based instrument dat door het RIVM is ontwikkeld voor het berekenen van de risico's van de door het bevoegd gezag voorgenomen Lokale Maximale Waarde voor een specifieke bodemfunctie. De risicotoolbox levert berekeningsresultaten in de vorm van een Risico-index voor de mens, landbouwproducten en ecosystemen. De Risico-index is de lokale blootstelling of het lokale risico gedeeld door het beleidsmatige toetsingscriterium. Bij een Risico-index groter dan 1 is duidelijk dat het beoogde bodemgebruik tot risico's boven de toetsingswaarde ligt. Het webportaal is te vinden op www.risicotoolboxbodem.nl.
2. Sanscrit is het computerprogramma waarmee bepaald kan worden of het Saneringscriterium overschreden wordt en er dus sprake is van onaanvaardbare risico's voor de mens, het ecosysteem of verspreiding. De systematiek van het Saneringscriterium zoals omschreven in de Circulaire bodemsanering wordt via een geautomatiseerd stappenplan doorlopen. Berekening van de humane risico's verloopt volgens het CSOIL-formularium. Vaststelling van de ecologische- en verspreidingsrisico's verloopt deels via een kwalitatieve en deels kwantitatieve beoordeling. Sanscrit zal vanaf oktober 2008 onderdeel zijn van de Risicotoolbox.

Voor de afleiding van de humane risico's van bodemverontreiniging maken zowel de Risicotoolbox als Sanscrit gebruik van het CSOIL-formularium (Brand et al, 2007). Aangezien voor de GES-systematiek alleen humane risico's van belang zijn is CSOIL2000 gebruikt voor het koppelen van de bodemconcentraties aan GES-scores. In CSOIL2000 is de vervluchtigingsmodule VOLASOIL geïntegreerd. Met het CSOIL-model wordt de levenslange gemiddelde blootstelling van de mens via alle mogelijke blootstellingsroutes gekwantificeerd. CSOIL2000 is op verzoek verkrijgbaar bij het RIVM onder de voorwaarde dat CSOIL2000 alleen voor onderzoeksdoeleinden wordt gebruikt. CSOIL2000 is aan te vragen op www.rivm.nl/milieuportaal (Bodem > Modellen > CSOIL). Omdat CSOIL2000 alleen de humane risico's berekent is het model niet bedoeld als beslismodel voor bodemsanering. Hiervoor is Sanscrit ontwikkeld.

Blootstellingsscenario's

In het kader van het Besluit bodemkwaliteit zijn zeven bodemfuncties benoemd. Deze zijn voor het generieke toetsingskader in het Besluit bodemkwaliteit verder geclusterd (vereenvoudigd) tot drie bodemfunctieklassen. De bodemfuncties en afgeleide bodemfunctieklassen zijn gegeven in de onderstaande tabel.

Bodemfuncties (gebiedsspecifiek beleid)	Bodemfunctieklassen (generiek beleid)
Wonen met tuin	Wonen
Plaatsen waar kinderen spelen	
Groen met natuurwaarden (voor sport, recreatie en stadsparken)	
Ander groen, bebouwing, infrastructuur en industrie	Industrie
Moestuinen/volkstuinen (veel gewasconsumptie)	Achtergrondwaardencategorie (kwaliteit toe te passen grond/bagger moet voldoen aan de AW2000)
Natuur	
Landbouw (zonder boerderij en erf)	

In het kader van GES worden uitsluitend de risico's voor de mens beoordeeld. De hiervoor relevante bodemfuncties zijn:

Bodemfuncties	Blootstelling
1. Wonen met tuin	Bodemingestie 100 mg/dag 10% gewasconsumptie uit eigen tuin
2. Plaatsen waar kinderen spelen	Bodemingestie 100 mg/dag
3. Moestuinen/volkstuinen <ul style="list-style-type: none"> ▪ Veel gewasconsumptie ▪ Gemiddelde gewasconsumptie 	Bodemingestie 100 mg/dag 100% gewasconsumptie uit eigen tuin* 50% gewasconsumptie uit eigen tuin**
6. Groen met natuurwaarden (voor sport, recreatie en stadsparken)	Bodemingestie 20 mg/dag

* 100% groenten en 50% aardappelen

** 50% groenten en 25% aardappelen

In NoBo worden de verschillende bodemfuncties als volgt beschreven (VROM/NoBo, 2008): De bodemfunctie “wonen met tuin” hoort bij woongebieden met tuinen, waar beperkte consumptie van gewassen uit de eigen tuin geen probleem mag zijn. Hierbij moet worden gedacht aan een gewasconsumptie uit de eigen tuin van rond de 10% van de totale gewasconsumptie van de bewoners. Indien verwacht wordt dat veel grotere percentages uit de eigen tuin worden gegeten (of het bevoegd gezag vindt dat dit mogelijk moet zijn) dan moet gekozen worden voor de bodemfunctie “moestuinen en volkstuinen”.

Bij de bodemfunctie “plaatsen waar kinderen spelen” gaat het om die plaatsen waar kinderen in contact komen met de onverharde bodem. Het gaat om speelplaatsen bij scholen, bij kindercentra, in plantsoenen, maar ook om plaatsen die niet specifiek zijn bedoeld als kinderspeelplaats, maar die door kinderen wel aantrekkelijk worden gevonden om regelmatig te spelen. Kenmerkend voor deze bodemfunctie is dat er geen rekening wordt gehouden met gewasconsumptie. Ook siertuinen kunnen onder deze functie vallen, maar dan moeten de bewoners er goed van op de hoogte zijn dat het (mogelijk) niet wenselijk is om gewassen te gaan telen in de betreffende siertuinen. Het kiezen van de bodemfunctie “plaatsen waar kinderen spelen” voor woningen met tuinen is hiermee vooral een optie voor dichtbebouwd stedelijk gebied met kleine tuinen, die bijna altijd grotendeels zijn verhard. In dergelijke tuinen is de teelt van voedingsgewassen in de volle grond onwaarschijnlijk.

Onder de bodemfunctie “moestuinen en volkstuinen” vallen uiteraard individuele moestuinen en volkstuinen, maar ook stads-, dorps- en boerderijtuinen die collectief voor gewasteelt worden gebruikt. Woongebieden met tuinen, waarin de teelt van grotere hoeveelheden gewassen mogelijk moet zijn, vallen onder deze bodemfunctie. Dit is voor de mens de meest gevoelige bodemfunctie. De kwaliteit van de Maximale Waarde voor deze functie maakt het mogelijk dat een huishouden 100% bladgewassen en 50% knolgewassen van de betreffende bodem consumeert. Als richtlijn om “volledig” als moestuin te kunnen dienen, geldt een minimale oppervlakte van circa 200 m² in gebruik als moestuin. Voor kleinere moestuinen en volkstuinen (minimaal circa 100 m² in gebruik als moestuin) is er de optie om te kiezen voor een lagere gewasconsumptie uit eigen tuin (50% bladgewassen en 25% knolgewassen). Bij woongebieden waar de tuinen klein zijn en ook worden gebruikt als siertuin, voor een terras en als speelplek kan worden uitgegaan van de bodemfunctie “wonen met tuin”.

De bodemfunctie “groen met natuurwaarden” hoort bij groene gebieden met een zekere ecologische waarde. Het kan bij deze bodemfunctie gaan om terreinen voor sport- en recreatie en bepaalde stadsparken. Ook grote kantorenlocaties met veel groenvoorzieningen kunnen hieronder vallen, alsmede siertuinen bij flats en zorginstellingen, dijken en brede bermen bij grote wegen. De bestaande bodemkwaliteit kan een rol spelen bij de keuze voor deze bodemfunctie voor de inrichting van het gebied. Het moet wel gaan om gebieden waar sprake is van weinig bodemcontact door de mens.

Het Besluit bodemkwaliteit is alleen van toepassing op diffuus verontreinigde grond en niet op grond verontreinigd door puntbronnen. Bij diffuus verontreinigde grond gaat het om niet-vluchtige stoffen. Vluchtige stoffen komen alleen voor bij puntbronnen. Aangezien ook lokale verontreiniging van het grondwater door puntbronnen in GES wordt beoordeeld is ook de blootstellingsroute aan vluchtige verbindingen via uitdamping naar binnenlucht van belang. Ten behoeve van de berekeningen van blootstelling aan vluchtige stoffen in het ondiepe grondwater wordt in het kader van GES gekozen voor het standaard scenario in CSOIL (en ook het meest voorkomende scenario), de goed gemengde grondwaterverontreiniging onder een woning met kruipruimte. Deze blootstelling is onderdeel van het CSOIL scenario "wonen met tuin".

Toetsingskader

Niet-vluchtige stoffen

Het toetsingskader voor GES richt zich uitsluitend op humane risico's van bodemverontreiniging. Ecotoxicologische- en verspreidingsrisico's spelen in het kader van GES geen rol en daarom is de beschreven systematiek geen beoordeling in het kader van de Wet Bodembescherming en uitdrukkelijk niet bedoeld ter bepaling van het Saneringscriterium. Voor de *niet-vluchtige stoffen* sluit de toetsing in GES aan op de toetsing in het Besluit bodemkwaliteit met als toetsingswaarden de Achtergrondwaarden, de Maximale Waarden en het Saneringscriterium.

Als eerste toetsingscriterium in GES geldt de Achtergrondwaarde (AW2000). Onder de Achtergrondwaarde is de bodem blijvend geschikt voor elke bodemfunctie. De Achtergrondwaarden zijn gebaseerd op de 95-percentielwaarden van de gemeten concentraties aan verontreinigende stoffen in de Nederlandse bodem in onverdachte landbouw- en natuurgebieden. De Achtergrondwaarden zijn feitelijk niet gebaseerd op risico's, maar op het standstill-principe. Boven de Achtergrondwaarde is er sprake van een bodemverontreiniging.

Als tweede toetsingscriterium in GES geldt de Maximale Waarde die is afgeleid op basis van de humaan-toxicologische risico's voor een van de specifieke bodemfuncties met blootstelling van de mens: "wonen met tuin", "plaatsen waar kinderen spelen", "moestuinen/volkstuinen" en "groen met natuurwaarden".

Bij de afleiding van de humaan-toxicologische Maximale Waarden (HumToxMW) is aangesloten bij de wijze waarop door het RIVM voor de zeven bodemfuncties Landelijke Referentiewaarden zijn afgeleid (Dirven-van Breemen et al, 2007). Dit houdt in dat voor niet-carcinogenen (stoffen met drempelwaarde) de blootstelling wordt getoetst aan het maximaal toelaatbare risico (MTR) minus de werkelijke achtergrondbelasting (WAB). In het algemeen wordt de achtergrondblootstelling veroorzaakt door de consumptie van voedsel. Het MTR en de WAB van de stoffen zijn afgeleid door het RIVM (Baars et al, 2001). Voor enkele stoffen geldt dat de achtergrondblootstelling in belangrijke mate het MTR opvult. Beleidsmatig is er in die gevallen voor gekozen om de Maximale Waarde te toetsen aan 50% van het MTR. Dit geldt o.a. voor lood en zink. Dit betekent dat als de werkelijke achtergrondbelasting (via voeding) meer bedraagt dan 50%, dan toch de achtergrondbelasting op 50% wordt gesteld bij de berekening. In GES wordt hierbij aangesloten.

Voor carcinogene stoffen is gekozen voor een toetsing aan de kans op een extra geval van kanker bij levenslange blootstelling van 10^{-6} (het voormalige Verwaarloosbaar Risiconiveau). Gemakshalve wordt hiervoor het MTR/100 gebruikt.

Als derde toetsingscriterium in GES geldt het Saneringscriterium dat is afgeleid op basis van de humaan-toxicologische risico's voor een van de specifieke bodemfuncties met blootstelling van de mens: "wonen met tuin", "plaatsen waar kinderen spelen", "moestuinen/volkstuinen" en "groen met natuurwaarden" (HumToxSanscrit). De blootstelling van de mens binnen de gegeven scenario's wordt getoetst aan het MTR. Voor carcinogenen ligt het MTR bij de kans op een extra geval van kanker bij levenslange blootstelling van 10^{-4} (CR_{oral}).

Vluchtige stoffen

Het Besluit bodemkwaliteit is niet van toepassing op (puntbronnen met) vluchtige stoffen. Daarom zijn er geen Achtergrondwaarden en Maximale Waarden afgeleid voor vluchtige stoffen. Bij toetsing aan het Saneringscriterium worden vluchtige stoffen wel betrokken. In GES wordt de blootstelling aan vluchtige stoffen, die uit het ondiepe grondwater en de bodem onder de woning uitdampen, op dezelfde wijze getoetst als de toetsing van niet-vluchtige verbindingen. De toetsing van *vluchtige stoffen* is gebaseerd op de concentraties van de vluchtige verbindingen in het ondiepe grondwater die leiden tot overschrijding van de toetsingswaarde voor vluchtige verbindingen in de binnenlucht van woningen, de TCL (Toxicologisch Toelaatbare Concentratie Lucht).

De TCL is de concentratie van een vluchtige stof in de (binnen)lucht die bij levenslange inademing niet tot schadelijke gezondheidseffecten leidt. De TCL heeft dezelfde betekenis als het MTR.

Als eerste toetsingscriterium in GES geldt de Streefwaarde van de vluchtige stoffen in grondwater. Deze zijn gegeven in de Circulaire bodemsanering 2008. De streefwaarden voor grondwater zijn overigens niet veranderd ten opzichte van de Circulaire bodemsanering 2006.

Als tweede toetsingscriterium in GES geldt, in analogie met de niet-vluchtige verbindingen, de Maximale Waarde voor grondwater die is afgeleid op basis van de humaan-toxicologische risico's voor de bodemfunctie "wonen met tuin" (HumToxMW). Toetsing van de binnenluchtconcentratie vindt plaats aan de TCL minus de werkelijke achtergrondblootstelling via binnenlucht (WAB_{lucht}). Indien er geen achtergrondblootstelling bekend is wordt 50% van de TCL als toetsing gebruikt. Voor carcinogene stoffen is gekozen voor een toetsing aan de kans op een extra geval van kanker bij levenslange blootstelling van 10^{-6} (het voormalige Verwaarloosbaar Risiconiveau). Gemakshalve wordt hiervoor de $TCL/100$ gebruikt.

Als derde toetsingscriterium in GES geldt het Saneringscriterium dat is afgeleid op basis van de humaan-toxicologische risico's voor de bodemfunctie "wonen met tuin" (HumToxSanscrit). Toetsing van de binnenluchtconcentratie vindt plaats aan de TCL. Voor carcinogene stoffen is gekozen voor een toetsing aan de kans op een extra geval van kanker bij levenslange blootstelling van 10^{-4} ($CR_{inhalation}$).

Bodemverontreinigende stoffen

Bij bodemverontreiniging kan het gaan om een groot scala aan stoffen, onderverdeeld in de stofgroepen metalen, anorganische verbindingen, aromatische verbindingen, polycyclische aromatische koolwaterstoffen, gechloreerde koolwaterstoffen, bestrijdingsmiddelen en overige verbindingen, waaronder minerale olie. De stoffen die heeft meest worden aangetroffen bij bodemverontreiniging worden nader toegelicht.

De metalen die in GES zijn beoordeeld zijn gegeven in de tabel. Gegeven is het MTR en de werkelijke achtergrondblootstelling (WAB). Voor metalen waarbij de Maximale Waarde is gebaseerd op 50% van het MTR is ook deze toetsingswaarde gegeven. Dit laatste is het geval voor lood en zink. Er zijn geen carcinogenen onder de metalen waardoor er geen toetsing plaatsvindt aan het MTR/100. Alle waarden zijn gegeven in µg per kg lichaamsgewicht per dag.

Stof	MTR	WAB	MTR - WAB	50% MTR
As	1,0	0,3	0,7	-
Cd	0,50	0,22	0,28	-
Cu	140	30	110	-
Pb	3,6	(2,0)	(1,6)	1,8
Zn	500	(300)	(200)	250

Voor PAK geldt dat iedere individuele component doorgerekend moet worden waarbij naast een beoordeling van de afzonderlijke PAK ook de carcinogeniteit van de som-PAK wordt bepaald met behulp van wegingsfactoren ten opzichte van de carcinogene potentie van benzo(a)pyreen. Uit deze berekening volgt een som-PAK waarde in B(a)P equivalenten die getoetst kan worden aan de MTR-waarde van B(a)P.

Voor de risicobeoordeling in GES is B(a)P genomen als indicator voor het risico. Door het RIVM is ook een indicatieve humaan-toxicologische somwaarde voor PAK berekend op basis van het PAK-profiel uit AW2000. Hiervoor is gebruik gemaakt van de B(a)P-equivalenten benadering. Een MTR voor de som-PAK is daardoor niet te geven.

In de onderstaande tabel is voor B(a)P en som-PAK het MTR (alleen voor B(a)P), de werkelijke achtergrondblootstelling (WAB) en het MTR/100 gegeven in verband met de carcinogeniteit van B(a)P. Alle waarden zijn gegeven in µg per kg lichaamsgewicht per dag.

Stof	MTR	WAB	MTR - WAB	MTR/100
B(a)P	0,5	0,0027	(0,4973)	0,005
Som-PAK	-	0,24	-	-

Voor minerale olie heeft de fractiebenadering de voorkeur. Hierbij wordt eerst het carcinogene risico beoordeeld voor de aanwezigheid van kankerverwekkende aromaten (benzeen) en/of PAK. Daarna wordt een beoordeling gemaakt van de niet-carcinogene risico's van de verschillende alifatische en aromatische fracties. In het kader van GES zullen beide stappen doorlopen moeten worden, waarbij de beoordeling van de aromaten het meest kritisch zal zijn.

Voor de achtergronden van de beoordeling van minerale olie wordt verwezen naar de betreffende RIVM-rapportages.

Voor cyaniden is gebleken dat blootstelling via gewasconsumptie verwaarloosbaar is, omdat planten cyaniden afbreken en omzetten in andere niet-toxische stoffen. De belangrijkste blootstellingsroute is de mogelijke verdamping van vrij cyanide waarbij acute gezondheidseffecten kunnen ontstaan (Köster, 2001). Bij graven in de grond die verontreinigd is met complexgebonden cyanide kan vrij cyanide ontstaan en leiden tot een inhalatierisico. Ditzelfde geldt voor de aanwezigheid van vrij cyanide in de bodem. Het risico van uitdamping van vrij cyanide kan met behulp van bodemluchtmetingen onderzocht worden. Een cyanideverontreiniging van de bodem is daarom niet via de GES-methodiek te beoordelen.

De vluchtige verbindingen die in GES zijn beoordeeld zijn gegeven in de tabel. Gegeven is TCL en (indien bekend) de werkelijke achtergrondblootstelling via binnenlucht (WAB_{lucht}). Indien er geen achtergrondblootstelling bekend is wordt 50% van de TCL als toetsing gebruikt. Voor carcinogenen is tevens de TCL/100 gegeven. Alle waarden zijn gegeven in $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Vluchtige aroma-ten	TCL	WAB_{lucht}	TCL - WAB_{lucht}	50% TCL	TCL/100
Benzeen	20	7	(13)	(10)	0,02
Tolueen	400	-	-	200	-
Ethylbenzeen	770	-	-	385	-
Xylenen	870	-	-	435	-
Vluchtige ge-chloreerde ver-bindingen	TCL	WAB_{lucht}	TCL - WAB_{lucht}	50% TCL	TCL/100
Tetrachlooretheen	250	-	-	125	-
Trichlooretheen	200	-	-	100	-
Cis-1,2-dichlooretheen	30	-	-	15	-

Bodemtypecorrectie

Een zandgrond staat de verontreiniging veel beter aan de omgeving af (b.v. aan gewassen), waardoor een hogere blootstelling via gewasingestie kan ontstaan. Een kleigrond daarentegen houdt de verontreiniging beter vast. Het bodemtype wordt gekarakteriseerd door het gehalte organisch stof (humus) en het gehalte lutum (kleideeltjes). De standaardbodem heeft een gehalte van 10% organisch stof (OS) en 25% lutum (L). Omdat de Achtergrondwaarden, HumToxMW en HumToxSanscrit berekend zijn voor de standaardbodem, dient bij vergelijking van actuele meetwaarden met de voor de standaardbodem afgeleide normwaarden gecorrigeerd te worden voor het actuele bodemtype. Voor de metalen en organische verbindingen in grond zijn bodemcorrectieformules afgeleid om de Achtergrondwaarden, Maximale Waarden en het Saneringscriterium te corrigeren voor het actuele bodemtype. Het organisch stof gehalte en lutumgehalte van de grond zijn gegeven in de onderzoeksrapportages van het Nader Onderzoek. Hierin staat meestal ook de correctie beschreven. Ook in bijlage G uit de Regeling Bodemkwaliteit is de bodemtypecorrectie beschreven (VROM, 2007). In GES wordt dezelfde wijze van bodemtypecorrectie voor metalen en organische verbindingen gevolgd.

Invoergegevens

CSOIL2000 (Sanscrit) wordt in het kader van GES gebruikt om de humaan-toxicologische Maximale Waarden (HumToxMW) en het humaan-toxicologische Saneringscriterium (HumToxSanscrit) van de niet-vluchtige stoffen in de *grond* en de vluchtige stoffen in het *grondwater* af te leiden. Hiervoor zijn de volgende gegevens nodig:

- Concentraties van de stof in de bovengrond.
Benodigd zijn de gemeten concentraties van de bodemverontreinigende stoffen in de bovenste grondlaag (0 – 0,5 m-mv). Voorwaarde is dat de aard en de omvang van de verontreiniging duidelijk is. Dit betekent dat pas in de fase van het nader onderzoek voldoende informatie voorhanden is. Als invoer wordt gebruikt het rekenkundig gemiddelde van de grondconcentraties die voorkomen in het gebied waar ook de mogelijke blootstelling plaatsvindt en die past bij de te beoordelen bodemfunctie. Voorbeeld: voor de beoordeling van de bodemfunctie “wonen met tuin” wordt het rekenkundig gemiddelde van de in de tuinen gemeten grondconcentraties als invoer gebruikt en niet de gemeten grondconcentraties in de groenstrook voor de woning.

Er kan ook voor gekozen worden om een andere invoerwaarde te kiezen dan het rekenkundig gemiddelde, zoals percentielwaarden. Percentielwaarden worden bijvoorbeeld toegepast bij het afleiden van Lokale Maximale Waarden op basis van de bodemkwaliteitskaart. In situaties waarbij een GES wordt toegepast zal vaak nieuwbouw gaan plaatsvinden en kan gekozen worden voor een hogere percentielwaarde als invoer van de bodemconcentratie. Welke percentielwaarde dat is zal afhangen van het ambitieniveau dat de gemeente (eventueel in samenspraak met de GGD) heeft ten aanzien van de lokale bodemkwaliteit. Bijvoorbeeld: als in een plangebied met hogere achtergrondconcentraties woningen worden gebouwd kan de 95-percentielwaarde van de bodemconcentraties getoetst worden aan de humaan-toxicologische normwaarden (HumToxMW en HumToxSanscrit) voor een gekozen bodemfunctie (zoals “wonen met tuin”). Er wordt niet getoetst aan een gemiddelde (of mediane) bodemconcentratie maar aan een hogere percentielwaarde waardoor er minder kans bestaat op het “missen” van hogere bodemconcentraties in een kleiner deelgebied. Als richtlijn zou daarvoor de 95-percentielwaarde genomen worden. Ook de verdeling van de verontreiniging in de bodem (homogeen of heterogeen) kan bepalend zijn voor de keuze van de percentielwaarde. Overigens wordt als algemene voorwaarde voor het vaststellen van Lokale Maximale Waarden gesteld dat als de 95-percentielwaarde van de bodemconcentraties het Saneringscriterium niet mag overschrijden. Om dit te toetsen is de Sanscrit toets ontwikkeld (Otte & Wintersen, 2007).

In het kader van actief bodembeheer is door veel gemeenten een bodemkwaliteitskaart gemaakt. De bodemkwaliteitskaart is opgesteld op basis van bodemonderzoeken die verricht zijn in het kader van aanvragen voor bouwvergunningen, grondtransacties of onderzoek naar (mogelijke) bodemverontreiniging. Indien er sprake is van een bodemverontreiniging in het kader van de WBB dan wordt deze niet in de bodemkwaliteitskaart opgenomen maar behandeld als een apart geval. In de bodemkwaliteitskaart wordt dus de diffuse bodemverontreiniging vastgelegd en geen puntbronnen. De bodemkwaliteitskaart kan o.a. gebruikt worden voor:

- Vastleggen van de actuele bodemkwaliteit (vastleggen nulsituatie en beschermingsniveau van de bodem);
- Vastleggen van Lokale Maximale Waarden;
- Toepassen van grond en bagger op de bodem;
- Als bewijsmiddel voor de kwaliteit van vrijkomende grond en bagger;
- Vaststellen van terugsaneerwaarden;
- Vastleggen van de nulsituatie en daarmee het beschermingsniveau van de bodem;
- Het gedeeltelijk vrijstellen van bodemonderzoek in het kader van een aanvraag voor een bouwvergunning (aanvullend kan nog wel een grondwateronderzoek noodzakelijk zijn).

Bodemkwaliteitskaarten worden opgesteld voor de meest gangbare bodemverontreinigende stoffen, zoals zware metalen, PAK en minerale olie. Bij het opstellen van een bodemkwaliteitskaart worden door middel van statistische technieken verbanden gelegd tussen de chemische bodemkwaliteit en de bodemfunctie zoals beschreven in het Besluit bodemkwaliteit. De bodemkwaliteit wordt beschreven aan de hand van statistische parameters waarbij de gehele statistische verdeling van de gemeten bodemconcentraties van belang is. Op basis van de frequentieverdeling van de bodemconcentraties in een gebied worden percentielwaarden afgeleid. Meestal worden de 25-, 50-, 75-, 80-, 90- en 95-percentielwaarden gegeven. De 95-percentielwaarde is de waarde waar 95% van de gemeten gehalten in bodem beneden ligt (en 5% daarboven). De 50-percentielwaarde of de mediaan is de waarde waar 50% van de gemeten gehalten in bodem beneden ligt (en 50% daarboven). De percentielwaarden kunnen vervolgens per (deel)gebied getoetst worden aan de Generieke of Maximale Lokale Waarde. De gegevens uit een bodemkwaliteitskaart kunnen voor toepassing in een GES gebruikt worden. Daarbij moet bedacht worden dat in de huidige risicobeoordelingssystematiek bij bestaande gevallen van bodemverontreiniging in het kader van de WBB de rekenkundig gemiddelde bodemconcentratie gebruikt wordt als invoer voor het risicobeoordelingsmodel (CSOIL).

- Bodemeigenschappen

Voor de bodemeigenschappen organisch stof (OS) en lutum (L) wordt het rekenkundig gemiddelde van deze parameters gekozen die representatief zijn voor het gebied i.c. de blootstelling. CSOIL is niet in staat om voor metalen te rekenen met verschillende gehalten organisch stof en lutum. Voor (zware) metalen dient dus een bodemtypecorrectie te worden toegepast.

CSOIL is wel in staat om voor organische stoffen een verandering in het organisch stofgehalte door te rekenen. Indien in GES voor organische verbindingen de humaan-toxicologische Maximale Waarde en het Saneringscriterium via het CSOIL model worden berekend is bodemtypecorrectie niet nodig omdat het actuele organisch stofgehalte in het model ingevoerd kan worden. Indien gebruik gemaakt wordt van de voor de standaardbodem berekende normwaarden dient wel een bodemtypecorrectie toegepast te worden.

Om de bodemtypecorrectie voor gebruikers van GES te vergemakkelijken is een eenvoudig Excel rekenblad gemaakt dat tezamen met het Handboek GES Stad en Milieu via de website van VROM (www.vrom.nl/stadenmilieu) en GGD Nederland (www.ggd Kennisnet.nl) te verkrijgen is. Het rekenblad is ook op de bijgeleverde CD-Rom te vinden.

- Blootstellingsscenario.

Afhankelijk van de situatie ter plaatse wordt in GES gekozen voor een van de relevante bodemfuncties: “wonen met tuin”, “plaatsen waar kinderen spelen”, “moestuin/volkstuin” (met keuze uit veel of gemiddelde gewasconsumptie) en “groen met natuurwaarden (voor sport, recreatie en stadsparken)”. Eventueel kan een ander scenario afhankelijk van de situatie gekozen worden.

- Blootstellingroutes.

CSOIL2000 biedt de mogelijkheid om, afhankelijk van de gekozen bodemfunctie, blootstellingroutes aan of uit te schakelen. Voor GES wordt gekozen voor de default blootstellingroutes die passen bij de gekozen bodemfunctie. In principe betekent dit dat alle relevante blootstellingroutes operationeel zijn voor de bodemfuncties “wonen met tuin”, “plaatsen waar kinderen spelen”, “moestuin/volkstuin” (met keuze uit veel of gemiddelde gewasconsumptie) en “groen met natuurwaarden (voor sport, recreatie en stadsparken)”.

- Parameterset

In CSOIL2000 zijn afhankelijk van het gekozen scenario vele parameters te wijzigen, zoals de bodemingestie, ingestiefrequentie van volwassene en kind e.d. In GES worden de default parameters gebruikt die passen bij de gekozen bodemfunctie.

In het geval van *vluchtige verbindingen in grondwater* wordt CSOIL2000 gebruikt om de Hum-ToxMW en HumToxSanscrit van vluchtige stoffen af te leiden. Hiervoor zijn de volgende gegevens nodig:

- Concentraties van de vluchtige verbindingen in het ondiepe grondwater.

Benodigd zijn de gemeten concentraties van de verontreinigende stoffen in het ondiepe grondwater (ca. 0,5 – 2 m-mv). Ook hier geldt de voorwaarde dat de aard en de omvang van de verontreiniging duidelijk is.

- Blootstellingsscenario.

Gekozen wordt voor de bodemfunctie “wonen met tuin”. Hierbij is sprake van een woning met een kruipruimte en een goed gemengde grondwaterverontreiniging.

- Parameters voor bodem en grondwater.

In CSOIL2000 is de defaultwaarde voor de hoogte van de grondwaterspiegel 1,25 m-mv. Deze kan veranderd worden afhankelijk van de meetgegevens afkomstig uit het nader onderzoek. Overige bodemparameters kunnen op maat worden bijgesteld afhankelijk van de meetgegevens. Dit geldt met name voor het organisch stof gehalte omdat de verdeling van organische verbindingen over de verschillende bodemfasen afhankelijk is van het organisch stof gehalte.

- Parameters voor kruipruimte en woning.

Er zijn vele keuzes mogelijk om de parameters van de kruipruimte en woning op maat in te stellen, zoals volume van de kruipruimte en ventilatievoud. Ook dit is weer afhankelijk van de voorwaarden zijnde gegevens. Voor de standaard berekening in GES is uitgegaan van de defaultwaarden: kruipruimtehoogte 0,5 m, vloeroppervlak 50 m², ventilatievoud 1,1/uur, fractie binnenlucht/kruipruimtelucht 0,1.

Gezondheidskundige beoordeling

In het kader van GES zijn voor de meest voorkomende stoffen bij bodemverontreiniging de verschillende bodemfuncties doorgerekend. Deze stoffen zijn: de zware metalen arseen, cadmium, koper, lood en zink, de vluchtige aromatische verbindingen benzeen, toluen, ethylbenzeen, xyleen en de vluchtige gechloreerde verbindingen tetrachlooretheen, trichlooretheen en cis-1,2-dichlooretheen.

Tevens zijn de stofgroepen minerale olie en PAK van belang. Voor minerale olie zal het humane risico vooral bepaald worden door het risico van benzeen. Voor de beoordeling van PAK dienen toxiciteitsequivalenten ten opzichte van benzo(a)pyreen berekend te worden. De methode hiervoor is eerder aangegeven. Voor de standaard GES beoordeling is B(a)P gekozen als indicator voor het risico van PAK. Door het RIVM is een indicatieve som-PAK waarde afgeleid voor de HumToxMW (risiconiveau 10⁻⁶ levenslang) voor de bodemfuncties “wonen met tuin” en “moestuinen/volkstuinen”.

De toetsingscriteria voor GES zijn kort samengevat in de tabel.

Niet-vluchtige stoffen	Achtergrondwaarde (P-95 AW2000)	HumToxMW grond (4 bodemfuncties)	HumToxSanscrit grond (4 bodemfuncties)
Vluchtige stoffen	Streefwaarde grondwater	HumToxMW grondwater (1 bodemfunctie)	HumToxSanscrit grondwater (1 bodemfunctie)

In de volgende tabellen zijn de GES-toetsingswaarden per stof gekwantificeerd. De waarden zijn gegeven voor de standaard bodem. Voor vergelijking met de actuele bodemconcentratie dient bodemtypecorrectie te worden toegepast (actuele bodemconcentratie omrekenen naar standaardbodem of normwaarden voor standaardbodem omrekenen voor actuele bodemtype). De berekeningen zijn uitgevoerd met behulp van CSOIL2000 met de default parameters die passen bij de bodemfunctie. De indicatieve som-PAK HumToxMW is overgenomen uit de RIVM rapportage (Dirven-van Breemen et al., 2007).

Tabel metalen. Achtergrondwaarden, HumToxMW en HumToxSanscrit voor de standaardbodem in mg/kg d.s.

Stof	AW2000	HumTox Maximale Waarde grond					HumTox Saneringscriterium grond				
		Wonen met tuin	Plaatsen waar kinderen spelen	Moes/volkstuin veel gewasconsumptie	Moes/volkstuin gemiddelde gewasconsumptie	Groen met natuurwaarden	Wonen met tuin	Plaatsen waar kinderen spelen	Moes/volkstuin veel gewasconsumptie	Moes/volkstuin gemiddelde gewasconsumptie	Groen met natuurwaarden
As	20	405	562	115	191	2620	576	796	164	273	3620
Cd	0,6	15,8	227	1,7	3,3	1100	28,1	405	3,0	5,9	1970
Cu	40	7180	2360	983	1890	29900	8610	25000	1240	2360	30300
Pb	50	268	364	95,4	151	1800	536	727	191	302	3590
Zn	140	23100	203000	2560	5050	983000	46100	405000	5110	10100	1970000

Tabel PAK. Achtergrondwaarden, HumToxMW en HumToxSanscrit voor de standaardbodem in mg/kg d.s.

Stof	AW2000	HumTox Maximale Waarde grond					HumTox Saneringscriterium grond				
		Wonen met tuin	Plaatsen waar kinderen spelen	Moes/volkstuin veel gewasconsumptie	Moes/volkstuin gemiddelde gewasconsumptie	Groen met natuurwaarden	Wonen met tuin	Plaatsen waar kinderen spelen	Moes/volkstuin veel gewasconsumptie	Moes/volkstuin gemiddelde gewasconsumptie	Groen met natuurwaarden
Som-PAK	1,5	6,8*	-	1,8*	-	-	-	-	-	-	-
B(a)P	0,12	1,4	3,7	0,3	0,6	15	279	371	31	102	1520

* Indicatieve waarde

Tabel vluchtige stoffen. Streefwaarden, HumToxMW en HumToxSanscrit voor grondwater in µg/l

Stof	Streefwaarde grondwater	HumTox Maximale Waarde grondwater	HumTox Saneringscriterium grondwater
Benzeen	0,2	2,6	251
Tolueen	7	2190	4360
Ethylbenzeen	4	2890	5570
Xylenen**	0,2	6280	12000
Tetrachlooretheen	0,01	285	560
Trichlooretheen	24	760	1500
Cis-1,2-dichlooretheen	0,01	38	77

** Op basis van o-xyleen als meest kritische isomeer

GES-score

Het is door de veelheid aan stoffen niet mogelijk om op grond van de expositie-respons relaties van de individuele stoffen een score te ontwikkelen. Daarom is de score opgesteld op basis van overschrijding van de Achtergrondwaarden/Streefwaarde, de HumTox Maximale Waarde en het HumTox Saneringscriterium. De scores worden vastgesteld op basis van de meest kritische stoffen in grond en/of grondwater en de bodemfunctie. Correctie voor de standaardbodem is nodig bij toetsing aan de Achtergrondwaarden (AW2000) en de standaard berekeningen in GES van de HumToxMW en HumToxSanscrit.

Bij overschrijding van het MTR door de blootstelling vanuit de bodem alleen (dus zonder de achtergrondblootstelling) wordt een GES-score van 6 toegekend. Dit is het niveau van het HumToxSanscrit. Wordt het MTR (door blootstelling vanuit de bodem alleen) niet overschreden, maar is er wel sprake van een overschrijding van de HumToxMW dan wordt gekozen voor een GES-score van 4. De bodem is verontreinigd, maar levert voor de gekozen bodemfunctie geen humane risico's op. Voor meer gevoelige bodemfuncties kunnen er wel humane risico's optreden. Bijvoorbeeld: geen humane risico's voor de (beoogde) bodemfunctie "wonen met tuin" maar wel voor de (niet-beoogde) bodemfunctie "moestuinen/volkstuinen". Bij een verontreinigingsniveau boven de Achtergrondwaarde c.q. Streefwaarde maar onder de HumToxMW wordt gekozen voor een GES-score 2. De bodem is nog verontreinigd maar er treden bij geen enkele bodemfunctie humane risico's op. Hoewel het gehanteerde model eerder een overschatting zal geven van de risico's is een onderschatting van de risico's niet uitgesloten. De gehanteerde GES-score van 2 voorziet hierin.

Concentratie (*)	GES-score	Opmerkingen
Cg < AW2000	0	geen overschrijding Achtergrond/Streefwaarde geen gezondheidsrisico
Cgw < SW	0	
AW < Cg < HumToxMW	2	wel bodemverontreiniging gezondheidsrisico onwaarschijnlijk
SW < Cgw < HumToxMW	2	
HumTox-MW < Cg < HumToxSanscrit	4	wel bodemverontreiniging gezondheidsrisico mogelijk
HumTox-MW < Cgw < HumToxSanscrit	4	
Cg > HumToxSanscrit	6	overschrijding maximaal toelaatbaar risico gezondheidsrisico waarschijnlijk
Cgw > HumToxSanscrit	6	

(*): Cg = concentratie in grond
Cgw = concentratie in grondwater

R – Bovengrondse hoogspanningslijnen en elektromagnetische velden⁶

Emissie en verspreiding

De mens staat continu bloot aan elektromagnetische velden (EM-velden), zowel natuurlijke velden (bijvoorbeeld het statische aardmagnetische veld), als kunstmatige velden, zoals wisselvelden met een frequentie van 50 Hz, die ontstaan bij de opwekking, het transport en het gebruik van elektriciteit. Daarnaast worden EM-velden gegenereerd in het radiofrequente gebied van 300 Hz tot 300 GHz. Deze velden (RF velden) worden gebruikt voor radio- en televisiezenders en mobiele communicatie, zoals GSM (900 MHz en 1800 MHz) en UMTS (2100 MHz). Kwantificering van blootstelling aan radiofrequente velden in het kader van GES is niet mogelijk omdat onvoldoende bekend is of van de huidige blootstelling gezondheidsrisico's kunnen worden verwacht.

Elektromagnetische velden met een frequentie van 50 Hertz (Hz), die door de lage frequentie worden gekarakteriseerd als extreem laagfrequent (ELF-EM velden), kunnen mogelijk een gezondheidskundig relevante blootstelling in de woonomgeving opleveren. Bronnen van (blootstelling aan) ELF-EM velden in de woonomgeving zijn ondergrondse en bovengrondse hoogspanningslijnen voor transport en distributie van elektriciteit, transformatorhuisjes en elektrische apparatuur die in en om de woning wordt gebruikt. Voorbeelden van deze apparatuur zijn de stofzuiger, het scheerapparaat, de elektrische deken, de televisie, de boormachine en de elektrische grasmaaier.

Elektromagnetische velden bestaan uit een elektrische en een magnetische component. Het magnetische veld wordt in tegenstelling tot het elektrische veld niet tot nauwelijks afgeschermd door bouwmaterialen, bomen of struiken. Voor de blootstelling van mensen in woningen aan een externe ELF-EM bron, zoals een bovengrondse hoogspanningslijn, een ondergrondse hoogspanningskabel of een transformatorhuisje, is dus alleen de magnetische component van belang.

Voor de karakterisering van de blootstelling aan het magnetische veld wordt de magnetische fluxdichtheid gebruikt, uitgedrukt in micro Tesla (μT). Voor de leesbaarheid wordt de term magnetische veldsterkte gebruikt om de blootstelling (in μT) aan te duiden.

Naast blootstelling aan ELF-EM velden buiten de woning zal de mens blootgesteld worden aan magnetische velden afkomstig van de elektrische apparatuur in de woning. Uit onderzoek in Groot-Brittannië en Duitsland blijkt dat de sterkte van het magnetische veld in woningen ver van hoogspanningslijnen tussen 0,01 en 0,2 μT ligt. Het is niet bekend hoe groot de blootstelling in woningen in Nederland is ten gevolge van de elektrische apparatuur. Voor GES zijn echter alleen bronnen buiten de woning van belang.

Bovengrondse hoogspanningslijnen

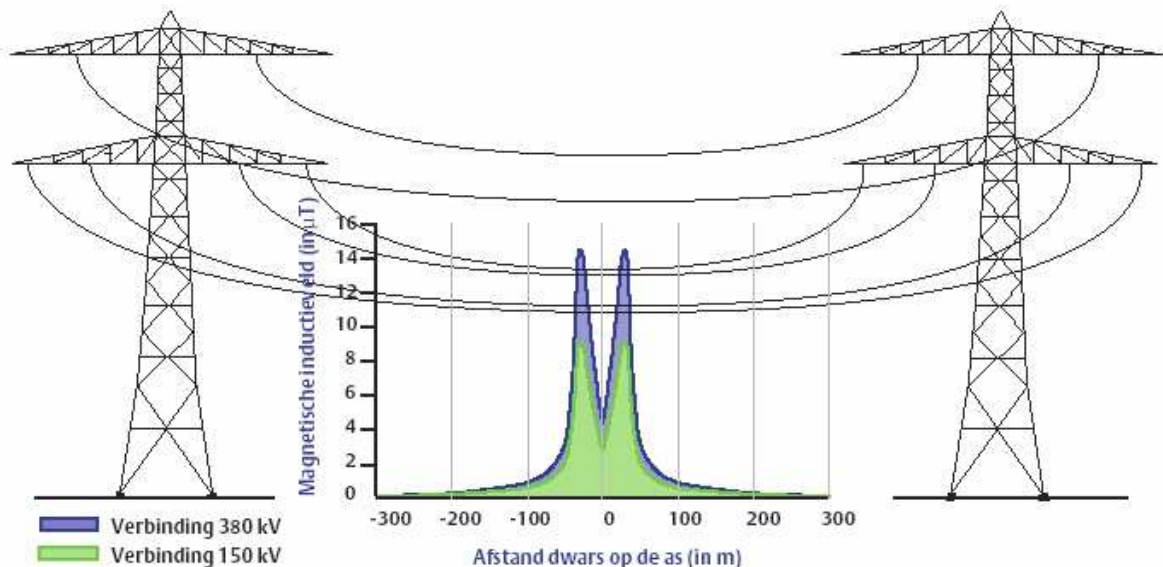
De sterkte van het magnetische veld rond een hoogspanningslijn is afhankelijk van vele factoren. Enkele belangrijke factoren zijn:

- De transportcapaciteit door de lijnen en het elektriciteitsverbruik. Naast de maximale transportcapaciteit bepaalt vooral het elektriciteitsverbruik de sterkte van het magnetische veld. Bijvoorbeeld: de magnetische veldsterkte zal rond een hoogspanningslijn naar een industriegebied met continue bedrijvigheid gemiddeld hoger zijn dan rond een zelfde type hoogspanningslijn die alleen een woonwijk van stroom voorziet.

⁶ Gerelateerd aan dit onderwerp is de GGD Richtlijn Gezondheidsaspecten van Bovengrondse Hoogspanningslijnen verschenen met aanvullende informatie.

- Het masttype, de hoogte van de mast en de hoogte van de draden. Er zijn circa 18 masttypen, die verschillen in hoogte. Het magnetische veld recht onder de hoogspanningslijnen is het hoogst midden tussen de masten waar de draden het laagst hangen. Bij toenemende afstand tot de hoogspanningslijn speelt de plaats ten opzichte van de masten een kleinere rol.
- De fasevolgorde. Aan een hoogspanningsmast zijn meestal twee stroomcircuits aangebracht, elk aan weerszijden van de mast, die in normale gevallen elk de helft van het vermogen transporteren. Elk circuit bestaat uit drie fase draden of fasebundels, die elkaars magnetische veld afhankelijk van de fasevolgorde kunnen versterken of verzwakken.

De grootte van het magnetisch veld neemt exponentieel af met de afstand. Op een 10x zo grote afstand is het magnetisch veld circa 100x zo laag. In de figuur is een illustratie gegeven van het verloop van het magnetische veld.



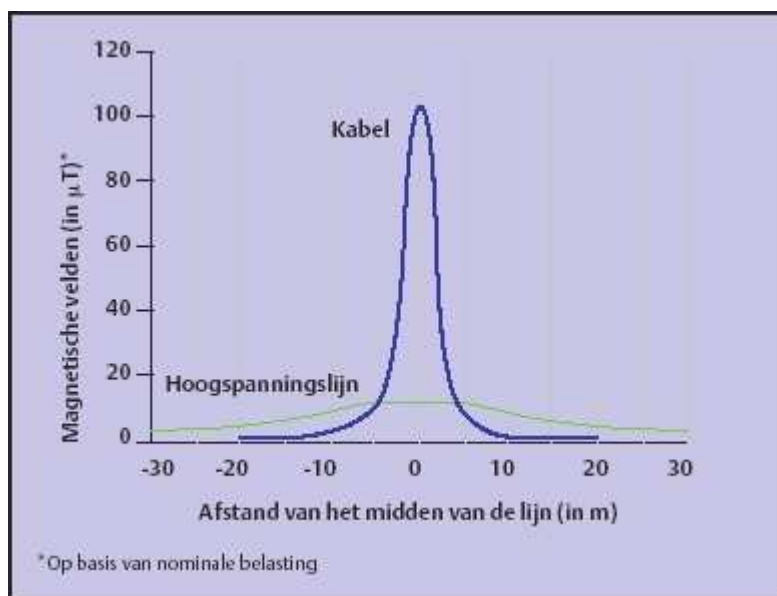
Bron: Brochure elektrische en magnetische velden, TenneT, 2004.

Per 1 januari 2002 is er door KEMA/RIVM een digitaal bestand samengesteld met de locaties van de hoogspanningslijnen. KEMA heeft per lijn een berekening gemaakt van de afstanden tussen de hartlijn en de plaats waar het magnetische veld de waarden 0,2 , 0,3 , 0,4 en 0,5 μT bereikt. In de tabel zijn de 10-, 50- en 90-percentielwaarden van de zonebreedtes weergegeven (Stuurman & Van Wolven, 2002). Hiermee wordt de spreiding van de magnetische veldsterkte rond de mediane waarde (P50) inzichtelijk gemaakt.

Type hoogspanningslijn	Percentielwaarden 0,2 μT			Percentielwaarden 0,3 μT			Percentielwaarden 0,4 μT			Percentielwaarden 0,5 μT		
	P10	P50	P90	P10	P50	P90	P10	P50	P90	P10	P50	P90
380 kV	293	342	362	237	276	295	203	237	254	181	210	227
220 kV	216	285	426	174	231	349	150	198	302	132	177	270
150 kV	105	162	232	84	130	188	69	111	161	60	99	144
110 kV	75	96	147	60	78	120	51	67	104	45	59	93
50 kV	70	80	115	56	64	93	47	54	80	41	46	71

Ondergrondse hoogspanningslijnen

Circa 10 % van het elektriciteitstransportnet met spanningen van 110 kV en hoger bestaat uit ondergrondse kabels. De magnetische veldsterkte boven de kabels hangt af van de stroomsterkte, het type kabel, de diepte van de kabels, de ligging van de kabels ten opzichte van elkaar en de afstand tot de kabel. Het magnetische veld kan vlak boven de ondergrondse kabels hoger zijn dan direct onder een bovengrondse hoogspanningslijn, maar het veld neemt veel sterker af bij toenemende afstand tot de kabel. Het meest gangbaar is dat de kabels op één meter diepte liggen waarbij de fasen 0,5-1 meter uit elkaar liggen. Afhankelijk van de stroomsterkte kan de magnetische veldsterkte plaatselijk zeer veel hoger zijn dan 0,4 μT maar binnen enkele meters daar al weer onder liggen. Een illustratie is gegeven in de figuur.



Bron: Brochure elektrische en magnetische velden, TenneT, 2004.

Transformatorhuisjes

Er zijn in Nederland meetgegevens voorhanden van de magnetische veldsterkte rondom transformatorhuisjes (Van den Berg, 2002). Hieruit blijkt dat de veldsterkte op de buitenwand van transformatorhuisjes kan variëren van 0,2 – 1,2 μT . Uit de metingen blijkt dat op een afstand van 3 meter van de wand van transformatorhuisjes de magnetische veldsterkte (bij een gemiddeld elektriciteitsverbruik) al gedaald is tot een niveau van 0,4 μT of lager.

Gezondheidskundige beoordeling

ELF-EM velden kunnen invloed hebben op het menselijk lichaam. Het kan gaan om kortetermijneffecten en langetermijneffecten.

Kortetermijneffecten

Ter bescherming van de bevolking tegen kortetermijneffecten zijn door de Gezondheidsraad normen (referentieniveaus) gesteld voor de maximale sterkte van het elektrische en magnetische veld. De blootstelling in de woonomgeving is vele ordegrotten lager dan de gestelde normen voor kortetermijn blootstelling. Effecten op de gezondheid worden niet verwacht.

Langetermijneffecten

De zorg om langetermijneffecten van ELF-EM velden is ingegeven door de resultaten van buitenlands epidemiologisch onderzoek naar het wonen in de buurt van bovengrondse hoogspanningslijnen en het voorkomen van leukemie bij kinderen.

Op basis van verscheidene meta-analyses van epidemiologisch onderzoek in de VS en Scandinavië concludeert de Gezondheidsraad dat er sprake is van een redelijk consistente associatie tussen het voorkomen van leukemie bij kinderen en het wonen in de nabijheid van bovengrondse elektriciteitslijnen, zowel bovengrondse hoogspanningslijnen als distributielijnen (GR, 2000).

De International Agency for Research on Cancer (IARC) geeft aan dat magnetische velden van bovengrondse hoogspanningslijnen mogelijk carcinogeen zijn voor kinderen (classificatie 2B).

Het RIVM concludeert op basis van de meta-analyses van Ahlbom (Ahlbom et al., 2000) en Greenland (Greenland et al., 2000) dat het magnetische veld van bovengrondse hoogspanningslijnen mogelijk verantwoordelijk is voor het verhoogde risico op leukemie bij kinderen. Een causale oorzaak-gevolg relatie is echter niet vastgesteld. Het relatieve risico van leukemie bij kinderen is mogelijk verhoogd bij veldsterkten hoger dan ergens tussen 0,2 en 0,5 μT (Van der Plas et al., 2001). Op basis van de epidemiologische onderzoeken blijkt voor Nederland het toegevoegd individueel risico op het krijgen van leukemie door kinderen in gebieden met een magnetische veldsterkte van meer dan 0,3 à 0,4 μT maximaal ongeveer $3 \cdot 10^{-5}$ per jaar te bedragen. In principe is er sprake van een *mogelijk* risico dat een factor 30 hoger is dan het MTR. Strikt genomen geldt dit risico alleen voor kinderen tot 15 jaar en kan dit risico niet worden vergeleken met het MTR omdat het MTR uitgaat van levenslange blootstelling.

Op basis van de veldsterkteberekeningen en schattingen van het aantal blootgestelde kinderen schat het RIVM dat er jaarlijks 0,4 tot 0,5 extra gevallen van leukemie toegeschreven kunnen worden aan de magnetische velden afkomstig van hoogspanningslijnen (Pruppers, 2003).

Aansluitend op de doelstellingen in het NMP4, waarin ten aanzien van hoogspanningslijnen een beperkt voorzorgprincipe wordt voorgestaan, heeft de Staatssecretaris van VROM in de nota "Nuchter omgaan met risico's" als beleidsdoel gesteld dat er zo weinig mogelijk nieuwe situaties ontstaan waarbij kinderen langdurig worden blootgesteld aan magneetvelden van bovengrondse hoogspanningslijnen (VROM, 2004). Op basis van overleg met IPO, VNG en EnergieNed adviseert de Staatssecretaris van VROM om: "... bij de vaststelling van streek- en bestemmingsplannen en van de tracés van bovengrondse hoogspanningslijnen, dan wel bij wijzigingen in bestaande plannen of van bestaande hoogspanningslijnen, zo veel als redelijkerwijs mogelijk is te vermijden dat er *nieuwe situaties* ontstaan waarbij kinderen *langdurig verblijven* in het gebied rond bovengrondse hoogspanningslijnen waarbinnen het jaargemiddelde magneetveld hoger is dan 0,4 microtesla (de magneetveldzone)." (VROM, 2005). Met behulp van de internetsite www.rivm.nl/milieuportaal/dossier/hoogspanningslijnen kan via de *Netkaart* opgezocht worden hoe breed de *indicatieve magneetveldzone* (van 0,4 μT) is. De gegevens op deze *Netkaart* zijn ontleend aan de (indicatieve) berekeningen van de jaargemiddelde magnetische veldsterkte door de KEMA over het betreffende hoogspanningstracé. Indien er sprake is van nieuwe streek- of bestemmingsplannen die met deze indicatieve zone overlappen dan wordt geadviseerd om in overleg met de netbeheerder de *specifieke magneetveldzone* (van 0,4 μT) te berekenen conform de handreiking die door het RIVM is opgesteld (Kelfkens & Pruppers, 2005). Indien het nieuwe bestemmingsplan (of een bestaand plan dat wordt gewijzigd) met de specifieke zone overlapt wordt geadviseerd om daarin geen of zo weinig mogelijk gevoelige bestemmingen te situeren. Dezelfde voorzorg geldt voor nieuwe hoogspanningslijnen. Onder gevoelige bestemmingen wordt verstaan: woningen, scholen, crèches en kinderopvangplaatsen. Op deze wijze wordt voorkomen dat er nieuwe situaties ontstaan waarbij langdurige blootstelling optreedt van kinderen aan de magneetveldzone (van 0,4 μT) van hoogspanningslijnen. Voor bestaande situaties geldt dat gezien de huidige onzekerheden over het mogelijke gezondheidsrisico en de doorgaans zeer hoge kosten van maatregelen het niet in de rede ligt om, op basis van een afweging van maatschappelijke kosten en baten, maatregelen te adviseren.

GES-score

De GES-systematiek wordt alleen toegepast op bovengrondse hoogspanningslijnen. Voor ondergrondse hoogspanningslijnen is onvoldoende informatie voorhanden en kan geen beoordeling in het kader van GES plaatsvinden. Voor transformatorhuisjes geldt dat de magnetische veldsterkte op korte afstand (3 meter van het huisje) al zo laag is dat geen gezondheidsrisico's worden verwacht.

De GES-score is gebaseerd op de aanname dat het relatieve risico voor leukemie bij kinderen mogelijk is verhoogd bij veldsterkten hoger dan ergens tussen 0,2 en 0,5 μT . Een GES-score van 6 wordt toegekend aan situaties met een langdurige blootstelling aan magnetische veldsterkten van 0,4 μT en hoger. Aan situaties met een blootstelling van 0,2 en 0,3 μT wordt een GES-score toegekend van 2 respectievelijk 4.

Dit leidt tot de volgende indeling:

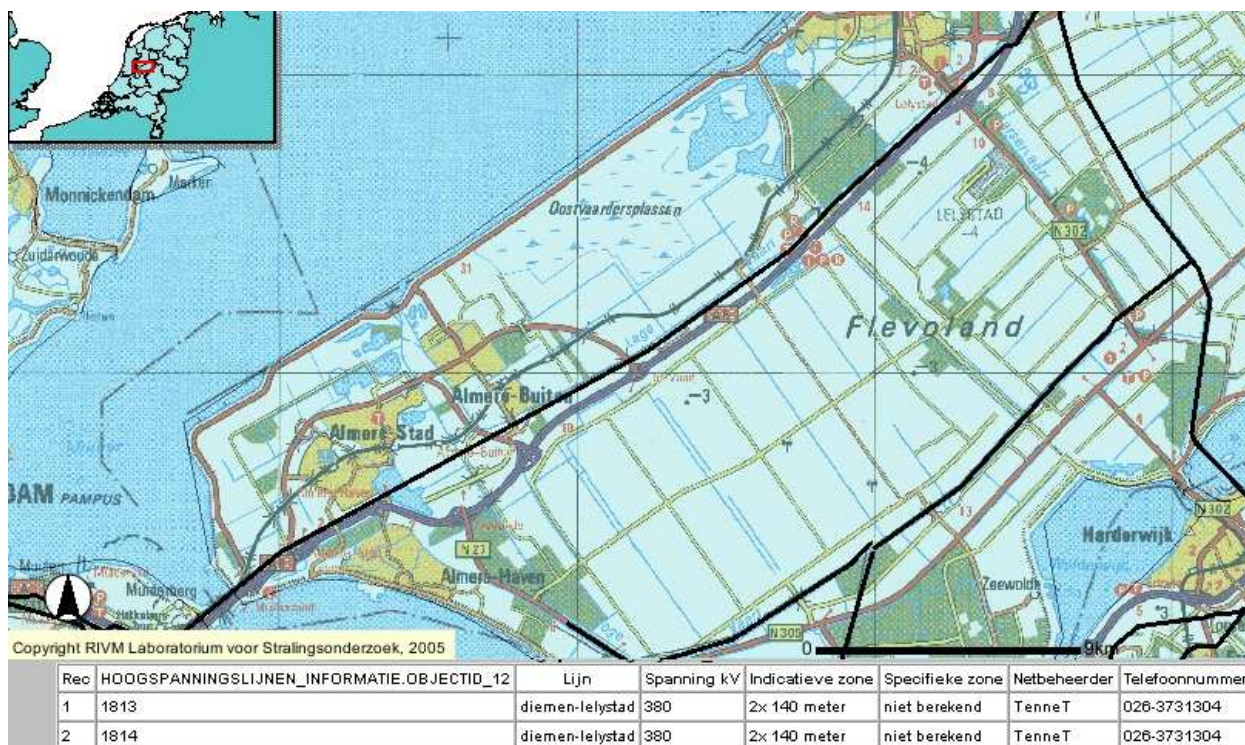
Magnetische veldsterkte (μT)	GES-score
<0,2	0
0,2 - 0,3	2
0,3 - 0,4	4
>0,4	6

De breedte van de indicatieve zone van 0,4 μT kan worden afgelezen van de Netkaart (te vinden op www.rivm.nl/milieuportaal/dossier/hoogspanningslijnen). Om de breedte van de indicatieve 0,2 μT en 0,3 μT zone te bepalen is gebruik gemaakt van de berekeningen van de zonebreedtes van de KEMA die zijn gegeven in de eerder in dit hoofdstuk gepresenteerde tabel. Hierbij is vanuit de 50-percentielwaarde van de zonebreedte van 0,4 μT geëxtrapoleerd naar de zonebreedte van 0,2 μT en 0,3 μT . Dit leidt tot de volgende indicatieve afstanden van de hartlijn van de hoogspanningslijn tot de rand van de 0,2 μT en 0,3 μT zone.

Type hoogspanningslijn	Afstand in meters van hartlijn tot grens 0,4 μT	Afstand in meters van hartlijn tot grens 0,3 μT	Afstand in meters van hartlijn tot grens 0,2 μT
380 kV	A	A + 20	A + 53
220 kV	B	B + 17	B + 44
150 kV	C	C + 10	C + 26
110 kV	D	D + 6	D + 15
50 kV	E	E + 5	E + 13

Voorbeeld:

Volgens de onderstaande *Netkaart* is de indicatieve zone (0,4 μ T) van de 380 kV hoogspanningslijn Diemen – Lelystad 2x140 meter.



De afstand van de hartlijn tot de grens van de 0,4 μ T zone is dus 140 m (A). Uitgaande van de tabel ligt de 0,3 μ T zone op 160 m (A + 20) van de hartlijn en de 0,2 μ T zone op 193 m (A + 53) van de hartlijn van de 380 kV hoogspanningslijn. De bijbehorende contouren van de GES-scores zijn dan:

Hoogspanningslijn	Afstand in meters van hartlijn	GES-score
Diemen – Lelystad 380 kV	> 193	0
	193 -160	2
	160 - 140	4
	< 140	6

In GES wordt gebruik gemaakt van de 50-percentiel waarde van de zonebreedtes waarop een magnetische veldsterkte van 0,2, 0,3 en 0,4 μ T volgens de berekeningen wordt bereikt. De afstanden zijn steeds gerekend vanuit het hart van de hoogspanningslijnen. Bedacht moet worden dat het om schattingen gaat.

Indien wenselijk kan voor de beoogde hoogspanningslijn een veldsterkteberekening van de specifieke jaargemiddelde magnetische veldsterkte van 0,2 μ T, 0,3 μ T en 0,4 μ T uitgevoerd worden. Dit kan overwogen worden in de gevallen dat de dichtstbijzijnde bebouwing binnen de indicatieve zone van 0,4 μ T ligt of indien er sprake is van een complexe situatie, zoals kruisende hoogspanningslijnen, twee parallelle lijnen of bij een vertakking van de hoogspanningslijn. De berekening kan uitgevoerd worden door de KEMA, TNO of adviesbureaus. De berekening dient uitgevoerd te worden conform de meest recente Handreiking van het RIVM.

Extreem-laagfrequente elektromagnetische velden (ELF-EM)

4. Literatuur en bronverwijzing

Algemeen (alle aspecten)

- Alphen, T. van, L. den broeder & I. Storm (2008) – Meer aandacht voor gezondheid in milieueffectrapportage (eindrapportage). Briefrapportnr. 270001002. RIVM, Bilthoven.
- Bruggen, M. & B. van der Loo (1998) – Gezondheidseffectscreening Milieu en Gezondheid. Fase 1: Ontwikkeling GES Stad & Milieu. Landelijke Vereniging voor GGD'en.
- Bruggen, M. & B. van der Loo (2000) – Gezondheidseffectscreening Milieu en Gezondheid. Fase 2: Test GES Stad & Milieu. GGD Nederland.
- Bruggen, M. van & T. Coenen (red.) (1996) – Handboek Buitenmilieu. LVGGD.
- Projectgroep MILO (2004) – Handreiking Milieukwaliteit in de leefomgeving. VNG, VROM, IPO en UvW.
- TNO (1999) – URBIS: instrument voor milieuverkenningen.
Deelrapport 1: Overzicht van de Urbis methode.
Deelrapport 4a: Rekenmethoden voor luchtverontreiniging.
Deelrapport 4b: Rekenmethoden voor geluid.
Deelrapport 5: Bepaling van exposities en gezondheidseffecten.
- Zinger, H.A.P. et al. (red.) (1998) – Handboek Ruimtelijke Ordening en Milieu. Samson.

Luchtverontreiniging

- Baars, A.J. et al. (2001) – Re-evaluation of human-toxicological maximum permissible risk levels. Rapportnr. 711701025. RIVM, Bilthoven.
- Bloemen, H.J.Th. et al. (2006). Locale invloed scheepvaart emissies – LISE; een verkenning. Rapportnr. 680280001. RIVM, Bilthoven.
- Bloemen, H.J.Th., W. Uiterwijk, E. van Putten, J. Wesseling (2007) – De invloed van bebouwing en vegetatie op luchtkwaliteit. Scanning en scouting lucht. Rapportnr. 729999003. RIVM, Bilthoven.
- Brunekreef, B., G.B. Miller, J.F. Hurley, et al. (2007) – The brave new world of lives sacrificed and saved, deaths attributed and avoided. *Epidemiology*. 18(6): p. 785-788.
- Buringh, E. & A. Opperhuizen (red.) (2002) – On health risks of ambient PM in the Netherlands. Rapportnr. 650010033. RIVM, Bilthoven.
- Dijkstra, W.J. (2001) – Emissiefactoren fijn stof van de scheepvaart. CE-publicatienummer 01.4890.04. CE, Delft.
- Dusseldorp, A. et al. (2004) – Gezondheidskundige advieswaarden binnenmilieu. Rapportnr. 609021029. RIVM, Bilthoven.
- Dusseldorp, A. et al. (2007) – Gezondheidskundige advieswaarden binnenmilieu, een update. Rapportnr. 609021043. RIVM, Bilthoven.
- EU (1999) – Benzene: Risk Assessment – Chapter 2. Commission of European Communities. Council Directive on ambient air quality assessment and management. Working Group on benzene.
- Fast, T. & M. van Bruggen (2004) – Beoordelingskader Gezondheid en Milieu: GSM basis stations, Legionella, radon, fijn stof en geluid door wegverkeer. Rapportnr. 609031001. RIVM, Bilthoven.
- Fast, T., M. Mooij & M. Mennen (2008) – Handreiking voor een integrale beoordeling van gezondheidsaspecten van IPPC-vergunningen. Fast Advies en RIVM.
- Fischer, P., C.B. Ameling & M. Marra – Air pollution and daily mortality in the Netherlands over the periods 1992-2002. Report 630400002. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.
- Fischer, P.H. et al. (2007) – Invloed van de afstand tot een drukke verkeersweg op de lokale luchtkwaliteit en de gezondheid: een quick scan. Briefrapport RIVM.
- Gezondheidsraad (2008) – Gevoelige bestemmingen luchtkwaliteit. Rapportnr. 2008/09. Gezondheidsraad, Den Haag.

- Hulskotte, J.H.J. & J. den Boeft (2004) – Emissie en luchtkwaliteit van NO₂ en fijn stof tengevolge van het scheepvaartverkeer bij Nijmegen. TNO-rapport R 2004/533. TNO, Apeldoorn.
- Infomil (2007) – Handleiding webbased CAR versie 7.0.
- Janssen, N.A.H., B. Brunekreef & G. Hoek (2002) – Verkeersgerelateerde luchtverontreiniging en gezondheid – een kennisoverzicht. IRAS, Utrecht.
- Keuken, M.P. et al. (2005) – Luchtkwaliteit in relatie tot scheepvaart. TNO-rapport B&O-A R 2005/085. TNO Apeldoorn.
- Knol, A.B. & B.A.M. Staatsen (2005) – Trends in the environmental burden of disease in the Netherlands. RIVM Report 500029001. RIVM, Bilthoven.
- MNP (2005) – Fijn stof nader bekeken. Rapportnr. 500037008. MNP, Bilthoven.
- Oosterbaan, A., A.E.G. Tonneijck, E.A. Vries de, et al. (2006) – Kleine landschapselementen als invangers van fijn stof en ammoniak. Alterra rapportnr. 1419. Alterra, Wageningen.
- Pul, W.A.J. van, F.J. Sauter & D. Mooibroek (2006) – Een vergelijking van modellen voor de atmosferische verspreiding van verkeersemissies. Rapportnr. 680600001. RIVM, Bilthoven.
- RWS Zuid-Holland (2005) – Verkeers- en vervoersgegevens hoofdvaarwegennet Zuid-Holland 2004. Rijkswaterstaat Zuid-Holland, Rotterdam.
- Thijssen, Th. R. (2005) – Oriënterend onderzoek naar de invloed van de scheepvaart op de concentraties stikstofdioxide langs de Dordtsche Kil en Oude Maas. TNO-rapport R&I-A R 2005/065. TNO, Apeldoorn.
- TNO (2007) – Handleiding CARII, versie 6.1. TNO-rapport 2007-A-R0788/B.
- Velders G.J.M. et al. (2008) – Concentratiekaarten voor grootschalige luchtverontreiniging in Nederland. Rapportnr. 500088002. MNP, Bilthoven.
- VROM (2008) – Algemene Maatregel van Bestuur Niet in betekenende mate (NIBM) Stb. 2007, 440.
- Walda I., S. van der Zee, M. Dijkema, J. Kwekkeboom, N. van Riet, K. Seinhorst, M. Zuurbier en N.E. van Brederode (2008) – GGD-richtlijn medische milieukunde: Luchtkwaliteit en gezondheid. RIVM, Bilthoven.
- WHO (2000) – Air Quality Guidelines. Second Edition. WHO, Geneva.
- WHO (2005) – Air Quality Guidelines. Global Update for Particulate Matter, Ozone, Nitrogen dioxide and Sulfur dioxide. WHO, Geneva.

Stank

- Infomil (2007) – Handreiking bij Wet geurhinder veehouderij, Versie 1.0, 6 maart 2007.
- Infomil (2007) – Handreiking bij Wet geurhinder veehouderij; Aanvulling: Bijlagen 6 en 7. Versie 1,0, aanvulling van 1 mei 2007.
- Miedema, H.M.E. et al. (2000) – Exposure-annoyance relationships for odour from industrial sources. *Atm. Environm.* 34, pp 2927-2936.
- PRA (2001) – Geurhinderonderzoek stallen intensieve veehouderij.
- PRA Odournet (2007) – Relatie tussen geurimmissie en geurhinder in de intensieve veehouderij. VROM 07A3.
- Smeets, M. & T. Fast (2006) – Dosis effect relatie geur; Effecten van geur. Universiteit Utrecht, Fast Advies en OpdenKamp Adviesgroep, IP-DER-06-40.
- VROM (2006) – Wet Geurhinder en veehouderij.
- VROM (2006) – Regeling geurhinder en veehouderij. Nr. BWL/2006333382.
- VROM (2007) – Wijziging Regeling geurhinder en veehouderij. Nr. BWL/2007056577.

Geluid

- Babisch, W. (2006) – Transportation noise and cardiovascular risk review and synthesis of epidemiological studies, dose-effect curve and risk estimation. *WaBoLu Hefte 01/06*.
- Berg, G.P. van den (2006) – The sound of high winds: the effect of atmospheric stability on wind turbine sound and microphone noise. Proefschrift Rijksuniversiteit Groningen.

- Berg, G.P. van den, et al. (2008) – Windfarm perception; visual and acoustic impact of wind turbine farms on residents. University of Groningen, Göteborg University and University Medical Centre Groningen.
- Berglund, B. (ed.) et al. (1999) – Guidelines for community noise. WHO, Geneva.
- Besluit Algemene Regels voor Inrichtingen Milieubeheer (Activiteitenbesluit).
- CROW (2004) – Website www.stillerverkeer.nl.
- DHV (2004) – Geluidseffecten scheepvaartlawaai. DHV, Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Adviesdienst Verkeer en Vervoer, PV.W3629. R01
- European Commission Working Group on Health and Socio-Economic Aspects (2004) – Position paper on dose-effect relationships for night time noise
- Fast, T. (red.) (2004) – Beoordelingskader geluid van wegverkeer. In: Fast, T. en M. van Bruggen – Beoordelingskader Gezondheid en Milieu: GSM-basisstations, Legionella, radon, fijn stof en geluid door wegverkeer. Rapportnr. 609031001. RIVM/Fast Advies.
- Fast, T. (2004) – Beoordelingskader Gezondheid en Milieu: Nachtelijk geluid van vliegverkeer rond Schiphol en slaapverstoring. Rapportnr. 630100002. RIVM/Fast Advies.
- Gezondheidsraad (2004) – Over de invloed van geluid op de slaap en de gezondheid. Publicatie nr. 2004/14
- Kempen, E.E.M.M. van, et al. (2002) – The association between noise exposure and blood pressure and ischemic heart disease: a meta-analysis. *Environm. Health Perspectives*, 110, 3, 307-317.
- Kempen, E.E.M.M. van, et al. (2005) – Het effect van geluid van vlieg- en wegverkeer op cognitie, hinderbeleving en de bloeddruk van basisschoolkinderen, RIVM rapport 441520021/2005.
- Miedema, H.M.E., W. Passchier-Vermeer & H. Vos (2003) – Elements for a position paper on night-time transportation noise and sleep disturbance. TNO Inro report 2002-59.
- Miedema, H.M.E. & H. Vos (2004) – Noise annoyance from stationary sources: Relationships with exposure metric day-evening-night level (DENL) and their confidence intervals. TNO Inro 2004.
- Miedema, H.M.E & H.Vos (2004) – Self-reported sleep disturbance caused by aircraft noise, TNO-INRO.
- MNP (2005) – Evaluatie Regelgeving Burgerluchthavens en Militaire Luchthavens. Briefrapportnr. 500047002. MNP, Bilthoven.
- Pedersen, E. & K. Persson Waye (2004) – Perception and annoyance due to wind turbine noise – a dose-response relationship. *J. Acoust. Soc. Am.* 116 3460-3470.
- Pedersen, E. (2007) – Human response to wind turbine noise; Perception, annoyance and moderating factors. Göteborg University.
- Staatsen, B. et al. (2003) – Health impact assessment of transport-related noise exposures. RIVM, Draft paper, PEP-project, 14 april 2003.
- TNO-PG (2001) – Annoyance from transportation noise. Dosis-response relationships with exposure metrics DNL and DENL, and their confidence intervals.
- Vermande (1980) – Lawaai-beheersing. Handboek voor Milieubeheer. Deel III, 1980. Vermande T2805-6-80.
- Wolsink, M. et al. (1993) – Annoyance from wind turbine noise on sixteen sites in three countries. European Community Wind Energy Conference, 8-12 March 1993, Lübeck, Travemünde, Germany, pp. 273-276.
- VROM (2008) – Antwoorden op schriftelijke vragen Jansen (SP). Brief van de minister van VROM aan de Tweede Kamer. Ministerie van VROM, 13 juni 2008; Tweede Kamer 2070813000.
- VROM (2004) – Regeling Omgevingslawaai. Ministerie van VROM, 14 juli 2004, nr. LMV2004067083.
- VROM (2004) – Besluit Omgevingslawaai. Ministerie van VROM, 6 juli 2004, Staatsblad, 2004, 339.

- VROM (2006) – Reken- en Meetvoorschrift Geluidhinder 2006. Ministerie van VROM, 12 december 2006, nr. LMV 2006 332519.
- VROM (2006) – Wet van 5 juli 2006, houdende wijziging Wet geluidhinder (modernisering instrumentarium geluidbeleid, eerste fase). Staatsblad 2006, 350.
- V&W (2006) – Memorie van Toelichting; Wijziging van de Wet luchtvaart inzake vernieuwing van de regelgeving voor burgerluchthavens en militaire luchthavens en de decentralisatie van bevoegdheden voor burgerluchthavens naar het provinciaal bestuur (Regelgeving burgerluchthavens en militaire luchthavens).
- V&W (2007) – Wijziging van de Wet luchtvaart inzake vernieuwing van de regelgeving voor burgerluchthavens en militaire luchthavens en de decentralisatie van bevoegdheden voor burgerluchthavens naar het provinciaal bestuur (Regelgeving burgerluchthavens en militaire luchthavens).

Externe veiligheid

- Biza (1997) – Effectwijzer. Inzicht in de gevolgen van calamiteiten. Ministerie van Binnenlandse zaken, Directie Brandweer en Rampenbestrijding.
- CEV – www.rivm.nl/cev, 030-2743618.
- VNG (2008) – Samenwerken aan externe veiligheid; een handreiking voor gemeenten
- V&W (2004) – Circulaire Risiconormering vervoer gevaarlijke stoffen.
- V&W (2006) – Memorie van Toelichting; Wijziging van de Wet luchtvaart inzake vernieuwing van de regelgeving voor burgerluchthavens en militaire luchthavens en de decentralisatie van bevoegdheden voor burgerluchthavens naar het provinciaal bestuur (Regelgeving burgerluchthavens en militaire luchthavens).

Bodem

- Baars, A.J, R.M.C. Theelen, P.J.C.M. Janssen, J.M. Hesse, M.E. van Apeldoorn, C.M. Meijerink, L. Verdam, M.J. Zeilmaker (2001) – Re-evaluation of the human-toxicological maximum permissible risk levels. Rapportnr. 711701025. RIVM, Bilthoven.
- Brand, E, P.F. Otte & J.P.A. Lijzen (2007) – CSOIL 2000: an exposure model for human risk assessment of soil contamination, A model description. Rapportnr. 711701054. RIVM, Bilthoven.
- Dirven-Van Breemen, E.M, J.P.A. Lijzen, P.F. Otte, P.L.A. van Vlaardingen, J. Spijker, E.M.J. Verbruggen, F.A. Swartjes, J.E. Groenenberg, M. Rutgers (2007) – Landelijke referentiewaarden ter onderbouwing van maximale waarden in het bodembeleid. Rapportnr. 711701053. RIVM, Bilthoven.
- Köster, H.W. (2001) – Risk assessment of historical soil contamination with cyanides; origin, potential human exposure and evaluation of Intervention Values. Rapportnr. 711701019. RIVM, Bilthoven.
- Lamé F.P.J., D.J. Brus & R.H. Nieuwenhuis (2005) – Achtergrondwaarden 2000, Digitale rapportage, TNO-rapport NITG 04-242-A.
- Otte, P.F. & A. Wintersen (2007) – Sanscrit toets, De Handreiking, RIVM-briefrapportnr. M/711701073. RIVM, Bilthoven.
- Senter Novem/Bodem+ (2007) – Handreiking Besluit bodemkwaliteit, december 2007.
- Senter Novem (2007) – Ken uw (water)bodemkwaliteit, de risico's inzichtelijk', september 2007.
- VROM (2007) – Regeling bodemkwaliteit, Staatscourant 2007, nr. 247.
- VROM (2008) – Circulaire bodemsanering 2006, zoals gewijzigd op 1 oktober 2008.
- Vrom/NoBo (2008) – NOBO: Normstelling en bodemkwaliteitsbeoordeling. Onderbouwing en beleidsmatige keuzes voor de bodemnormen in 2005, 2006 en 2007.

Bovengrondse hoogspanningsleidingen en elektromagnetische velden

- Ahlbom, A. et al. (2000) – A pooled analysis of magnetic fields and childhood leukaemia. *Br. J. Cancer* 83 (5), 692-698.
- Berg, G.P. van den (2002) – Magnetische velden tengevolge van de elektriciteitsvoorziening In de Persoonstraat, Bocholtz. Notitie Natuurkundewinkel. Rijksuniversiteit Groningen, 18-11-2002.
- Gezondheidsraad. Blootstelling aan elektromagnetische velden (0 Hz - 10 Mhz). Den Haag: Gezondheidsraad, 2000; publicatie nr. 2000/06. Den Haag.
- Greenland, S. et al. (2000) – A pooled analysis of magnetic fields, wire codes and childhood leukaemia. *Epidemiology* 11 (6), 624-634.
- Kelfkens, G. & M.J.M. Pruppers (2005) – Handreiking voor het berekenen van de specifieke 0,4 microtesla zone in de buurt van bovengrondse hoogspanningslijnen. RIVM, Bilthoven. (actuele versie op www.rivm.nl/milieuportaal/dossier/hoogspanningslijnen)
- Kelfkens, G, R.M.J. Pennders & M.J.M. Pruppers (2003) – Plannen voor nieuwbouwwoningen bij bovengrondse hoogspanningslijnen, Rapportnr. 610150004. RIVM, Bilthoven.
- KEMA/RIVM rapport – Kostenanalyse van de technische maatregelen ter beperking van magneetvelden nabij bovengrondse hoogspanningslijnen, 2002.
- LCM Landelijk Centrum MMK (2005) – GGD Richtlijn gezondheidsrisico's van bovengrondse hoogspanningslijnen. GGD Nederland, Utrecht.
- Ministerie van VROM (2004) – Nuchter omgaan met risico's: Beslissen met gevoel voor onzekerheden. Hoofddocument (nota).
- Plas, M. van der, et al. (2001) – Magnetische velden van hoogspanningslijnen en leukemie bij kinderen. Rapportnr. 610050007. RIVM, Bilthoven.

Bijlage 1

Atmosferische depositie en humane risico's

Literatuurstudie: Atmosferische depositie en humane risico's

Inleiding

Depositie (of neerslag) van stofdeeltjes met daaraan geadsorbeerde toxische componenten kunnen een bijdrage leveren aan de blootstelling van de mens. Depositie van stof kan leiden tot verontreiniging van de bodem en verontreiniging van daarop geteelde gewassen. De verontreiniging van het gewas kan enerzijds ontstaan via opname van componenten vanuit de bodemverontreiniging die veroorzaakt is door de depositie en anderzijds door de directe depositie van stof op het gewas. Blootstelling van de mens ontstaat doordat componenten die door depositie op de bovenste bodemlaag terechtkomen via bodemingestie leiden tot blootstelling van (met name) het kind. Daarnaast kan consumptie van door depositie (direct of indirect) verontreinigde gewassen leiden tot blootstelling.

Depositie van en inname van inert stof leidt niet tot risico's voor de gezondheid. Depositie van grof stof kan wel leiden tot visuele hinder. Inademing (en inslikken) van stof is geen blootstellingsroute die onderdeel uitmaakt van deze module maar behandeld wordt bij de modules over luchtverontreiniging.

In Nederland bevinden zich allerlei stoffen in de atmosfeer die via droge depositie (opname of invangings door bodem, oppervlaktewater en vegetatie) en via natte depositie (regen, sneeuw, hagel) uit de lucht verwijderd worden. Met name de deeltjesgebonden verkeersmissies en industriële emissies in binnen- en buitenland zijn bronnen van verontreiniging van de atmosfeer en derhalve de bronnen van de diffuse landelijke achtergronddepositie.

Daarnaast zijn er lokale bronnen van depositie aan te wijzen. Dit zijn verkeerswegen, vliegvelden, grote vaarwegen en bedrijven die plaatselijk zouden kunnen leiden tot een lokale bijdrage aan de verontreiniging van bodem en gewassen in de omgeving. Deze bronnen zijn relevant in het kader van de GES Stad en Milieu. De belangrijkste stoffen die bij deze bronnen kunnen leiden tot depositie zijn:

- Bedrijven: PAK, zware metalen, dioxines
- Wegverkeer, vliegverkeer en waterverkeer: PAK

Voor het maken van een depositiemodule binnen GES zijn de volgende zaken van belang:

- Er moet voldoende kwantitatieve informatie zijn over de emissies en immissies van de (Nederlandse lokale) bronnen en de hieruit voortvloeiende depositie.
- Er moeten kwantitatieve beoordelingsmethoden beschikbaar zijn om de depositieflux van (nieuwe) lokale bronnen te schatten.
- De depositie moet in relevante mate bijdragen aan de blootstelling van de mens. De vraag hoeveel dat zou moeten zijn is ter discussie in de begeleidingscommissie GES.

Werkwijze

Via een literatuuronderzoek zijn een aantal rapportages gevonden waarin de depositie op bodem en gewassen rond bedrijven zijn berekend en/of gemeten. Het betreft Nederlands onderzoek rond een aluminiumsmelterij, een crematorium, houtverduurzamingsbedrijven, een asfaltcentrale en een metaalbewerkingsbedrijf. De onderzoeken zijn kort samengevat en samen beoordeeld op aspecten die van belang zijn voor het maken van een depositiemodule in GES.

Er zijn nauwelijks (bruikbare) Nederlandse onderzoeken gevonden waarin de deeltjesemissie van verkeerswegen, vliegvelden en vaarwegen zijn gekwantificeerd naar lokale depositie op bodem en gewas op een wijze dat deze te relateren is aan de specifieke lokale bron.

In 2003 heeft de GGD Twente geadviseerd over de depositie van deeltjesvormige verkeers-emissie (PAK) op moestuinen in de omgeving van een geplande rondweg te Wierden. Het onderliggende onderzoek wordt besproken en beschouwd in het kader van een depositiemodule voor GES.

Er zijn geen Nederlandse onderzoeken gevonden waarin de depositie van PAK op bodem en gewassen rond vliegvelden is gekwantificeerd naar gehalten in bodem en gewas. Er zijn wel enkele buitenlandse onderzoeken gevonden waarin de depositie van PAK rond vliegvelden is gekwantificeerd en herleid naar de bron. Deze onderzoeken worden kort besproken.

Er is geen onderzoek bekend dat zich richt op de depositie door vaarverkeer langs vaarwegen.

Depositie rond bedrijven

Een overzicht van de onderzoeken en rapportages wordt gegeven in tabel 1.

Tabel 1. Overzicht onderzoek naar depositie rond bedrijven

Bedrijf	Bestaand/ in ontwerp	Metingen/ berekeningen	Componenten	Referentie
Aluminiumsmelterij (1)	bestaand	berekeningen	PAK, dioxines	van de Weerdt, 1997, 1998
Aluminiumsmelterij (2)	bestaand	berekeningen + metingen	dioxines	Liem, 1998
Crematorium	In ontwerp	berekeningen	Kwik, dioxines	van de Weerdt & Smidt, 1996
Houtverduurzamingsbedrijven (1)	bestaand	berekeningen	Arseen, koper, chroom	Mennen, 1997a
Houtverduurzamingsbedrijven (2)	bestaand	metingen	Arseen, koper, chroom	Mennen, 1997b
Asfaltcentrale	In ontwerp	berekeningen	PAK	Mennen & van Dijk, 2005
Metaalbewerkingsbedrijf	bestaand	metingen	Zware metalen	Mennen, van Putten & Krystek, 2004

Depositie van PAK en dioxines rond een aluminiumsmelterij – 1 (van de Weerdt, 1997, 1998)

In een aantal onderzoeken door de GGD Regio IJssel-Vecht zijn depositieberekeningen van de emissie van PAK en dioxines van een aluminiumsmelterij gemaakt met het OPS model. De deeltjesgrootteverdeling van de dioxine-emissie is representatief voor de emissie van dioxines uit afvalverbrandingsinstallaties. Als deeltjesgrootteverdeling van de PAK-emissie is gekozen voor de OPS defaultwaarde fijn stof.

De maximale depositieflux van PAK bedroeg 0,012 mg/m²/jaar; als achtergronddepositieflux is 1 mg/m²/jaar genomen. De bijdrage van de aluminiumsmelterij aan de PAK depositie is geschat op maximaal 2,5% van de achtergronddepositie. Tevens is de inname van PAK via de consumptie van boerenkool berekend. Hierbij is uitgegaan van een bodembedekkingsgraad van 50% gedurende de groeiperiode en een plantenafstand van 35 cm. Hierdoor staan er 9 boerenkoolplanten op 1 m² die door een volwassene dagelijks worden gegeten tijdens het winterseizoen. Berekend is dat een volwassene van 70 kg bij het eten van een boerenkoolmaaltijd met daarop de totale PAK depositie (bijdrage + achtergrond) 97 ng/kg lg/dag binnenkrijgt. Deze inname ligt ver onder de TDI.

De maximale dioxinedepositieflux is berekend op 1,32 ng/m²/jaar. De jaarlijkse toename van dioxines in de bodem is geschat op 0,02 ng/kg, hetgeen bij een achtergrondconcentratie van 2 ng/kg een toename van 1% per jaar betekent.

Depositie van dioxines rond een aluminiumsmelterij – 2 (Liem, 1998).

Het onderzoek door het RIVM bestaat uit modelberekeningen van de te verwachten dioxinegehalten in de bodem op basis van de emissies van de afgelopen 25 jaar en metingen in de toplaag van de bodem van negen locaties in de omgeving van de aluminiumsmelterij. De depositieberekeningen zijn uitgevoerd met het OPS model op basis van gemeten emissies van dioxines en met een deeltjesgrootteverdeling die representatief is voor de emissie van dioxines uit afvalverbrandingsinstallaties. De depositieflux is omgerekend naar een concentratie in de bodem uitgaande van een bodemlaag van 5 cm, een bodemdichtheid van 1000 kg/m³ en een depositieduur van 25 jaar. De berekende bijdrage van de depositie van dioxine aan de dioxineconcentratie in de bodem is opgeteld bij de gemiddelde achtergrondconcentratie van dioxine in de bodem voor Noordoost Nederland van 3,1 ng I-TEQ/kg d.s. (spreiding 0,7 ng I-TEQ/kg d.s.).

Tabel 2. Gemeten en berekende dioxinegehalten in de bodem op de meetlocaties in ng I-TEQ/kg d.s.

Locatie	Gemeten dioxinegehalte	Berekend dioxinegehalte (bijdrage + achtergrond)
1	3,7	3,3
2	5,0	3,4
3	1,8	3,2
4	2,3	3,6
5	3,6	3,6
6	2,2	3,7
7	1,5	3,4
9	3,7	3,3
Gemiddelde en spreiding	3,0 ± 1,2	3,4 ± 0,8

Analyses van bodemonmonster 8 gaf geen betrouwbare waarden

De berekende concentratiebijdrage is geschat op ten hoogste 0,7 ng I-TEQ/kg d.s. Dit is 23% van de gemiddelde achtergrondconcentratie.

Depositie van kwik rond een crematorium te Almere (van de Weerd & Smidt, 1996)

Door de GGD Flevoland zijn de luchtconcentraties en depositiefluxen op de bodem en gewas van de kwikemissie van twee typen crematoria berekend. Vervolgens zijn de inname van kwik via de bodem en via moestuingewassen geschat. De berekeningen zijn uitgevoerd voor het depositiemaximum en voor een locatie op 200 m ten Noordoosten van de bron in de woonwijk. De depositieflux is omgerekend naar een concentratie in de bodem uitgaande van een bodemlaag van 30 cm, een bodemdichtheid van 1300 kg/m³ en een depositieduur van 50 jaar (aannee van lineaire accumulatie in de bodem zonder afvoer van kwik).

De berekening van de totale kwikinname is gebaseerd op kwikinname via bodemingestie (berekend via CSOIL), via consumptie van moestuingewassen met kwikopname vanuit de bodem (berekend via CSOIL) en de inname van kwik via de depositie op moestuingewassen. De berekening van de laatste route is later aangepast in overleg met het RIVM waarbij de inname via deze route is berekend door de depositie te berekenen op een slaveldje met een groeiperiode van drie maanden en een gemiddelde bodembedekkingsgraad van 50%. Uitgaande van een plantafstand van 25 cm staan er 16 kroppen sla op 1 m². De inname wordt berekend voor een volwassene (70 kg) die dagelijks 1 krop sla eet afkomstig van dit slaveld.

Tabel 3. Depositieflux en jaarlijkse kwiktoename in de bodem in $\mu\text{g}/\text{kg}$ voor twee oventypes ter plaatse van het depositiemaximum

	Koude oven	Warme oven
Depositieflux ($\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{jaar}$)	228	374
Achtergronddepositieflux ($\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{jaar}$)	30	30
Jaarlijkse kwiktoename in bodem ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	0,6	1,0
Achtergrondconcentratie kwik in bodem ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	125	125

Tabel 4. Inname van kwik in $\mu\text{g}/\text{kg}$ lg/dag via bodem en moestuingewassen ter plaatse van het depositiemaximum (voor $t = 1$ jaar en $t = 50$ jaar)

Innameroute	Koude oven		Warme oven	
	$t = 1$	$t = 50$	$t = 1$	$t = 50$
Hg-ingestie bodem	0,00019	0,00026	0,00019	0,00028
Hg-inname gewas via bodem	0,0002	0,00026	0,0002	0,0003
Hg-inname gewas via depositie (jaarlijks constant)	0,02879	0,02879	0,04509	0,04509
Totale inname	0,02918	0,02931	0,04548	0,04567

Afgezet tegen de TDI van kwik (anorganisch) van $5,0 \mu\text{g}/\text{kg}$ lg/dag is de inname zeer beperkt. Met het OPS model is ook de depositie van I-TEQ berekend. Hieruit volgde een depositieflux van $0,0864 \text{ ng}/\text{m}^2/\text{jaar}$ op het depositiemaximum. Deze depositie ligt een factor 200 – 400 lager dan de Nederlandse referentiewaarde van circa $25 \text{ ng}/\text{m}^2/\text{jaar}$.

Depositie van arseen, koper en chroom rond houtverduurzamingsbedrijven – 1 (Mennen, 1997a)

Door het RIVM zijn de luchtemissies van koper, chroom en arseen bij drie houtverduurzamingsbedrijven gemodelleerd. Met het OPS model is de depositie berekend tot ca. 200 m van de bron. De jaargemiddelde depositieflux bedroeg ten hoogste $1 \text{ mg}/\text{m}^2/\text{jaar}$. Bij een depositieduur van 20 jaar wordt de concentratie in de bovenste 2 cm van de bodem berekend op $0,8 \text{ mg}/\text{kg}$ voor elk van de componenten. Hierbij is een bodemdichtheid van $1300 \text{ kg}/\text{m}^3$ verondersteld. De gewasdepositie kan leiden tot inname van de zware metalen. De inname via deze route is berekend door de depositie te berekenen op een slaveldje met een groeiperiode van drie maanden en een gemiddelde bodembedekkingsgraad van 50%. Uitgaande van een plantafstand van 25 cm staan er 16 kroppen sla op 1 m^2 . Indien een volwassene (70 kg) dagelijks 1 krop sla eet afkomstig van dit slaveld dan is de inname bij een depositieflux van $1 \text{ mg}/\text{m}^2/\text{jaar}$ maximaal $7,8 \mu\text{g}$ ofwel $0,1 \mu\text{g}/\text{kg}$ lg/dag voor elk van de componenten.

Depositie van arseen, koper en chroom rond houtverduurzamingsbedrijven – 2 (Mennen, 1997b)

In navolging op de immissieberekeningen zijn door het RIVM de bodem- en grasconcentraties As, Cu en Cr in de buurt van twee houtverduurzamingsbedrijven (A en C) gemeten en vergeleken met referentiemonsters van het RIVM terrein.

Tabel 5. Resultaten bodemmonsters (0 – 0,05 m-mv) in mg/kg d.s.

Bedrijf	Locatie	As	Cu	Cr
A	Oost-1	133	284	287
	Oost-2	98	201	201
	West	8	25	30
B	15 m van bedrijf	4	8	9
	25 m van bedrijf	6	9	13
	Langs spoor op 1 km	5	9	12
Referentie	RIVM	2	22	8

Op de locatie Oost bij bedrijf A bleek sprake zijn van een historische bodemverontreiniging door vroegere activiteiten. De gemeten waarden zijn niet het gevolg van verspreiding en depositie van houtstofdeeltjes.

Tabel 6. Resultaten grasmonsters in mg/kg d.s.

Bedrijf	Locatie	As	Cu	Cr
A	Oost-1	0,7	6,7	1,0
	Oost-2	0,6	7,4	0,6
	West	0,6	12,0	0,6
B	15 m van bedrijf	0,3	8,3	0,4
	25 m van bedrijf	0,1	7,4	0,4
	Langs spoor op 1 km	0,3	9,5	0,3
Referentie	RIVM	0,2	9,2	<0,1

Uit het onderzoek blijkt dat de concentraties in gras vooral bepaald worden door droge depositie en nauwelijks door opname van de metalen door het gewas. De conclusie van het onderzoek is dat de verspreiding en depositie van koper-, chroom- en arseenhoudend stof niet leidt tot een aantoonbare verontreiniging van de bodem en het gras rond de bedrijven.

Depositie van PAK rond een asfaltcentrale (Mennen & van Dijk, 2005)

Door het RIVM zijn de luchtconcentraties en depositie van o.a. fijn stof en PAK berekend voor een gemiddeld scenario en een ongunstig scenario rond een geplande asfaltcentrale. De berekeningen zijn gedaan met het NNM. De PAK zijn gemodelleerd als fijn stofdeeltjes en als grof stofdeeltjes. Voor de depositie is alleen gerekend met PAK als grof stof omdat dit de meest ongunstige benadering is. Naast totaal PAK is ook benzo(a)pyreen doorgerekend omdat benzo(a)pyreen een goede indicator is voor alle carcinogene PAK en een representant van de stofgebonden PAK.

De berekening van de totale PAK-inname is gebaseerd op PAK-inname via bodemingestie, de inname van PAK via de depositie op moestuingewassen en via inslikken van ingeademd stof. Voor de berekening van de PAK-inname via bodemingestie is de depositieflux omgerekend naar een concentratie in de bodem uitgaande van een bodemlaag van 1 cm, een bodemdichtheid van 1200 kg/m³ en een depositieduur van 10 jaar (aannee van lineaire accumulatie in de bodem zonder afvoer van PAK).

De inname van PAK via depositie op moestuingewassen is berekend door de depositie te berekenen op een slaveldje met een groeiperiode van drie maanden en een gemiddelde bodembedekkingsgraad van 50%. Uitgaande van een plantafstand van 25 cm staan er 16 kroppen sla op 1 m². De inname wordt berekend voor een volwassene (70 kg) die dagelijks een ½ krop sla eet afkomstig van dit slaveld.

Tabel 7. Depositieflux en jaarlijkse totaal PAK-toename in de bodem ter plaatse van het depositiemaximum

	Totaal PAK
Depositieflux (mg/m ² /jaar)	0,26
Achtergronddepositieflux (mg/m ² /jaar)	0,5 – 10
Jaarlijkse PAK-toename in bodem (mg/kg)	0,021
Achtergrondconcentratie PAK in bodem (mg/kg)	0,35

Tabel 8. Inname van totaal PAK en B(a)P in ng/kg lg/dag via bodem en moestuingewassen ter plaatse van het depositiemaximum (voor t = 10 jaar)

Innameroute	Totaal PAK	B(a)P
Ingestie bodem	1,1	0,005
Inname gewas via depositie (jaarlijks constant)	14	0,07
Inname via inslikken stof	0,001	0,000004
Totale inname oraal (bijdrage centrale)	15,1	0,075
Achtergrondblootstelling	niet vastgesteld	2,7
Totale blootstelling	niet vastgesteld	2,8
TDI	niet vastgesteld	500

De conclusie van het onderzoek is dat de geplande asfaltcentrale nauwelijks leidt tot een verhoging van de normaal voorkomende depositie. De blootstelling van omwonenden ligt ruim onder de gezondheidkundige grenswaarden.

Depositie van zware metalen rond een metaalbewerkingsbedrijf (Mennen, van Putten & Krystek, 2004)

In een zeer uitvoerige meetcampagne heeft het RIVM de concentraties van stoffen in lucht, zoals (grof) stof, respirabel kwarts, zware metalen, gasvormige zwavelverbindingen en VOS in de omgeving van een bestaande metaalgieterij gemeten. Daarnaast is de depositie van stof en metalen gemeten op gladde oppervlakken, in de bodem en gras in de omgeving van het bedrijf. Er is een verhoogde depositie gevonden van Cr, Cu en Ni op de gladde oppervlakken t.o.v. de referentiemonsters. In de bodem zijn geen concentraties aangetoond boven achtergrondwaarden. In het gras zijn licht verhoogde gehalten Cr, Cu, Ni, Pb en Fe gevonden t.g.v. depositie. Alleen de zware metalen Cr, Cu, Ni en Pb zijn in dit kader beschouwd.

Tabel 9. Depositie op gladde oppervlakken en de concentraties in bodem en gewas van enkele metalen rond het metaalbedrijf en de referentiegegevens afkomstig van diverse locaties

Type meting	Cr	Cu	Ni	Pb
Depositieflux glad opp. (gemid. + spreiding in $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{dag}$)*	26,4 1,1-185	66 5,8-220	13,3 1,1-51	17,6 1-54,5
Referentie depositieflux (diverse locaties)	1,5 0,3-10	5 0,2-52	0,8 0,1-6	8 0,5-110
Concentratie in bodem (gemid. + spreiding in mg/kg d.s.)	24,6 9-36	39,6 15-64	18,3 5-27	52,3 22-98
Achtergrondconcentratie bodem (diverse locaties)	10-120	5-50	5-50	10-150
Concentratie in gras (gemid. + spreiding in mg/kg veldvochtig gras)**	0,37 0,1-0,8	4,68 3,3-7,2	0,65 0,4-1	0,63 0,1-1,3
Referentie grasconcentratie (diverse locaties)	0,1-0,4	1,5-3	0,1-0,7	0,2-1,5

* De depositiemeting duurde 10 dagen; de waarden door 10 gedeeld om de depositieflux per dag te verkrijgen.

** Op één locatie bleek een bodemverontreiniging te zijn. De meetwaarden van deze locatie zijn niet meegenomen.

Op basis van het onderzoek is geconcludeerd dat de (lichte) verontreiniging van het gras veroorzaakt wordt door de directe depositie van de metalen op de bladeren en niet via een door depositie veroorzaakte bodemverontreiniging.

Voor de risicoschatting van de omwonenden zijn vier blootstellingsroutes doorgerekend: bodemingestie, inname verontreinigd voedsel bij buiten eten, inname verontreinigde moestuin-gewassen en inslikken van ingeademd stof. De risicoschatting is betrokken op de blootstelling van een kind van 20 kg met een bodemingestie van 100 mg/dag, een groente consumptie van 66 gram per dag en een ademvolume van 12 m³ per dag. Er wordt uitgegaan van een dagelijkse blootstelling; voor de bodemingestie zijn gemiddelde grondconcentraties gebruikt, voor de gewasinname is uitgegaan van de hoogste grasconcentratie.

Tabel 10. Achtergrondinname, extra inname en totale inname van enkele zware metalen door kinderen en de TDI (in µg/kg lg/dag)

Component	Achtergrond-inname	Extra inname excl. gewassen	Extra inname incl. gewassen	Totale inname excl. gewassen	Totale inname incl. gewassen	TDI
Cr	1,0	2,0	3,6	3,0	4,6	5
Cu	20	1,4	18,6	21,4	39	140
Ni	4	0,2	2,2	4,2	6,2	50
Pb	2,0	0,4	2,7	2,4	4,7	3,6

Voor de meeste metalen wordt de TDI niet overschreden. De TDI voor lood en barium (hier niet vermeld) wordt wel overschreden. Voor barium ligt de werkelijke blootstelling (de opname) lager dan de berekende inname omdat barium nauwelijks wordt opgenomen. De risicoschatting is een "worst case" benadering omdat uitgegaan wordt van een dagelijkse consumptie van moestuingewassen en een dagelijkse bodemingestie van 100 mg grond gedurende het gehele jaar.

De PAK blootstelling is door gebrek aan depositiegegevens niet beoordeeld. Uit de luchtmetingen bleek dat de PAK concentratie in de lucht niet verhoogd is ten opzichte van de regionale achtergrondwaarde.

Beoordeling depositie rond bedrijven

De manier waarop de schatting van de bijdrage aan de verontreiniging van bodem en gewas door depositie is gemaakt varieert enigszins. Voor de modelstudies is gebruik gemaakt van het OPS model en het NNM. Het NNM gebruikt de depositiemodule van het OPS model waardoor er geen grote afwijkingen in de berekeningsmethodiek van de depositieflux zullen optreden. De berekening van de bijdrage aan de bodemconcentratie verschilt qua depositieduur (variërend van 1 tot 50 jaar), de dikte van de bodemlaag (variërend van 1 tot 30 cm) en de soortelijke dichtheid van grond (variërend van 1000 tot 1500 kg/m³). Om hiervan een eenheid te maken zijn de modelberekeningen gestandaardiseerd voor een depositieduur van 25 jaar, een bodemdikte van 5 cm en een soortelijke dichtheid van 1300 kg/m³. De bijdrage van de depositie aan de bodemverontreiniging is vervolgens afgezet tegen de achtergrondconcentratie in de bodem (Bronswijk, 2003). In de tabellen is dit per bedrijf aangegeven.

Tabel 11. Depositieflux en jaarlijkse toename van PAK en dioxines (I-TEQ) in de bodem rond een aluminiumsmelterij

Aluminiumsmelterij	PAK (1)	I-TEQ (1)	I-TEQ (2)
Depositieflux (µg/m ³ /jaar)	12	1,32E-03	1,82E-03
Jaarlijkse toename bodemconcentratie (mg/kg)	1,85E-04	2,03E-08	2,80E-08
Toename bodemconcentratie na 25 jaar (mg/kg)	4,62E-03	5,08E-07	7,00E-07
Achtergrondconcentratie bodem (mg/kg)	0,35	3,10E-06	3,10E-06
Aandeel depositiebijdrage aan achtergrondconcentratie bodem (%)	1,32	16,39	22,58

Tabel 12. Depositieflux en jaarlijkse toename van kwik en dioxines (I-TEQ) in de bodem rond een crematorium

Crematorium	Hg	I-TEQ
Depositieflux ($\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{jaar}$)	374	8,64E-05
Jaarlijkse toename bodemconcentratie (mg/kg)	0,0058	1,33E-09
Toename bodemconcentratie na 25 jaar (mg/kg)	0,144	3,32E-08
Achtergrondconcentratie bodem (mg/kg)	0,3	3,10E-06
Aandeel depositiebijdrage aan achtergrondconcentratie bodem (%)	48,00	1,07

Tabel 13. Depositieflux en jaarlijkse toename van arseen, koper en chroom in de bodem rond houtverduurzamingsbedrijven

Houtverduurzamingsbedrijven	As	Cu	Cr
Depositieflux ($\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{jaar}$)	1000	1000	1000
Jaarlijkse toename bodemconcentratie (mg/kg)	0,015	0,015	0,015
Toename bodemconcentratie na 25 jaar (mg/kg)	0,38	0,38	0,38
Achtergrondconcentratie bodem (mg/kg)	29	17,5	39,5
Aandeel depositiebijdrage aan achtergrondconcentratie bodem (%)	1,31	2,17	0,96

Tabel 14. Depositieflux en jaarlijkse toename van PAK in de bodem rond een asfaltcentrale

Asfaltcentrale	PAK
Depositieflux ($\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{jaar}$)	260
Jaarlijkse toename bodemconcentratie (mg/kg)	0,004
Toename bodemconcentratie na 25 jaar (mg/kg)	0,1
Achtergrondconcentratie bodem (mg/kg)	0,35
Aandeel depositiebijdrage aan achtergrondconcentratie bodem (%)	28,57

De methode van de gezondheidskundige risicoschatting varieert eveneens. De bodem-ingestiewaarde van kinderen varieert van 100 tot 200 mg/dag, de slaconsumptie varieert van ½ tot 1 krop sla per dag (volwassene) en het gewicht van het kind varieert van 15 tot 20 kg. In de onderzoeken betreffende de asfaltcentrale en het metaalbewerkingsbedrijf is ook inslikken van ingeademd stof meegenomen. Deze route levert echter nauwelijks blootstelling op en is daarom niet verder doorgerekend.

Ten behoeve van deze voorstudie is de berekening van de humane risico's door depositie op de bodem en de directe depositie op het gewas gestandaardiseerd voor blootstelling van het kind. Hierbij is de bodemconcentratie na 25 jaar cumulatieve depositie gebruikt. De gewasdepositie is jaarlijks constant. De bodemingestiewaarde is 100 mg/dag en wordt toegepast op iedere dag per jaar, het kind eet gedurende drie maanden ½ krop sla uit eigen moestuin per dag en het gewicht van het kind is 15 kg. De blootstelling is vervolgens getoetst aan de meest recente TDI en achtergrondinname (Baars, 2001). In de tabellen is dit per bedrijf aangegeven.

Tabel 15. Inname van B(a)P en dioxines (I-TEQ) in µg/kg lg/dag via bodem en moestuingewassen ten gevolge van depositie rond een aluminiumsmelterij

Aluminiumsmelterij	B(a)P (1)	I-TEQ (1)	I-TEQ (2)
Inname via bodemingestie	0,31E-04	0	0
Inname via gewas	0,003	3,4E-07	4,7E-07
totaal bijdrage bedrijf	0,003	3,4E-07	4,7E-07
achtergrond inname	0,0027	1,2E-06	1,2E-06
totaal inname	0,0058	1,5E-06	1,7E-06
TDI	0,5	4,00E-06	4,0E-06
% bijdrage depositie-inname aan TDI	0,6	8,7	12,0

Tabel 16. Inname van arseen, koper en chroom in µg/kg lg/dag via bodem en moestuingewassen ten gevolge van depositie rond houtverduurzamingsbedrijven

Houtverduurzamingsbedrijven	As	Cu	Cr
Inname via bodemingestie	0,003	0,003	0,003
Inname via gewas	0,260	0,260	0,260
totaal bijdrage bedrijf	0,263	0,263	0,263
achtergrond inname	0,3	30	1
totaal inname	0,563	30,263	1,263
TDI	1	140	5
% bijdrage depositie-inname aan TDI	26,3	0,2	5,3

Tabel 17. Inname van kwik en dioxines (I-TEQ) in µg/kg lg/dag via bodem en moestuingewassen ten gevolge van depositie rond een crematorium

Crematorium	Hg	I-TEQ
Inname via bodemingestie	0,001	0
Inname via gewas	0,097	2,6E-08
totaal bijdrage bedrijf	0,098	2,3E-08
achtergrond inname	0,1	1,20E-06
totaal inname	0,198	1,22E-06
TDI	2	4,00E-06
% bijdrage depositie-inname aan TDI	4,9	0,6

Tabel 18. Inname van B(a)P in µg/kg lg/dag via bodem en moestuingewassen ten gevolge van depositie rond een asfaltcentrale

Asfaltcentrale	B(a)P*
Inname via bodemingestie	6,7E-4
Inname via gewas	0,068
totaal bijdrage bedrijf	0,068
achtergrond inname	0,0027
totaal inname	0,0711
TDI	0,5
% bijdrage depositie-inname aan TDI	13,7

* Omdat voor PAK-totaal geen TDI is afgeleid is de PAK-totaal depositie omgerekend naar de B(a)P depositie via een omrekeningsfactor uitgaande van een aandeel van ongeveer 0,5% B(a)P in de totale hoeveelheid geëmitteerde PAK (Mennen & van Dijk, 2005).

De gezondheidskundige risicoschatting van het metaalbewerkingsbedrijf is niet op de bovengenoemde wijze te standaardiseren omdat de gemeten depositiefluxen momentaan zijn en niet gemiddeld zijn over een jaar. In de rapportage wordt gemeld dat er geen bodemconcentraties zijn gemeten boven de achtergrondwaarde. De route via bodemingestie is dus weinig relevant. Wel zijn de routes depositie op het etensbord en inslikken van stof meegenomen. Zoals ook uit tabel 10 blijkt is de gewasinnname het meest bepalend voor de inname van zware metalen.

De innameberekening van de gewasingestie is gemaakt door uit te gaan van een gewasconsumptie van 66 gram per dag voor een kind van 20 kg gedurende het hele jaar. Om de risicoberekening enigszins te standaardiseren wordt uitgegaan van een gewasconsumptie uit eigen tuin gedurende drie maanden. Hiermee wordt de inname van zware metalen via moestuingroenten 25% van de in de rapportage gegeven inname. Ditzelfde is gedaan voor de inname van gedeponeerde metalen op het etensbord waarbij gecorrigeerd is voor een inname gedurende drie maanden t.o.v. het gehele jaar.

Tabel 19. Inname van chroom, koper, nikkel en lood in $\mu\text{g}/\text{kg}$ lg/dag via bodem en moestuingewassen ten gevolge van depositie rond een metaalbewerkingsbedrijf

Metaalbewerkingsbedrijf	Cr	Cu	Ni	Pb
Inname via bodemingestie	0	0,2	0	0,3
Inname via depositie op etensbord (25%)	0,475	0,2	0,025	0,025
Inname via inslikken ingeademd stof	0,1	0,4	0,07	0,05
Inname via gewas (25%)	0,4	4,25	0,5	0,58
totaal bijdrage bedrijf	1,0	5,1	0,6	0,96
achtergrond inname	1,0	20	4,0	2,0
totaal inname	2,0	25,1	4,6	2,96
TDI	5,0	140	50	3,6
% bijdrage depositie-inname aan TDI	20	3,6	1,2	27

Conclusies depositie rond bedrijven

- Het blijkt dat depositie door locale bronnen nauwelijks een bijdrage levert aan verontreiniging van de bodem. In het meest ongunstige geval (kwik depositie van een crematorium) is de bijdrage aan de achtergrondconcentratie hooguit 50%. Bedacht moet worden dat de achtergrondconcentratie van zware metalen op circa de helft van de streefwaarde ligt (Bronswijk, 2003).
- De bijdrage van directe (droge) depositie op gewassen is het meest bepalend voor de blootstelling van de mens. Uitgaande van het gestandaardiseerde scenario is bij de modelberekeningen de bijdrage van de inname via depositie aan de TDI maximaal 26% (arseen bij houtverduurzaming). Uit de depositiemetingen rond het metaalbewerkingsbedrijf volgt een hoogste bijdrage van 27% voor lood.
- De wijze waarop in de onderzoeken de risicoberekeningen zijn uitgevoerd zijn niet geheel conform de rekenmethodiek van CSOIL, die het uitgangspunt is geweest van de module bodemverontreiniging in GES. In CSOIL wordt gerekend met het standaardscenario "wonen met tuin" waarbij het aandeel uit eigen tuin 10% bedraagt of met het scenario "wonen met moestuin" waarbij het aandeel uit eigen tuin 100% bedraagt. Nu is 25% van de groenteconsumptie afkomstig uit de eigen tuin hetgeen natuurlijk ook maar een keuze is. Van meer belang is dat in CSOIL de dagelijkse inname van contaminanten (via bodemingestie, gewasconsumptie e.d.) gemiddeld wordt over de kinderjaren (6 jaar) en de volwassen jaren (64 jaar), behalve voor lood (alleen middeling over de kinderjaren).

Indien dit principe wordt toegepast op de (gestandaardiseerde) risicobeoordeling van depositie dan zal de bijdrage van depositie aan de totale blootstelling nog aanmerkelijk lager zijn.

Depositie rond verkeerswegen

Op grond van een beknopt literatuuronderzoek en gesprekken met deskundigen heeft de GGD Twente in 2003 geadviseerd aan de gemeente Wierden over de impact van een nieuw aan te leggen rondweg op de depositie van met name PAK c.q. B(a)P op de gewassen in de moestuin en de daaraan verbonden gezondheidsrisico's. Op grond van onderzoek te Zaltbommel naar de bijdrage van de A2 aan de verontreiniging van moestuingewassen (Iwaco, 1998) is geconcludeerd dat de depositie van de snelweg even groot is als de landelijke achtergronddepositie. Dat betekent dat de depositie in de buurt van een snelweg twee maal zo groot is ten opzichte van de landelijke achtergronddepositie. Voor de situatie in Wierden is geschat dat door de totale depositie van PAK de B(a)P concentratie in boerenkool 1,18 µg/kg versgewicht zal bedragen, hetgeen bij een inname van 500 gram boerenkool door een volwassene leidt tot een B(a)P inname van 0,0086 µg/kg lg/dag. De TDI bedraagt 0,5 µg/kg lg/dag. De TDI wordt door deze blootstelling voor 1,7% opgevuld. Modelberekeningen konden niet worden toegepast omdat er geen depositiemodel voor lijnbronnen is. Getracht is om het CARII model te combineren met het OPS model maar dat leverde geen betrouwbare uitkomsten op.

In een Frans onderzoek zijn gras- en bodemonsters genomen op circa 10 meter van de rand van de snelweg (Crépineau-Ducoulombier & Rychen, 2003). Verondersteld is dat de gemeten concentraties het gevolg zijn van depositie van PAK afkomstig van de emissies van het wegverkeer. Dit leverde de volgende resultaten op.

Tabel 20. PAK concentraties in bodem en gewas langs een snelweg

Snelweg	PAK-totaal	B(a)P
Bodem mg/kg d.s.	1,3	0,09
Gras mg/kg d.s.	0,19	0,006

De PAK-totaal concentraties in de bodem liggen circa 4x hoger t.o.v. de Nederlandse achtergrondconcentratie in bodem en iets boven het niveau van de streefwaarde (1,0 mg/kg d.s.). Het achtergrondgehalte van PAK-totaal (10 VROM PAK) in gewassen in Oost-Nederland is 0,15 mg/kg d.s. Dit gehalte is niet geheel vergelijkbaar met de gegevens uit het Franse onderzoek omdat daar de 16 EPA PAK zijn geanalyseerd.

Conclusies depositie rond verkeerswegen

Er is slechts weinig onderzoek verricht naar depositie van PAK in de buurt van verkeerswegen. Een voorzichtige schatting is dat de bijdrage van een drukke weg aan de verontreiniging van gewassen door depositie van PAK in dezelfde orde van grootte ligt als de verontreiniging die ontstaat door de achtergronddepositie.

Depositie rond vliegvelden

In het eerder genoemde Franse onderzoek zijn ook gras- en bodemonsters verzameld op 50 meter afstand van de landingsbaan (take-off strip) (Crépineau-Ducoulombier & Rychen, 2003).

Tabel 21. PAK concentraties in bodem en gewas langs een landingsbaan van een vliegveld

Vliegveld	PAK-totaal	B(a)P
Bodem mg/kg d.s.	0,3	0,02
Gras mg/kg d.s.	0,07	0,001

Hieruit wordt geconcludeerd dat de verontreiniging van de bodem door depositie van PAK t.g.v. het vliegverkeer een factor 4 lager is dan langs de snelweg; voor de verontreiniging van het gras geldt dat de depositie langs de startbaan een factor drie lager is dan langs de snelweg.

In een onderzoek naar de depositie van roet en PAK in de (woon)omgeving van T.F. Green Airport in Warwick, Rhode Island is m.b.v. fingerprinting aangetoond dat de roet en PAK depositie in de woonomgeving niet afkomstig is van het vliegveld, maar van de stedelijke achtergrond, met name het wegverkeer (Vanasse Hangen Brustlin Inc., 2006).

Conclusies depositie rond vliegvelden

Er wordt van vliegvelden nauwelijks een bijdrage verwacht aan de depositie van PAK in de omgeving.

Literatuur

- Baars AJ, et al. (2001) – Re-evaluation of human-toxicological maximum permissible risk levels. RIVM rapportnr. 711701025. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.
- Bronswijk JJB et al. (2003) – Landelijk meetnet bodemkwaliteit. Resultaten eerste meetronde 1993 – 1997. RIVM rapportnr. 714801031. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.
- Crépineau-Ducoulombier C & G Rychen (2003) – Assessment of soil and grass Polycyclic Aromatic Hydrocarbon (PAH) contamination levels in agricultural fields located near a motorway and an airport. *Agronomie* 23 (2003) 345–348.
- Iwaco Adviesbureau voor Water en Milieu (1998) – Nader onderzoek De Virieussingel/ Burgwal te Zaltbommel, projectnummer 3355240.
- Liem, AKD *et al.* (1998) – Onderzoek naar de dioxineconcentraties in de bodem als gevolg van de uitstoot van een aluminiumsmelterij. RIVM rapportnr. 609023001. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.
- Mennen, MG *et al.* (1997) – Concentraties van totaal en zeswaardig chroom, arseen en koper in de lucht bij houtverduurzamingsbedrijven in Nederland. Evaluatie van de risico's voor omwonenden. RIVM rapportnr. 609021012. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.
- Mennen, MG *et al.* (1997) – Aanvullend onderzoek naar concentraties koper, chroom en arseen in luchtstof, bodem en gras bij houtverduurzamingsbedrijven in Nederland. RIVM rapportnr. 609021015. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.
- Mennen, MG & S van Dijk (2005) – Beoordeling van de potentiële gezondheidsrisico's voor de omgeving door de emissies van een geplande asfaltcentrale in Meppel. RIVM rapportnr 609023007. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.
- Mennen MG, EM van Putten en P Krystek (2004) – Immissie-, gewas en depositieonderzoek in de omgeving van Van Voorden gieterij te Zaltbommel. RIVM rapportnr. 609021027. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.
- Vanasse Hangen Brustlin Inc. (2006) (draft) – Ambient deposition study T.F.Green Airport Warwick, Rhode Island. Federal Aviation Administration, USA.
- Weerdt, DHJ van de (1997) – Gezondheidskundige beoordeling van de uitstoot van BV Aluminiumsmelterij FHS te Dedemsvaart. Rapportnr. GGD/MMK/027. GGD Regio IJssel-Vecht, Zwolle.
- Weerdt, DHJ van de (1998) – Gezondheidskundige beoordeling van de emissies van BV Aluminiumsmelterij FHS te Dedemsvaart n.a.v. emissiemetingen in juni 1997 en maart 1998. Rapportnr. GGD/MMK/027A. GGD Regio IJssel-Vecht, Zwolle.
- Weerdt, DHJ van de & IR Smidt (1996) – Een crematorium te Almere; blootstelling van omwonenden en gezondheidsrisico's. GGD Flevoland, Lelystad.

Bijlage 2

CAR II berekeningen voor stank van wegverkeer

Wegverkeer en afstand met geurconcentratie 10 ge/m³

Berekeningen zijn uitgevoerd met behulp van CARII versie 6.1 en een bomenfactor van 1,0 en een fractie vrachtverkeer van 0,1.

Verkeers Intensiteit (aantal/etmaal)	Afstand (meter) tot weg-as met geurconcentratie van 10 ge/m ³ (P98)															
	Vd				Vc				Vb				Va*			
	2	3A	3B	4	2	3A	3B	4	2	3A	3B	4	2	3A	3B	4
7.000	<	<	5	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
10.000	<	<	10	6	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
12.500	6	7	14	10	<	<	7	<	<	<	<	<	<	<	<	<
15.000	8	10	16	12	<	<	10	6	<	<	<	<	<	<	<	<
17.500	11	13	19	14	<	5	12	8	<	<	<	<	<	<	<	<
20.000	13	14	21	16	6	8	14	10	<	<	<	<	<	<	<	<
22.500	14	16	23	17	8	10	16	12	<	<	<	<	<	<	<	<
25.000	16	18	24	19	9	11	17	13	<	<	5	<	<	<	<	<
27.500	17	19	26	20	11	13	19	14	<	<	7	<	<	<	<	<
30.000	19	20	29	21	12	14	20	15	<	<	8	<	<	<	5	<
35.000	21	23	>	23	14	16	23	17	<	<	11	7	<	<	8	<
40.000	23	25	>	24	16	18	25	19	<	6	13	9	<	<	10	6
50.000	32	32	>	28	20	21	>	22	8	10	16	12	5	7	13	9
60.000	41	41	>	>	23	24	>	24	11	13	19	14	8	10	16	12
70.000	51	50	>	>	26	28	>	26	13	15	21	16	10	12	18	14
80.000	60	60	>	>	>	>	>	28	15	17	23	18	12	14	20	15
100.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	-	-	18
125.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19	-	-	21
150.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21	-	-	23
175.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24	-	-	25

*: voor snelwegen zijn bij hogere verkeersintensiteiten alleen de afstanden voor wegtype 2 en 4 gegeven.

<: <5 meter

>: >30 meter (bij wegtype 3B zal de afstand van de weg-as tot de gevel van een woning over het algemeen geringer dan 30 meter zijn)

Snelheidstypen

Vd: Stagnerend verkeer, gem. 13 km/uur.

Vc: Normaal stadsverkeer, gemiddeld 19 km/uur.

Vb: Weg met max. 70 km/uur, gem. 44 km/uur.

Va: Weg met max. 100 km/uur, gem. 100 km/uur.

Wegtypen:

2: Aan één zijde of aan beide zijden bebouwing, zeer breed

3A: Beide zijden bebouwing, breed

3B: Beide zijden bebouwing, smal

4: Aan één zijde bebouwing, breed

Bijlage 3

Toelichting update GES

De eerste versie van het Handboek GES Stad & Milieu is verschenen in augustus 2000. Door voortschrijdende beleidsmatige en wetenschappelijke inzichten enerzijds en door ervaringen met GES in de praktijk anderzijds zijn in opdracht van de Ministeries van VWS en VROM twee updates uitgevoerd. In de eerste update versie 1.1 (oktober 2002) zijn met name de modules over geluidhinder (beleidsvernieuwing, verbeterde relatie geluidbelasting – hinder, gecombineerde geluidbelasting) en externe veiligheid (beleidsvernieuwing) geactualiseerd. Daarnaast is de module over wegverkeer en luchtverontreiniging geactualiseerd in verband met het beschikbaar komen van het CAR II rekenmodel. Tevens zijn er enige aanpassingen gemaakt in de module wegverkeer en stank (vernieuwde emissiefactoren). Toegevoegd is een module over bovengrondse hoogspanningslijnen en elektromagnetische velden. In de eerste update is tevens een uitgewerkt voorbeeld van een uitgevoerde GES toegevoegd.

In de tweede update versie 1.2 (juli 2004) is in Deel II een proceshandleiding toegevoegd, waarin richtlijnen gegeven worden voor het uitvoeren van een GES. Hiermee is de door GGD Nederland opgestelde checklist voor een kwalitatieve GES volledig geïntegreerd in dit handboek. Met dit handboek is zowel een kwalitatieve als een kwantitatieve GES uit te voeren. De achtergrondinformatie van de proceshandleiding is beschreven in Deel I, Methodiek GES, paragraaf 2.3.

De geluidmodules zijn aangepast met betrekking tot nieuwe dosis-respons relaties voor slaapverstoring, de effecten van gecombineerde geluidbelasting, de effecten van isolatiemaatregelen in/aan woningen en nieuwe beleidsmatige ontwikkelingen (EU-richtlijnen, MIG). In Deel II is toegevoegd een module voor grafische presentatie van GES-contouren op een achtergrondkaart. Bijgevoegd is een eenvoudig softwarepakket, GES-score Viewer 1.0, met daarbij een gebruikshandleiding. De GES-score Viewer is bedoeld voor het tekenen van GES-contouren op een achtergrondkaart. Voor de gebruiker die meer eisen stelt aan de grafische presentatie is een beschrijving gegeven van een commercieel softwarepakket, XaraX, waarmee eveneens op een relatief eenvoudige wijze GES-contouren op een achtergrondkaart te tekenen zijn. Het pakket biedt zeer veel fraaie grafische mogelijkheden. In de uitwerking van het GES voorbeeld is gebruik gemaakt van XaraX. Het softwarepakket moet echter separaat aangeschaft worden. Verder zijn er diverse kleine inhoudelijke en tekstuele wijzigingen uitgevoerd in enkele modules.

In de derde update versie 1.3 (oktober 2006) is de nieuwe module Waterverkeer en luchtverontreiniging toegevoegd⁷. Aan de module Bedrijven en stank is het onderdeel Intensieve veehouderijen en stank toegevoegd. In de modules Bedrijven en luchtverontreiniging en Wegverkeer en luchtverontreiniging is tevens de bijdrage van atmosferische depositie besproken op basis van een literatuurstudie. Deze literatuurstudie is toegevoegd als bijlage 1. Een grote verandering ten opzichte van versie 1.2 betreft een wijziging in de GES-scores voor luchtverontreiniging, stank, geluid en externe veiligheid, waardoor vrijwel alle modules, (uitgezonderd Bodemverontreiniging en Bovengrondse hoogspanningslijnen) veranderd zijn in de toekenning van GES-scores. Daarnaast zijn de modules waar nodig herzien aan de hand van de inzichten van het moment. De module Bovengrondse hoogspanningslijnen is grotendeels herschreven en aangepast aan de huidige beleidsmatige inzichten. Tenslotte is een samenvatting toegevoegd en zijn alle modules, de beschrijving van XaraX/XaraXtreme, de voorbeelden en de Excelbestanden aangepast.

⁷ Door het toevoegen van deze nieuwe module zijn de letters van de modules verschoven ten opzichte van de vorige versies.

In de vierde update versie 1.4 (september 2008) zijn de meeste modules geactualiseerd en is een aantal modules aanmerkelijk herzien c.q. aangevuld. De module Bedrijven en luchtverontreiniging is aangevuld met een pré-screening conform de IPPC methode. De module Bedrijven en stank is geactualiseerd i.v.m. de Wet Geurhinder en veehouderij per 01-01-2007. De module Bedrijven en geluidhinder is aangevuld met een hoofdstuk over geluidhinder van windturbines. De module Wegverkeer en luchtverontreiniging is geactualiseerd i.v.m. de Wet Luchtverontreiniging. Daarnaast zijn wijzigingen aangebracht in de GES-scores voor fijn stof van zowel PM_{10} als $PM_{2,5}$ en is een hoofdstuk opgenomen over de invloed van groen op de luchtkwaliteit. De module Wegverkeer en stank is aangepast aan de nieuwe CARII versie. De module Bodemverontreiniging is herschreven i.v.m. het Besluit bodemkwaliteit en de Circulaire bodemsanering 2008. Op grond hiervan zijn de GES beoordeling en de GES-scores gewijzigd. De modules betreffende geluid en externe veiligheid zijn conform de huidige inzichten geactualiseerd. De klassenindeling van de tabellen met GES-scores is aangepast zodat duidelijk is waar een klasse begint en eindigt. Tenslotte is het voorbeeld van de uitvoering van een GES aangepast aan de veranderingen ten opzichte van de derde update.

Bijlage 4

Leden begeleidingscommissie

De vierde update van het rapport is tot stand gekomen onder de supervisie van een begeleidingscommissie, waarin zitting hadden:

Mw. M.E. Post, voorzitter, Ministerie van VROM/DGM/LMV

Mw. J.E. van Barneveld, Ministerie van VWS/Publieke Gezondheid/OGZ

Mw. A. Dusseldorp, RIVM/IMG

Mw. I.G. Akkersdijk, GGD Zuid-Holland Zuid

Dhr. C.J.M. van den Bogaard, Ministerie van VROM/Inspectie Milieuhygiëne

Dhr. L. Florijn, Ministerie van VROM/DGM/LMV

Dhr. M. de Vries, GGD Nederland

Dhr. M. Rothert, Vereniging van Nederlandse Gemeenten

Voor het maken van dit rapport hebben opnieuw verschillende personen de nodige gegevens aangeleverd. Ook hebben zij mede de richting aangegeven waarin de Gezondheidseffect-screening zich verder heeft ontwikkeld.

Wij bedanken de volgende personen voor hun bijdrage:

Mw. M. Bongers (Infomil), Mw. M. de Cleen (VROM), Dhr. A. Bezemer (VROM), Dhr. M. van den Berg (VROM), Dhr. K. Krijgsheld (VROM), Dhr. S. Buitenkamp (VROM), Dhr. D. Houthuijs (RIVM), Dhr. P. Otte (RIVM), Dhr. P. Fischer (RIVM), Dhr. B. Brunekreef (IRAS), Dhr. G. Hoek (IRAS).

DEEL II

Handleiding GES

Stad & Milieu

DEEL II
HANDLEIDING GEZONDHEIDSEFFECTSCREENING (GES)
STAD & MILIEU

Inhoudsopgave

1. Richtlijn voor het uitvoeren van een GES	211
2. Hoofdpijnen handleiding	215
3. Handleiding per module	219
A Bedrijven en luchtverontreiniging	221
B Bedrijven en stank	231
C Bedrijven en geluidhinder	239
D Bedrijven en externe veiligheid	241
E Wegverkeer en luchtverontreiniging	245
F Wegverkeer en stank	251
G Wegverkeer en geluidhinder	253
H Wegverkeer en externe veiligheid	257
I Railverkeer en geluidhinder	259
J Railverkeer en externe veiligheid	261
K Waterverkeer en luchtverontreiniging	263
L Waterverkeer en geluidhinder	267
M Waterverkeer en externe veiligheid	271
N Vliegverkeer en stank	273
O Vliegverkeer en geluidhinder	275
P Vliegverkeer en externe veiligheid	277
Q Bodemverontreiniging	279
R Bovengrondse hoogspanningslijnen en elektromagnetische velden	283
4. Verzamelstaat maximale GES-score	285
5. Grafische presentatie	287
5.1 GES-score Viewer	288
5.2 XaraX / XaraXtreme	297
5.3 Gebruik Excel grafiekbestand	309
6. Voorbeeld van uitvoering van een GES	311
Bijlage 1: Gebruiksaanwijzing Excel grafiekbestand op bijgeleverde CD-Rom	327
Bijlage 2: Voorbeeld van tabellen en grafieken	329

1. Richtlijn voor het uitvoeren van een GES

Vorbereiding

Alvorens gestart wordt met de GES is het zinnig om na te gaan of aan de voorwaarden voor het gebruik van GES voldaan is. Deze voorwaarden geven waarborgen dat de uitvoering van een GES voor de planontwikkeling een meerwaarde heeft en dat met de resultaten rekening gehouden wordt.

In hoofdstuk 2.3 van het hoofddocument (deel 1) is aangegeven dat het gaat om beantwoording van de volgende vragen:

1. Is duidelijk wat het doel van de uitvoering van de GES is?
2. Is de betrokkenen bij de planvorming duidelijk welke producten geleverd worden?
3. Is duidelijk wat de mogelijkheden én de onmogelijkheden zijn van GES?
4. Bevindt de planvorming zich nog in een vroege fase?
5. Is er de wil om op basis van de mogelijke uitkomsten van de GES wijzigingen in het plan door te voeren?
6. Is duidelijk in welke context de GES zich afspeelt (voorgeschiedenis, krachtenveld)
7. Zijn er in voldoende mate blootstellingsgegevens beschikbaar?
8. Is de benodigde tijdsinvestering over een langere periode te leveren?
9. Zijn er afspraken gemaakt over:
 - Wie de opdrachtgever is
 - Het doel van de GES
 - Aan wie wordt gerapporteerd
 - In welke vorm en wanneer wordt gerapporteerd of geadviseerd

Voor de achtergrond van deze vragen wordt verwezen naar hoofdstuk 2.3 van deel 1 van dit handboek.

Zijn deze vragen naar tevredenheid beantwoord dan kan gestart worden met het uitvoeren van de GES.

Globale inventarisatie van de bronnen en milieufactoren

Allereerst worden de bronnen en milieufactoren, die mogelijk invloed hebben op het plangebied, geïnterviewd. Worden er meer planvarianten opgesteld, dan wordt deze inventarisatie zo nodig per variant uitgevoerd.

Het gaat hierbij om de volgende bronnen:

- Bedrijf dat externe veiligheidsrisico's, stank of luchtverontreiniging levert
- Drukke verkeersweg
- Spoorlijn
- Drukke vaarweg
- Vliegveld
- Verontreinigde bodem
- Hoogspanningslijnen

De volgende milieufactoren worden onderscheiden: luchtverontreiniging, geluid, stank, externe veiligheid en elektromagnetische velden.

Kwantificering met behulp van de Handleiding GES

Methoden

Uit de globale inventarisatie volgt welke bronnen nader beschouwd moeten worden. In de tweede stap van de GES worden deze bronnen gekwantificeerd.

In grote lijnen volgt GES hierbij het spoor van bronidentificatie, emissie, verspreiding, blootstelling op gegeven locaties en bepaling van het aantal blootgestelden aan de hand van het aantal woningen. Er is voor gekozen om de blootstelling in zogenaamde **GES-scores** aan te geven. Hieraan wordt een **woningscore** gekoppeld.

Voor het volgen van dit spoor biedt de Handleiding GES een stappenplan dat voor 18 modules is opgesteld.

Beschrijving van de benodigde gegevens

Voor het doorlopen van de modules is meestal informatie nodig van andere diensten.

Meestal zal dit de milieudienst betreffen.

Het is handzaam gebleken voordat de modules doorlopen worden eerst een schema op te stellen van de gegevens die nodig zijn:

- Blootstellinggegevens van elke te beschouwen bron en milieufactor.
- Per bron en milieufactor wordt aangegeven welke blootstellingklassen voor de GES-scores gehanteerd worden.

Veelal zijn bijvoorbeeld geluidbelastingen beschikbaar, maar worden die in andere klassen weergegeven dan die bij GES aangehouden worden (5 dB(A) klassen).

Naast aanlevering van emissie of verspreidingsgegevens voor de verschillende compartimenten is het nodig te beschikken over een kaart van het te onderzoeken gebied. Een kaart met een schaalgrootte van 1:1.000 voldoet hieraan. Wellicht dat sommige kaarten van een schaal 1:5.000 of 1:10.000 hier ook aan kunnen voldoen. Als het aantal woningen maar grofweg bepaald kan worden.

Om GES-scores in de vorm van contouren op een achtergrondkaart te tekenen met behulp van de grafische software is het wenselijk om te beschikken over een digitale kaart, die ingelezen kan worden in het softwareprogramma. Voor een beschrijving van de grafische software wordt verwezen naar hoofdstuk 5 van deze handleiding.

Zodra de gegevens beschikbaar zijn kunnen de modules doorlopen worden.

Het is denkbaar dat in bepaalde gevallen de nodige gegevens niet aangeleverd kunnen worden zonder opnieuw metingen of berekeningen te doen. De GGD zal moeten proberen deze gegevens alsnog aangeleverd te krijgen voor een volledig beeld van GES.

Het doorlopen van de modules uit de handleiding GES

Als resultaat van de handleiding krijgt men voor verschillende onderdelen een GES-score die een kwantificering geeft van de blootstelling in een bepaald gebied. Daaraan gekoppeld krijgt men voor de verschillende onderdelen een woningscore die een indicatie is voor het aantal blootgestelden op een bepaalde locatie. Per GES-score wordt namelijk vastgesteld welke aantallen woningen binnen de vastgestelde contouren vallen.

Het is mogelijk dat binnen een bepaald gebied niet alleen gebouwen met uitsluitend woonbestemming voorkomen. Te denken valt aan scholen, kantoren, verpleeghuizen, stadions. Er is in de Handleiding GES voor gekozen om deze nadere gebouwen mee te wegen in de beoordeling. In de Handleiding GES bestaat de mogelijkheid om de andere gebouwen te vertalen naar woningen. Elk ander gebouw, zijnde geen particuliere woning, krijgt dan een zogenaamde woningscore naar ratio van gebruikersaantallen en verblijfsduur. Het verdient aanbeveling in de rapportage hiervan een aantekening te maken. Er is geen rekening gehouden met gevoelige groepen of bestemmingen.

De GES-scores voor de verschillende bronnen en milieufactoren met aantallen woningen of personen worden verzameld in een grafiek. Op de kaart worden de locaties van de hogere GES-scores door middel van contouren weergegeven.

De gebruikte methode geeft een grove indeling. Het is niet de bedoeling de scores voor de verschillende milieuaspecten direct met elkaar te vergelijken. Ieder milieuaspect moet op zich beoordeeld worden. Het totaal van scores geeft een indruk van de belasting van een bepaald gebied. Een dergelijk overzicht kan gebruikt worden om te vergelijken met een indruk van de belasting op een ander tijdstip in hetzelfde gebied, of met een situatie na een beoogde verandering.

Voordat men de GES gaat uitvoeren moet men vaststellen of voor de gehele locatie een GES-score bepaald wordt of alleen voor dat deel waar de hoogste blootstelling en dus de hoogste GES-score is. De handleiding biedt de mogelijkheid om scores vast te stellen ook voor die delen van een locatie met lagere blootstelling en dus een lagere GES-score.

Rapportage

Om de GES uitkomsten een rol te laten spelen in de planontwikkeling kan het raadzaam zijn tussentijds te rapporteren. Deze rapportages kunnen bijvoorbeeld bestaan uit kaarten met GES-contourvlakken, een staafdiagram met hoogste GES-scores en woonscores en een korte toelichting.

In een eindrapport kan het volgende aan bod komen:

- 3 De aanleiding tot het uitvoeren van de GES
- 4 Een korte procesbeschrijving
- 5 Korte beschrijving van het plan of de planvarianten
- 6 Korte beschrijving van de GES-methode
- 7 Beschrijving van de gezondheidsaspecten van de verschillende milieufactoren
- 8 Korte onderbouwing van de beschouwde bronnen en milieufactoren: welke zijn wel/niet meegenomen en waarom
- 9 Beschrijving per module:
 - Waarop zijn de blootstellinggegevens gebaseerd
 - GES-scores met bijbehorende aantal woningen of personen
Hierbij wordt onderscheid gemaakt in een achtergrondconcentratie en de bijdrage van de betreffende bron.
- 10 Conclusies:
 - Een grafiek met hoogste GES-scores en aantal belaste woningen of personen
 - Kaart met GES-contourvlakken: gezondheidskundige knelpunten
 - Vergelijking van planvarianten
 - Gezondheidskundige interpretatie
- 11 Advies:
 - Brongerichte en sturende aanbevelingen:
 - bij welke bronnen zouden maatregelen gezondheidswinst op kunnen leveren
 - welke maatregelen zijn te nemen
 - Zo mogelijk wordt aangegeven wat de effecten zijn van aanbevelingen: wordt het plan verbeterd door bijvoorbeeld lagere GES-scores (betere milieugezondheidskwaliteit) of minder mensen in hoge GES-scores (met slechte milieugezondheidskwaliteit). Geadviseerd wordt om daarnaast de effecten zoveel mogelijk uit te drukken in de gezondheidskundige eindtermen door terug te grijpen op de beschrijving van de gezondheidsaspecten van de verschillende milieufactoren: bijvoorbeeld minder ernstig gehinderden of vermindering van vroegtijdige sterfte.

Tenslotte

De gebruikers moeten zich er van bewust zijn dat de praktijk niet altijd volledig in een model gepast kan worden. Een ieder moet de handleiding voor het bepalen van GES-scores naar eigen goeddunken, met gezond verstand en met kennis over milieu en gezondheid toepassen.

2. Hoofdpijnen handleiding

Voor de uitvoering van een gezondheidseffectscreening van ruimtelijke plannen dienen de volgende stappen te worden genomen:

- 1 **Ga na of aan de voorwaarden voor gebruik van GES voldaan is.**
Beantwoord hiervoor de in hoofdstuk 1 bij de voorbereiding gestelde vragen.
- 2 **Stel vast voor welke bronnen/milieufactoren de kwantitatieve GES uitgevoerd moet worden.**
Inventariseer globaal de bronnen en milieufactoren, die mogelijk invloed hebben op het plangebied.
Het gaat hierbij om de volgende bronnen:
 - Bedrijf dat externe veiligheidsrisico's, stank of luchtverontreiniging levert
 - Drukke verkeersweg
 - Spoorlijn
 - Drukke vaarweg
 - Vliegveld
 - Verontreinigde bodem
 - HoogspanningslijnenDe volgende milieufactoren worden onderscheiden: luchtverontreiniging, geluid, stank, externe veiligheid en elektromagnetische velden.
- 3 **Kies topografische kaarten met de meest handige schaalgrootte voor de weergave van de bebouwing en infrastructuur en voor het aanbrengen van de GES-contouren.**
Gebruik de kaarten waarop de plannen van een project staan aangegeven als uitgangspunt. De benodigde schaalgrootte is meestal 1 : 10.000.
Gebruik een huisnummerkaart met schaalgrootte 1 : 1000 om te bepalen hoeveel woningen belast worden. Voor een grove schatting van de bebouwing kan volstaan worden met een schaalgrootte van 1 : 10.000. Indien een grafisch softwareprogramma gebruikt wordt is het wenselijk te beschikken over digitale kaarten. Gebruik transparante sheets of een grafisch softwareprogramma om de GES contouren te tekenen zodat de contouren over elkaar heen geprojecteerd kunnen worden.
- 4 **Maak een definitieve selectie van de relevante bronnen en milieuaspecten die in de GES opgenomen moeten worden en kies de modules die doorlopen moeten worden. Teken deze bronnen op de topografische kaarten.**
Gebruik de informatie van de inventarisatie van bronnen en milieuaspecten (stap 1) en vul deze aan met gegevens van de gemeentelijke, regionale of provinciale milieudienst. Er wordt gekozen uit de volgende te doorlopen modules:
 - A Bedrijven en Luchtverontreiniging
 - B Bedrijven en Stank
 - C Bedrijven en Geluid
 - D Bedrijven en Externe Veiligheid
 - E Wegverkeer en Luchtverontreiniging
 - F Wegverkeer en Stank
 - G Wegverkeer en Geluid
 - H Wegverkeer en Externe Veiligheid
 - I Railverkeer en Geluid
 - J Railverkeer en Externe Veiligheid
 - K Waterverkeer en luchtverontreiniging
 - L Waterverkeer en Geluid
 - M Waterverkeer en Externe Veiligheid
 - N Vliegverkeer en Stank

- O Vliegverkeer en Geluid
- P Vliegverkeer en Externe Veiligheid
- Q Bodemverontreiniging
- R Bovengrondse hoogspanningsleidingen en elektromagnetische velden

5 Maak een overzicht van benodigde gegevens

Stel een schema op van benodigde gegevens per bron en milieufactor. Geef hierbij aan welke blootstellingklassen voor de GES-scores gehanteerd worden. Inventariseer vervolgens welke gegevens beschikbaar zijn en welke gegevens nog ontbreken. Ga na of de ontbrekende gegevens op korte termijn geleverd kunnen worden.

6 Doorloop de gekozen modules stapsgewijs en volg daarbij de structuur die per module is aangegeven in de handleiding.

De stappen die genomen moeten worden zijn:

- Verzamel informatie over de emissie van de bron
- Bepaal de verspreiding
- Bepaal de GES-score en de afstand waarop deze bereikt wordt

In het hoofdrapport is per module aangegeven hoe deze gegevens verkregen kunnen worden.

7 Bepaal voor luchtverontreiniging tevens de achtergrondconcentratie.

In het hoofdrapport is aangegeven hoe deze gegevens verkregen kunnen worden.

8 Geef rond elke bron voor elk milieuaspect de GES-score en de afstand tot de bron waar deze score geldt. Plaats deze getallen in de verzamelstaat.

Aan het eind van de handleiding, na de laatste module, is een verzamelstaat gegeven waarin de verzamelde GES-scores en woningscores opgenomen kunnen worden.

9 Teken de contouren van de verschillende GES-scores voor elke milieufactor op doorzichtige sheets of maak gebruik van een grafisch softwarepakket. Gebruik dezelfde schaalgrootte als de kaart.

Zo ontstaan sheets voor luchtverontreiniging, stank, geluid, externe veiligheid en bodemverontreiniging. In sommige gevallen zullen meerdere sheets nodig zijn als het om meerdere stoffen gaat. Bij het gebruik van grafische software ontstaan contouren van GES-scores die op de achtergrondkaart getekend zijn. Afhankelijk van de complexiteit van het project kunnen meerdere kaarten getekend worden.

10 Leg de sheets op de kaart en geef een woningscore aan de hand van het aantal woningen dat binnen de contouren valt. Maak voor bijzondere gebouwen een omrekening naar het surrogaat aantal woningen. Bij gebruik van grafische software kan de woningscore aan de hand van de contouren op de kaart direct bepaald worden.

De volgende indeling wordt hierbij gehanteerd:

Aantal woningen	Woningscore
0	0
<10	1
10 – 100	2
100 – 1000	3
> 1000	4

Als het beschouwde gebied minder dan 1000 woningen omvat meldt dan in de rapportage dat woningscore 4 niet gehaald wordt.

Stel vast of in het gebied bijzondere gebouwen aanwezig zijn die gedurende een bepaalde tijd van de dag grote aantallen mensen bevatten, bijvoorbeeld scholen of kantoren. Meldt afwijkende gebouwen op de verzamelstaat. Bepaal de woningscore voor het bijzondere gebouw aan de hand van het surrogaat aantal woningen. Voor een aantal bijzondere gebouwen is een schatting gemaakt van de deelfactor (zie onderstaande tabel). Deel het aantal aanwezige personen door de deelfactor en daaruit volgt het overeenkomstige aantal woningen. Bijvoorbeeld: een school met 400 leerlingen komt overeen met 50 woningen (400:8).

Een toelichting wordt gegeven in hoofdstuk 2.2 van Deel 1 van het handboek.

Soort gebouw	Aantal personen	Deelfactor (24 uur : verblijfsduur) x 2	= Aantal woningen (aantal personen delen door deelfactor)
school		8	
kinderdagverblijf		6	
winkelcentrum		24	
stadion		336	
ziekenhuis, verpleeghuis		3	
sport- en activiteiten-gebouw		8	
kantoor		6	

11 Vul de hoogste GES-score per milieuaspect en bijbehorende woningscore in het bijgeleverde Excel bestand. Vul ook voor luchtverontreiniging de GES-score van het achtergrondgehalte in. Zo ontstaat een grafiek met GES-scores en bijbehorende woningscore.

Hierin kan in een afwijkende kleur het regionale achtergrondgehalte aangegeven worden.

Variant 1: Het is mogelijk dat de hoogste GES-score alleen voor een klein gebied geldt. Het is dan onduidelijk (zonder geografische beoordeling) in welke mate een lagere GES-score voor een groter gebied geldt. Misschien dat een iets lagere GES-score wel relevant is voor het gehele gebied. Als dit in beeld gebracht moet worden dan zal in het Excel grafiekbestand ook de lagere GES-scores ingevuld moeten worden met de daarbij horende woningscore.

Variant 2: Het is mogelijk om voor één locatie een GES-score op te maken. Er wordt dan geen woningscore ingevuld, maar alleen de GES-score voor die specifieke locatie.

De eindproducten van GES zijn:

- Een grafiek van alle bronnen en milieufactoren met bijbehorende GES-scores en woningscore. Ook bestaat de mogelijkheid om per bron/milieufactor een grafiek te maken voor de verschillende woningscores.
- Kaarten met GES-score contouren per milieufactor luchtverontreiniging, stank, geluid, externe veiligheid en bodemverontreiniging en/of combinaties van milieufactoren.

3. Handleiding per module

A - Bedrijven en luchtverontreiniging

1 Ga na of luchtverontreiniging als gevolg van (industriële) bedrijvigheid een rol speelt en stel de emissies vast.

- Vraag bij de gemeente of provincie of er emissiemetingen zijn verricht.
- Vraag bij de gemeente die milieuvergunningen verleent of het betreffende bedrijf een milieuvergunning heeft: staat er informatie over de toegestane aard en hoeveelheid van de emissie?
- Indien er geen milieuvergunning is, ga dan na of het Activiteitenbesluit algemene emissie-eisen stelt voor de bedrijfsactiviteiten
- Raadpleeg de Nederlandse Emissie Richtlijnen (NeR): zijn er richtlijnen voor de emissie van de bedrijfstak of algemene emissie-eisen voor door het bedrijf uitgestoten stoffen?
- Zijn er geen emissiegegevens bekend, vraag dan bij de Landelijke Emissieregistratie gegevens op van de emissies van het bedrijf.
- Speelt luchtverontreiniging een rol en zijn emissies bekend, geef deze dan per stof aan in de volgende tabel.

Stof	Emissiemeting	Toegestane emissie in vergunning	Emissie-eisen NeR	Landelijke emissie registratie

2 Ga na of met verspreidingsberekeningen concentraties in de omgeving van het bedrijf zijn vastgesteld.

Er zijn verspreidingsberekeningen beschikbaar:

- Ga na hoe actueel de berekeningen zijn en of het Nieuw Nationaal Model is gebruikt (Stacks of Pluim Plus).
- Bij de berekeningen wordt over het algemeen de achtergrondconcentratie betrokken. Ga na welke achtergrondconcentratie gehanteerd is.
- Ga verder naar 4.

Er zijn geen verspreidingsberekeningen beschikbaar:

- Laat zo mogelijk door de gemeente of provincie verspreidingsberekeningen uitvoeren met het Nieuw Nationale Model of in geval van PM₁₀ en NO₂ met het vereenvoudigde model ISL3a. Is dit mogelijk, ga dan verder naar 4.

Is dit niet mogelijk: ga naar 3.

3 Schat de concentraties in de omgeving met behulp van de eerste beoordelingsmethode IPPC.

Er zijn tabellen opgesteld waarmee immissieconcentraties (jaargemiddelde en 98-percentiel) op basis van de emissiesterkte, de schoorsteenhoogte en –temperatuur geschat kunnen worden. De tabellen zijn opgesteld met een ‘standaard’-emissie van 1 kg/uur en 1.000×10^6 ge/uur.

Eerst wordt de emissie voor de verschillende luchtverontreinigende componenten van het bedrijf bepaald. Deze emissie wordt in dezelfde eenheden (kg/uur of ge/uur) uitgedrukt. Aan de hand van de schoorsteentemperatuur wordt eerst de juiste tabel gekozen. Vervolgens worden de immissieconcentraties in de rij van de juiste schoorsteenhoogte afgelezen en vermenigvuldigd met de emissiesterkte (t.o.v. de standaardemissie).

a. Bepaal voor elke stof de totale emissie in kg/uur of ge/uur.

▪ **De emissie is uitgedrukt in een andere eenheid**

Is de emissie uitgedrukt in kg/m^3 of ge/m^3 , dan kan deze als volgt omgerekend worden naar kg/uur of ge/uur :

Als het debiet (m^3/uur) bekend is:

$$\text{Emissie (kg/uur)} = \text{Emissie (kg/m}^3) \times \text{Debiet (m}^3/\text{uur)}$$

Als de uitstroomsnelheid en de diameter van de schoorsteen bekend is:

$$\text{Emissie (kg/uur)} = \text{Emissie (kg/m}^3) \times \text{Snelheid (m/s)} \times 3.600 \times \pi(0,5 \times \text{Diameter})^2 \text{ (m}^2)$$

▪ **Er zijn verschillende emissiepunten**

Als er verschillende emissiepunten zijn, tel dan de emissie per stof van de verschillende bronnen bij elkaar op.

Is er een erg groot verschil in temperatuur ($> 50\text{ }^\circ\text{C}$ of $> 50\text{ K}$) of schoorsteenhoogte tussen de verschillende bronnen, groepeer dan de bronnen met globaal dezelfde temperatuur of schoorsteenhoogte. Tel dan de emissies in elke groep bij elkaar op.

Is er een groot verschil in temperatuur, maar liggen alle temperaturen boven $100\text{ }^\circ\text{C}$ of 373 K dan kunnen alle emissies wel bij elkaar opgeteld worden.

▪ **Er is geen volcontinue bedrijfsvoering**

Is er geen volcontinue bedrijfsvoering vermenigvuldig dan de totale emissie met de fractie van het jaar dat het bedrijf in werking is.

▪ **Alleen de emissie van NO_x en niet van NO_2 is bekend**

NO_x is een mengsel van NO en NO_2 . Het Nieuw Nationaal Model (NNM) gebruikt voor de fractie NO_2 bij het emissiepunt 5%. Na het verlaten van het emissiepunt zal, onder invloed van ozon en zonlicht, de fractie NO_2 groter worden. Het NNM houdt rekening met de verschuivende verhouding op verschillende afstanden van het emissiepunt. Wordt bij de eerste beoordelingsmethode IPPC als NO_2 -fractie 50% genomen, dan worden de concentraties volgend uit de verspreidingsberekeningen in dezelfde orde van grootte overschat als bij andere stoffen. Op basis hiervan wordt aanbevolen om deze fractie te hanteren.

Bereken de emissie van NO_2 als volgt:

$$\text{Emissie NO}_2 = 0,5 \times \text{Emissie NO}_x$$

b. Bepaal voor elke stof de verhouding tussen de totale (voor alle bronnen of voor elke groep bronnen) emissieconcentratie en de standaardemissie

$$\text{Factor} = \text{Totale emissie (kg/uur)} / 1 \text{ (kg/uur)}$$

c. Bepaal de temperatuur van de afgassen

Er kan gekozen worden uit:

12 °C	285 K
50 °C	323 K
100 °C	373 K

- Is de temperatuur tussen 12 en 50 of tussen 50 en 100 °C, kies dan de laagste temperatuur, dus respectievelijk 12 of 50 °C.
- Is de temperatuur iets, circa 5 °C, lager dan 50 °C of 100 °C, kies dan voor de hoogste temperatuur, dus respectievelijk 50 of 100 °C.

d. Bepaal de schoorsteenhoogte

Er kan gekozen worden uit:

5 m.
10 m.
15 m.
20 m.
25 m.
30 m.
50 m.

Ligt de schoorsteenhoogte tussen twee hierboven genoemde hoogten in, kies dan voor de laagste schoorsteenhoogte.

e. Kies voor het schatten van jaargemiddelde immissieconcentraties of voor P98-immissieconcentraties

- Voor luchtverontreiniging wordt in principe gebruik gemaakt van de tabel voor de schatting van jaargemiddelde immissieconcentraties.
- In de volgende gevallen wordt de P98-tabel gebruikt:
 - Als gezondheidskundige advieswaarden of grenswaarden in het 98-percentiel zijn uitgedrukt, zoals bij CO.
 - Als men meer inzicht wil krijgen in piekconcentraties (van het uurgemiddelde).

f. Schat op basis van de emissieconcentratie, temperatuur en schoorsteenhoogte de immissieconcentraties op verschillende afstanden.

- Kies de tabel van de gekozen temperatuur en lees in de rij van de gekozen schoorsteenhoogte de immissieconcentraties op verschillende afstanden af. De vetgedrukte immissieconcentraties geven de maximale concentratie aan.
- Vermenigvuldig de immissieconcentraties telkens met de bij b. bepaalde verhoudingsfactor.

In geval dat totale emissies per groep emissiepunten zijn bepaald:

- Vermenigvuldig de immissieconcentraties telkens met de bij b. bepaalde verhoudingsfactor voor elke groep emissiepunten.
- Tel de immissieconcentraties als gevolg van de verschillende groepen emissiepunten bij elkaar op.

4 Bepaal voor elke stof de achtergrondconcentratie.

- In geval er recente verspreidingsberekeningen zijn gedaan neem dan de bij deze berekeningen gehanteerde achtergrondconcentraties.
- Er zijn voor een groot aantal stoffen achtergrondconcentraties verzameld. Deze zijn opgenomen in het hoofddocument Module A Bedrijven en luchtverontreiniging.
- Sommige stoffen, zoals CO, PM₁₀, NO₂ en fluoride, vertonen een grote ruimtelijke variatie in Nederland. Voor deze stoffen wordt geadviseerd om de lokaal heersende achtergrondconcentraties te nemen. Voor de verkeersgerelateerde stoffen is hiervoor de website van de grootschalige concentraties Nederland (GCN-kaarten) van het MNP beschikbaar (www.mnp.nl/nl/themasites/gcn/index.html). Ook op de website van het milieu- en natuurcompendium van het RIVM (www.milieuennatuurcompendium.nl) zijn gegevens over de ruimtelijke variatie van achtergrondconcentraties van o.a. verkeersgerelateerde stoffen, zware metalen en ammoniak beschikbaar.

5 Bepaal het Maximaal Toelaatbaar Risico (MTR) van de verschillende stoffen.

- Ga na of de stof carcinogeen (volgens de lijst van IARC Group 1) of toxisch is.
- Bepaal het MTR en VR (carcinogene stoffen) of de streefwaarde (toxische stoffen).
- Raadpleeg hiervoor de module A bedrijven en luchtverontreiniging, waarin een tabel is opgenomen met gezondheidkundige advieswaarden of MTR's.
- Komt de stof in deze tabel niet voor raadpleeg dan het RIVM, de Gezondheidsraad, de "Air Quality Guidelines" van de Wereldgezondheidsorganisatie (WHO) en de website van het ministerie van VROM (www.minvrom.nl).
- Vul de volgende tabel in:

Stoffen	MTR	VR	Streefwaarde	Lokale achtergrondwaarde	Carcinogene of toxische stof

6 Bepaal voor elke stof GES-scores en bijbehorende afstanden op basis van de concentratie inclusief achtergrondconcentratie.

- Bepaal voor elke stof de GES-score voor de maximale immissieconcentratie (inclusief de achtergrondconcentratie)
 - Bepaal voor elke stof de GES-score voor de achtergrondconcentratie
- Hiervoor kan het volgende algemene toetsingskader gebruikt worden:

Carcinogene stoffen

Risico bij levenslange blootstelling	GES-score	Opmerkingen
$< 1 \times 10^{-6}$	0	$< 0,01 \times \text{MTR}$
$0,01 \times 10^{-4} - 0,1 \times 10^{-4}$	2	$0,01 - 0,1 \times \text{MTR}$
$0,1 \times 10^{-4} - 0,5 \times 10^{-4}$	3	$0,1 - 0,5 \times \text{MTR}$
$0,5 \times 10^{-4} - 0,75 \times 10^{-4}$	4	$0,5 - 0,75 \times \text{MTR}$
$0,75 \times 10^{-4} - 1 \times 10^{-4}$	5	$0,75 - 1,0 \times \text{MTR}$
$\geq 1 \times 10^{-4}$	6	Overschrijding MTR

Toxische stoffen

Concentratie	GES-score	Opmerkingen
< streefwaarde	0	Onder streefwaarde
Tussen streefwaarde en 0,1 MTR	2	Als geen streefwaarde bekend is dan kan $0,01 \times \text{MTR}$ gehanteerd worden
$0,1 - 0,5 \times \text{MTR}$	3	
$0,5 - 0,75 \times \text{MTR}$	4	
$0,75 - 1,0 \times \text{MTR}$	5	
$\geq 1,0 \text{ MTR}$	6	Overschrijding MTR

Voor een groot aantal stoffen is dit toetsingskader nader ingevuld. Voor de indeling van GES-scores voor PM₁₀ en NO₂ wordt verwezen naar Module E Wegverkeer en luchtverontreiniging.

Concentraties zijn jaargemiddeld in µg/m³ aangegeven, tenzij anders vermeld.

Stof	GES 2 0,01 – 0,1 MTR	GES 3 0,1 – 0,5 MTR	GES 4 0,5 – 0,75 MTR	GES 5 0,75 – 1,0 MTR	GES 6 > MTR
GECHLOOREERDE KOOLWATERSTOFFEN					
1,1,1-trichloorethaan	4 - 38	38 - 190	190 - 285	285 - 380	> 380
1,2-dichloorethaan	0,5 - 5	5 - 24	24 - 36	36 - 48	> 48
1,2-dichlooretheen	0,3 - 3 0,6 - 6	3 - 15 6 - 30	15 - 23 30 - 46	23 - 30 46 - 60	> 30 > 60
Trichlooretheen	2 - 20	20 - 100	100 - 150	150 - 200	> 200
Tetrachlooretheen	3 - 25	25 - 125	125 - 188	188 - 250	> 250
1,2-dichloorpropaan	0,1 - 1,2	1,2 - 6	6 - 9	9 - 12	> 12
1,4-dichloor-benzeen	7 - 67	67 - 335	335 - 503	503 - 670	> 670
Dichloorbenzenen (som)	6 - 60	60 - 300	300 - 450	450 - 600	> 600
Chloorbenzeen	5 - 50	50 - 250	250 - 375	375 - 500	> 500
Trichloorbenzenen (som)	0,5 - 5	5 - 25	25 - 38	38 - 50	> 50
Dichloormethaan	30 - 300	300 - 1.500	1.500 - 2.250	2.250 - 3.000	> 3.000
Trichloormethaan (chloroform)	1 - 10	10 - 50	50 - 75	75 - 100	> 100
Tetrachloormethaan	0,6 - 6	6 - 30	30 - 45	45 - 60	> 60
Vinylchloride	0,04 - 0,36	0,36 - 1,8	1,8 - 2,7	2,7 - 3,6	> 3,6
Polychloorbifenylen (PCB's), niet dioxineachtigen	0,005 - 0,05	0,05 - 0,25	0,25 - 0,38	0,38 - 0,5	> 0,5
Dioxinen (in i-TEQ)	0,7.10 ⁻⁷ - 0,7.10 ⁻⁶	0,7.10 ⁻⁶ - 3,5.10 ⁻⁶	3,5.10 ⁻⁶ - 5,3.10 ⁻⁶	5,3.10 ⁻⁶ - 7.10 ⁻⁶	> 7.10 ⁻⁶
AROMATISCHE VERBINDINGEN					
Benzeen*	0,2 - 5	5 - 10	10 - 15	15 - 20	> 20
Tolueen	4 - 40	40 - 200	200 - 300	300 - 400	> 400
Xylenen	9 - 87	87 - 435	435 - 653	653 - 870	> 870
Ethylbenzeen	8 - 77	77 - 385	385 - 578	578 - 770	> 770
Trimethylbenzenen (som)	9 - 87	87 - 435	435 - 653	653 - 870	> 870
Ethyltoluenen (som)	9 - 87	87 - 435	435 - 653	653 - 870	> 870
m/p- en o-Cresol	2 - 17	17 - 85	85 - 128	128 - 170	> 170
Styreen	9 - 90	90 - 450	450 - 675	675 - 900	> 900
B(a)P ng/m ³	0,01 - 0,1	0,1 - 0,5	0,5 - 0,75	0,75 - 1	> 1
Naftaleen	0,3 - 2,5	2,5 - 13	13 - 19	19 - 25	> 25
OVERIGE ORGANISCHE VERBINDINGEN					
CO (P98)	36 - 360	360 - 1.800	1.800 - 2.700	2.700 - 3.600	> 3.600
Alkanen C _{5,7,8}	184 - 1.840	1.840 - 9.200	9.200 - 13.800	13.800 - 18.400	> 18.400
Alkanen (C ₉ t/m C ₁₆)	10 - 100	100 - 500	500 - 750	750 - 1.000	> 1.000
Hexaan	7 - 70	70 - 350	350 - 525	525 - 700	> 700
Formaldehyde	0,1 - 1	1 - 5	5 - 7,5	7,5 - 10	> 10
Aceetaldehyde	3 - 30	30 - 150	150 - 225	225 - 300	> 300
Aceton	31 - 312	312 - 1.560	1.560 - 2.340	2.340 - 3.120	> 3.120
Fenol	0,2 - 2	2 - 10	10 - 15	15 - 20	> 20
Iso-propanol	22 - 220	220 - 1.100	1.100 - 1.650	1.650 - 2.200	> 2.200
Cyclohexaan	30 - 300	300 - 1.500	1.500 - 2.250	2.250 - 3.000	> 3.000
ANORGANISCHE COMPONENTEN					
Fluoride	0,02 - 0,16	0,16 - 0,8	0,8 - 1,2	1,2 - 1,6	> 1,6
SO ₂	0,2 - 2	2 - 10	10 - 15	15 - 20	> 20
H ₂ S	0,02 - 0,2	0,2 - 1	1 - 1,5	1,5 - 2	> 2
HCN	0,3 - 2,5	2,5 - 13	13 - 19	19 - 25	> 25

Stof	GES 2 0,01 – 0,1 MTR	GES 3 0,1 – 0,5 MTR	GES 4 0,5 – 0,75 MTR	GES 5 0,75 – 1,0 MTR	GES 6 > MTR
Ammoniak (NH ₃)	1 - 10	10 - 50	50 - 75	75 - 100	> 100
HCl	0,2 - 2	2 - 10	10 - 15	15 - 20	> 20
METALEN					
Kwik (Hg)	0,0005 - 0,005	0,005 - 0,025	0,025 - 0,038	0,038 - 0,05	> 0,05
Lood (Pb)	0,005 - 0,05	0,05 - 0,25	0,25 - 0,38	0,38 - 0,5	> 0,5
Arseen	0,01 - 0,1	0,1 - 0,5	0,5 - 0,75	0,75 - 1	> 1
Barium	0,01 - 0,1	0,1 - 0,5	0,5 - 0,75	0,75 - 1	> 1
Cadmium	0,00005 - 0,0005	0,0005 - 0,0025	0,0025 - 0,0038	0,0038 - 0,005	> 0,005
Chroom (III)	0,6 - 6	6 - 30	30 - 45	45 - 60	> 60
Chroom (VI)	2,5 · 10 ⁻⁵ – 2,5 · 10 ⁻⁴	0,00025 - 0,0013	0,0013 - 0,0019	0,0019 - 0,0025	> 0,0025
Kobalt (Co)	0,005 - 0,05	0,05 - 0,25	0,25 - 0,38	0,38 - 0,5	> 0,5
Koper (Cu)	0,01 - 0,1	0,1 - 0,5	0,5 - 0,75	0,75 - 1	> 1
Molybdeen	0,1 - 1,2	1,2 - 6	6 - 9	9 - 12	> 12
Nikkel	0,0005 - 0,005	0,005 - 0,025	0,025 - 0,038	0,038 - 0,05	> 0,05

*: gering afwijkende GES-score indeling, zie module Wegverkeer en luchtverontreiniging

Als de GES-score van de maximale immissieconcentratie (incl. achtergrondconcentratie) hoger is dan de GES-score van de achtergrondconcentratie:

- Stel de afstand vast voor de immissieconcentraties die overeen komen met de verschillende GES-scores (alleen voor de hogere GES-scores dan die voor de achtergrondconcentratie).
- Indien alleen immissies berekend zijn voor bepaalde afstanden, stel dan de afstand vast van die immissies die het meest overeen komen met de immissies die gelden voor de verschillende GES-scores.

Vul per stof de volgende tabellen:

Carcinogene stoffen

Risico bij levenslange blootstelling	GES-score	Afstand (m)
< 1 x 10 ⁻⁶	0	
0,01 x 10 ⁻⁴ – 0,1 x 10 ⁻⁴	2	
0,1 x 10 ⁻⁴ – 0,5 x 10 ⁻⁴	3	
0,5 x 10 ⁻⁴ – 0,75 x 10 ⁻⁴	4	
0,75 x 10 ⁻⁴ – 1 x 10 ⁻⁴	5	
≥ 1 x 10 ⁻⁴	6	

Toxische stoffen

Concentratie	GES-score	Afstand (m)
< streefwaarde	0	
Tussen streefwaarde en 0,1 MTR	2	
0,1 – 0,5 x MTR	3	
0,5 – 0,75 x MTR	4	
0,75 – 1,0 x MTR	5	
≥ 1,0 MTR	6	

- 7 **Trek de contouren van de verschillende GES-scores voor de verschillende stoffen op een doorzichtige sheet of teken deze contouren met behulp van de grafische software op de achtergrondkaart.**

- 8 Leg de sheets over de kaart of gebruik de kaart die met de grafische software is getekend. Bepaal grof het aantal woningen dat binnen elke GES-score valt. Corrigeer de woningscore voor andere gebouwen dan woningen volgens het voorbeeld in de algemene richtlijn van de handleiding.

Geef per GES-score als volgt een woningscore:

Aantal woningen	Woningscore
0	0
<10	1
10 – 100	2
100 – 1000	3
> 1000	4

- 9 Vul vervolgens voor de verschillende stoffen de volgende tabel in:

Stoffen	GES-score	Woningscore
Stof 1		
Stof 2		
Stof 3		
Stof 4		

- 10 Vul de GES-scores en bijbehorende woningscores in de verzamelstaat of rechtstreeks in het bijbehorende Excel bestand.

- 11 Bij meerdere GES-scores per stof kan onderstaande tabel ingevuld worden met woningscores. Deze kunnen ook in een Excel bestand grafisch worden weergegeven.

GES-score	Woningscores voor			
	stof 1	stof 2	stof 3	stof 4
2				
3				
4				
5				
6				

- 12 Geef ook de achtergrondconcentratie apart een GES-score en vul deze in het Excel bestand. Voor sommige stoffen is het mogelijk dat de achtergrondconcentratie hoger is dan de streefwaarde. Het is dan van belang dit grafisch of in een tabel goed aan te geven.

Stoffen	GES-score voor achtergrondgehalte
Stof 1	
Stof 2	
Stof 3	
Stof 4	

Jaargemiddelde immissieconcentraties voor verschillende schoorsteenhoogten (H), temperatuur en afstand

Standaardemissie: 1 kg/uur (0,278 g/s)

Temperatuur: 285 K(12°C)

H (m)	Jaargemiddelde concentratie $\mu\text{g}/\text{m}^3$ op afstand (m)																		
	50	70	100	150	200	250	300	400	500	600	700	800	900	1000	1250	1500	2000	2500	3000
5	47,66	41,01	29,06	13,05	8,180	5,520	4,050	2,510	1,745	1,295	1,003	0,818	0,688	0,587	0,425	0,325	0,225	0,164	0,128
10	6,840	11,53	10,20	7,060	5,105	3,835	2,975	1,965	1,408	1,070	0,843	0,690	0,580	0,495	0,354	0,275	0,182	0,130	0,107
15	0,891	2,240	2,693	2,972	2,535	2,145	1,816	1,358	1,063	0,860	0,714	0,604	0,522	0,456	0,342	0,275	0,186	0,138	0,109
20	0,217	0,565	0,920	1,299	1,255	1,146	1,010	0,795	0,650	0,548	0,474	0,418	0,375	0,338	0,264	0,235	0,172	0,135	0,111
25	0,085	0,220	0,395	0,635	0,708	0,698	0,633	0,524	0,429	0,358	0,307	0,268	0,239	0,215	0,175	0,147	0,114	0,093	0,079
30	0,041	0,112	0,200	0,355	0,416	0,447	0,432	0,377	0,318	0,268	0,230	0,148	0,135	0,119	0,125	0,104	0,078	0,063	0,054
50	0,005	0,015	0,035	0,066	0,086	0,103	0,114	0,121	0,118	0,110	0,102	0,093	0,085	0,079	0,065	0,055	0,041	0,033	0,027

Temperatuur: 323 K (50°C)

H (m)	Jaargemiddelde concentratie $\mu\text{g}/\text{m}^3$ op afstand (m)																		
	50	70	100	150	200	250	300	400	500	600	700	800	900	1000	1250	1500	2000	2500	3000
5	0,489	1,754	1,914	1,970	1,610	1,315	1,078	0,765	0,577	0,454	0,369	0,310	0,268	0,233	0,175	0,140	0,098	0,075	0,060
10	0,076	0,516	0,865	1,229	1,143	1,005	0,860	0,637	0,493	0,394	0,324	0,274	0,232	0,207	0,157	0,125	0,090	0,068	0,055
15	0,016	0,097	0,320	0,645	0,717	0,695	0,635	0,500	0,397	0,323	0,268	0,230	0,200	0,175	0,139	0,108	0,078	0,060	0,049
20	0,016	0,037	0,140	0,318	0,430	0,462	0,452	0,385	0,318	0,265	0,224	0,193	0,168	0,148	0,114	0,093	0,066	0,052	0,043
25	0,011	0,023	0,070	0,160	0,253	0,300	0,314	0,292	0,253	0,218	0,188	0,163	0,144	0,128	0,098	0,080	0,058	0,045	0,037
30	0,007	0,016	0,040	0,090	0,154	0,195	0,217	0,218	0,199	0,177	0,155	0,138	0,124	0,110	0,087	0,070	0,050	0,039	0,032
50	0,001	0,004	0,011	0,024	0,037	0,052	0,065	0,080	0,084	0,082	0,077	0,071	0,066	0,061	0,050	0,042	0,031	0,024	0,020

Temperatuur: 373 K (100°C)

H (m)	Jaargemiddelde concentratie $\mu\text{g}/\text{m}^3$ op afstand (m)																		
	50	70	100	150	200	250	300	400	500	600	700	800	900	1000	1250	1500	2000	2500	3000
5	0,100	0,489	0,720	0,947	0,897	0,804	0,697	0,525	0,410	0,328	0,269	0,225	0,195	0,169	0,127	0,112	0,071	0,055	0,044
10	0,007	0,117	0,320	0,573	0,630	0,615	0,560	0,450	0,354	0,288	0,240	0,244	0,172	0,154	0,116	0,093	0,066	0,051	0,041
15	0,003	0,015	0,118	0,294	0,395	0,425	0,415	0,355	0,295	0,245	0,207	0,177	0,155	0,137	0,104	0,084	0,059	0,045	0,037
20	0,007	0,012	0,055	0,143	0,235	0,282	0,295	0,274	0,238	0,205	0,177	0,154	0,135	0,118	0,092	0,074	0,053	0,041	0,033
25	0,005	0,009	0,028	0,073	0,140	0,183	0,206	0,208	0,191	0,168	0,148	0,132	0,118	0,104	0,082	0,067	0,048	0,037	0,030
30	0,003	0,007	0,017	0,043	0,086	0,121	0,143	0,156	0,15	0,138	0,124	0,110	0,100	0,091	0,072	0,059	0,043	0,034	0,027
50	0,001	0,002	0,006	0,014	0,022	0,033	0,044	0,060	0,065	0,065	0,063	0,059	0,055	0,051	0,043	0,036	0,027	0,021	0,017

P98-immisatieconcentraties voor verschillende schoorsteenhoogten (H), temperatuur en afstand
Standaardemissie: 1.000 x 10⁶ ge/uur (1 ge/m³ = 0,5 ou_E/m³)
1 kg/uur

Temperatuur: 285 K(12°C)

H (m)	Concentratie P98 in ge/m ³ of µg/m ³ op afstand (m)																		
	50	70	100	150	200	250	300	400	500	600	700	800	900	1000	1250	1500	2000	2500	3000
5	702,9	456,1	321,5	153,1	100,8	69,80	52,15	32,85	23,03	17,12	13,39	10,85	9,04	7,68	5,50	4,24	2,86	2,21	1,66
10	97,32	116,5	103,7	78,28	59,40	46,15	36,8	25,18	18,55	14,26	11,4	9,40	7,93	6,79	4,85	3,70	2,44	1,79	1,40
15	13,57	27,36	31,84	34,03	28,61	24,10	20,54	15,74	12,73	10,54	8,90	7,60	6,62	5,83	4,42	3,54	2,44	1,82	1,43
20	1,18	7,49	12,20	16,94	16,09	14,5	12,66	9,80	7,85	6,51	5,60	4,96	4,46	4,03	3,28	2,78	2,18	1,69	1,40
25	0,09	1,80	5,15	9,12	9,61	9,33	8,60	7,03	5,75	4,77	4,07	3,51	3,09	2,77	2,18	1,83	1,39	1,14	0,96
30	0,04	0,01	2,25	5,30	6,13	6,27	6,00	5,25	4,42	3,78	3,24	2,80	2,47	2,20	1,71	1,40	1,03	0,83	0,70
50	0,01	0,02	0,11	0,45	1,21	1,67	1,91	1,98	1,88	1,72	1,57	1,43	1,32	1,21	0,99	0,83	0,62	0,49	0,40

Temperatuur: 323 K (50°C)

H (m)	Concentratie P98 in ge/m ³ of µg/m ³ op afstand (m)																		
	50	70	100	150	200	250	300	400	500	600	700	800	900	1000	1250	1500	2000	2500	3000
5	8,13	23,22	25,87	26,95	22,04	18,12	14,96	10,60	6,98	6,19	5,05	4,26	3,66	3,17	2,38	1,90	1,34	1,02	0,82
10	1,47	7,87	12,45	16,97	16,02	14,12	11,98	8,98	6,91	5,48	4,47	3,79	3,28	2,87	2,15	1,70	1,22	0,94	0,75
15	0,02	1,63	5,12	9,58	10,3	10,02	9,07	7,13	5,72	4,64	3,85	3,25	2,81	2,45	1,87	1,50	1,06	0,83	0,67
20	0,02	0,04	2,00	5,05	6,54	6,77	6,57	5,58	4,60	3,76	3,27	2,80	2,44	1,90	1,63	1,30	0,93	0,72	0,59
25	0,01	0,02	0,82	2,38	4,00	4,63	4,77	4,34	3,74	3,17	2,75	2,40	2,11	1,88	1,44	1,16	0,83	0,64	0,52
30	0,01	0,02	0,36	1,20	2,42	3,13	3,45	3,33	3,03	2,65	2,31	2,05	1,83	1,63	1,29	1,06	0,75	0,57	0,47
50	0	0	0	0,04	0,41	0,79	1,08	1,37	1,39	1,31	1,20	1,10	1,02	0,95	0,77	0,64	0,47	0,37	0,30

Temperatuur: 373 K (100°C)

H (m)	Concentratie P98 in ge/m ³ of µg/m ³ op afstand (m)																		
	50	70	100	150	200	250	300	400	500	600	700	800	900	1000	1250	1500	2000	2500	3000
5	1,82	6,80	13,31	13,39	12,88	11,63	10,07	7,58	5,93	4,72	3,86	3,26	2,80	2,42	1,79	1,42	1,00	0,76	0,62
10	0,01	2,02	8,05	8,36	9,18	8,98	8,20	6,51	5,15	4,23	3,51	2,80	2,57	2,44	1,66	1,32	0,93	0,71	0,57
15	0	0,02	4,41	4,78	6,07	6,30	6,16	5,29	4,36	3,61	3,07	2,63	2,29	2,01	1,53	1,21	0,85	0,65	0,53
20	0,01	0,01	0,88	2,47	3,90	4,43	4,53	4,17	3,61	3,06	2,62	2,29	2,03	1,79	1,37	1,11	0,79	0,60	0,48
25	0,01	0,01	0,34	1,14	2,40	3,07	3,35	3,27	2,95	2,58	2,26	1,98	1,76	1,58	1,24	1,02	0,73	0,56	0,45
30	0	0,01	0,13	0,50	1,41	2,07	2,44	2,57	2,38	2,15	1,92	1,71	1,54	1,39	1,11	0,93	0,68	0,52	0,42
50	0	0	0,01	0,02	0,19	0,46	0,73	1,05	1,16	1,11	1,04	0,95	0,88	0,79	0,68	0,57	0,42	0,33	0,27

B - Bedrijven en stank

Industriële bedrijven

1 Ga na of er in of rond het gebied door bedrijven stank wordt geëmitteerd:

- Vraag bij de gemeente of provincie of er geuremissiemetingen en/of verspreidingsberekeningen zijn verricht. Vraag de emissiegegevens en de ligging van de geurcontouren op.
- Vraag bij de gemeente die milieuvergunningen verleent of het betreffende bedrijf een milieuvergunning heeft, waarin ook stank is opgenomen. Is dit zo ga dan na of er informatie over toegestane hoeveelheid emissie in staat.
- Valt het bedrijf onder één van de volgende bedrijfstakken?:

Aardappelverwerkende industrie
Asfaltmenginstallaties
Besluit- en banketindustrie
Bierbrouwerijen
Cacaobonen verwerkende industrie
Compostering van groenafval in de open lucht
Diervoederbedrijven
Geur- en smaakstoffenindustrie
GFT-compostering
Groenvoedrogerijen
Grote bakkerijen
Koffiebranderijen
Lederindustrie
Rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI)
Vleesindustrie
a. Slachterijen
b. vetsmelterijen
c. vleeswarenbedrijven (incl. vleesbereiding)

Voor deze bedrijven zijn in de Nederlandse Emissie Richtlijnen (NeR) Bijzondere Regelingen opgesteld. Dit houdt in dat er voor deze bedrijfstakken informatie is over de emissie, verspreiding en hinderlijkheid van de geur.

2a Ga na of de hinder in de omgeving vastgesteld is.

2b Geef de hinder een score volgens de volgende indeling:

Hinder (%)	Ernstige hinder (%)	GES-score
0	0	0
0 – 5	0	1
5 – 12	0 – 3	3
12 – 25	3 – 10	4
≥ 25	≥ 10	6

3a Als de hinder niet is vastgesteld:

Ga na of de emissie, verspreiding en blootstelling op verschillende afstanden van het bedrijf berekend is.

- 3b **Bepaal voor de bedrijfstakken waarvoor een Bijzondere Regeling in de NeR is opgenomen de GES-score van de blootstelling met bijbehorende afstand, volgens:**

Bedrijfstak	Geurblootstelling (ge/m ³)*	GES-score
Alle	0	0
Alle	0 – 1	1
Diervoederbedrijven	1 – 2 ge/m ³ of 0,7 – 1,4 ou _E /m ³	4
	≥ 2 ge/m ³ of ≥ 1,4 ou _E /m ³	6
Bierbrouwerijen	1 – 3	4
Compostering groenafval	≥ 3	6
Rioolwaterzuivering		
Slachterijen		
Groenvoedrogerijen	1 – 5	4
Vleeswarenbedrijven	≥ 5	6
GFT-compostering	1 – 6	4
	≥ 6	6
Geur- smaakstoffenindustrie	1 – 7	4
	≥ 7	6
Asfaltmenginstallaties	1 – 10	4
	≥ 10	6
Beschuit- en banketindustrie		
Grote bakkerijen		

* 2 ge/m³ = 1 ou_E/m³

- 3c **Bepaal voor een bedrijf waarvoor geen Bijzondere Regeling is opgesteld en geen relatie tussen geurbelasting en (ernstige) hinder bekend is, maar wel een hedonische waarde is bepaald, de GES-scores met bijbehorende afstanden als volgt:**

Geurconcentratie met hedonische waarde	GES-score
0 tot -0,5	1
-0,5 tot -1	3
-1 tot -2	4
≤ -2	6

- 3d **Is er voor een bedrijf geen hinderonderzoek gedaan, geen Bijzondere Regeling in de NeR opgenomen en geen hedonische waarde bekend, bepaal dan de GES-scores op basis van de algemene relatie tussen geurbelasting en hinder:**

Bedrijfstak	Geurblootstelling (ge/m ³)*	GES-score
Overige bedrijfstakken	0	0
	0 – 1	1
	1 – 10	4
	≥ 10	6

* 2 ge/m³ = 1 ou_E/m³

4 **Zijn er geen verspreidingsberekeningen uitgevoerd, maar is de geuremissie wel bekend, schat dan de geurbelastingen in de omgeving van het bedrijf met de eerste beoordelingsmethode IPPC.**

Er zijn tabellen opgesteld waarmee geurimmissieconcentraties (98-percentiel) op basis van de emissiesterkte, de schoorsteenhoogte en –temperatuur geschat kunnen worden. De tabellen zijn opgesteld met een ‘standaard’-emissie van 1.000×10^6 ge/uur (500×10^6 ou_E/uur).

Eerst wordt de geuremissie bepaald. Aan de hand van de schoorsteentemperatuur wordt eerst de juiste tabel gekozen. Vervolgens worden de geurimmissieconcentraties in de rij van de juiste schoorsteenhoogte afgelezen en vermenigvuldigd met de emissiesterkte (t.o.v. de standaardemissie).

a. Bepaal de totale geuremissie in ge/uur

▪ **De geuremissie is uitgedrukt in odourunits (ou_E)**

Reken de geuremissie als volgt om: $1 \text{ ou}_E = 2 \text{ ge}$

▪ **Er zijn verschillende emissiepunten**

Tel de geuremissie van de verschillende bronnen bij elkaar op.

Is er een erg groot verschil in temperatuur ($> 50 \text{ }^\circ\text{C}$ of $> 50 \text{ K}$) of schoorsteenhoogte tussen de verschillende bronnen, groepeer dan de bronnen met globaal dezelfde temperatuur of schoorsteenhoogte. Tel dan de geuremissies in elke groep bij elkaar op.

Is er een groot verschil in temperatuur of schoorsteenhoogte, maar zijn alle temperaturen boven $100 \text{ }^\circ\text{C}$ en alle schoorsteenhoogten boven 50 meter, dan kan de geuremissie van alle bronnen wel bij elkaar opgeteld worden.

▪ **Er is geen volcontinue bedrijfsvoering**

Als er geen volcontinue bedrijfsvoering is vermenigvuldig dan de totale emissie met de fractie van het jaar dat het bedrijf in werking is.

b. Bepaal de verhouding tussen de totale (voor alle bronnen of voor elke groep bronnen) geuremissieconcentratie en de standaardemissie

Factor = Totale emissie (ge/uur) / 1.000×10^6 (ge/uur)

c. Bepaal de temperatuur

Er kan gekozen worden uit:

12 °C	285 K
50 °C	323 K
100 °C	373 K

▪ Is de temperatuur tussen 12 en 50 of tussen 50 en 100 °C, kies dan de laagste temperatuur, dus respectievelijk 12 of 50 °C.

▪ Is de temperatuur iets, circa 5 °C, lager dan 50 °C of 100 °C, kies dan voor de hoogste temperatuur, dus respectievelijk 50 of 100 °C.

d. Bepaal de schoorsteenhoogte

Er kan gekozen worden uit:

5 m.
10 m.
15 m.
20 m.
25 m.
30 m.
50 m.

Ligt de schoorsteenhoogte tussen twee hierboven genoemde hoogten in, kies dan voor de laagste schoorsteenhoogte.

- e. **Kies de tabellen voor het schatten van P98-immissieconcentraties (zie Handleiding Module A Bedrijven en luchtverontreiniging). Schat op basis van de temperatuur en schoorsteenhoogte de geurimmissieconcentraties op verschillende afstanden.**
- Kies de tabel van de gekozen temperatuur en lees in de rij van de gekozen schoorsteenhoogte de immissieconcentraties op verschillende afstanden af. De vetgedrukte immissieconcentraties geven de maximale concentratie aan.
 - Vermenigvuldig de immissieconcentraties telkens met de bij b. bepaalde verhoudingsfactor.
- In geval dat totale emissies per groep emissiepunten zijn bepaald:
- Vermenigvuldig de immissieconcentraties telkens met de bij b. bepaalde verhoudingsfactor voor elke groep emissiepunten.
 - Tel de geurimmissieconcentraties als gevolg van de verschillende groepen emissiepunten bij elkaar op.

- 5 **Bepaal de GES-scores en de bijbehorende afstanden volgens de in 3. weergegeven GES-score indeling.**
- 6 **Trek de contouren van de verschillende GES-scores op een doorzichtige sheet of teken deze contouren met behulp van de grafische software op de achtergrondkaart.**
- 7 **Leg de sheet over de kaart of gebruik de kaart die met de grafische software is getekend. Bepaal grof het aantal woningen dat binnen elke GES-score valt. Corrigeer de woningscore voor andere gebouwen dan woningen volgens het voorbeeld in de algemene richtlijn van de handleiding. Geef per GES-score als volgt een woningscore:**

Aantal woningen	Woningscore
0	0
<10	1
10 – 100	2
100 – 1000	3
> 1000	4

- 8 **Vul vervolgens de volgende tabel in:**

GES-score	Woningscore
0	
1	
3	
4	
6	

- 9 **Vul de GES-scores en bijbehorende woningscores in de verzamelstaat of rechtstreeks in het bijbehorende Excel bestand.**

Intensieve veehouderijen

1 Ga na of er in of rond het gebied intensieve veehouderijen zijn die stank emitteren:

- Vraag bij de gemeente of provincie of er intensieve veehouderijen zijn in het gebied of binnen een afstand van 1.000 meter tot het gebied.
- Vraag de precieze locatie/adressen van deze bedrijven.

2a Ga na of de hinder in de omgeving vastgesteld is.

2b Geef de hinder een score volgens de volgende indeling:

Hinder (%)	Ernstige hinder (%)	GES-score
0	0	0
0 – 5	0	1
5 – 20	0 – 3	3
20 – 25	3 – 5	4
≥ 25	≥ 5	6

3 Ga na of de gemeente verspreidingsberekeningen heeft uitgevoerd.

- In de Wet geurhinder en veehouderij (Wgv) wordt voorgeschreven dat de vergunningverlener de geurbelasting op een geurgevoelig object bepaalt op basis van de bedrijfsgrootte gecombineerd met de in een ministeriële regeling opgenomen emissiekengetallen en het Nieuw Nationaal Model. Hiertoe heeft het ministerie van VROM aan gemeenten een vereenvoudigd verspreidingsmodel, V-Stacks, ter beschikking gesteld.
- Bepaal de afstanden of contouren waarop de geurconcentratie 5 en 6 ou_E/m^3 is:

Geurconcentratie (P98)		Afstand (m)
NNM (VStacks) ou_E/m^3	LTFD ge/m^3	
5	7	
6	10	

4 Zijn er nog geen verspreidingsberekeningen uitgevoerd dan kunnen de geurconcentraties in de omgeving ook geschat worden met de eerste beoordelingsmethode IPPC.

a. Bepaal de totale geuremissie in ge/uur

▪ De geuremissie is niet bekend

- Als het aantal mestvarkeneenheden (m.v.e.) bekend is:

$$\text{Emissie (ge/uur)} = \text{aantal m.v.e.} \times 45 \text{ (ge/s)} \times 3.600$$

- Als het aantal dieren en stalsysteem bekend is:

Zoek de geuremissiefactor voor de diercategorie en toegepaste stalsysteem op (zie Deel 1 Module B Bedrijven en stank)

$$\text{Emissie (ge/uur)} = \text{aantal dieren} \times 2 \times \text{geuremissiefactor (} ou_E \text{)} \times 3.600$$

▪ De geuremissie is uitgedrukt in odourunits (ou_E)

Reken de geuremissie als volgt om: 1 ou_E = 2 ge

- **Er zijn verschillende emissiepunten**
Tel de geuremissie van de verschillende emissiepunten bij elkaar op.
- b. Bepaal de verhouding tussen de totale geuremissieconcentratie en de standaardemissie**
Factor = Totale emissie (ge/uur) / 1.000 x 10⁶ (ge/uur)
- c. Bepaal de temperatuur**
Kies voor 12 °C (285 K)
- d. Bepaal de hoogte van de ventilatieuitlaten**
Kies voor 5 meter
- e. Kies de tabellen voor het schatten van P98-immissieconcentraties (zie Handleiding Module A). Schat op basis van de temperatuur en schoorsteenhoogte de geurimmissieconcentraties op verschillende afstanden.**
 - Kies de tabel van 12 °C en lees in de rij van de schoorsteenhoogte van 5 meter de geurimmissieconcentraties op verschillende afstanden af. De vetgedrukte immissieconcentraties geven de maximale concentratie aan.
 - Vermenigvuldig de immissieconcentraties telkens met de bij b. bepaalde verhoudingsfactor.

5 In geval van pelsdieren (nertsen of vossen): vraag bij de gemeente het aantal gehuisveste ouderdieren.

Bepaal de afstand I en II op basis van het aantal ouderdieren:

Aantal ouder nertsen*	Afstanden (m)	
	Categorie I	Categorie II
<1.000	175	150
1.000 - 1.500	200	175
1.500 - 3.000	225	200
3.000 - 6.000	250	225
6.000 - 9.000	275	250
> 9.000	> 275**	> 250**

* Voor bedrijven waar vossen of zowel nertsen als vossen voorkomen worden 15 nertsen gelijk gesteld aan 10 vossen ouderdieren.

** Voor elke extra 3.000 fokteven boven 9.000 fokteven wordt de afstand met 25 meter extra vergroot.

6 Bepaal de GES-score van de blootstelling met bijbehorende afstand, volgens:

Hinder (%)	Ernstige hinder (%)	Geur concentratie (ge/m ³) LTFD*	Geur Concentratie (ou _E /m ³) NNM	Pelsdieren afstanden (m)	GES score	Afstand (m)
0	0	0	0	≥ Afstand categorie I	0	
0 – 5	0	0 – 1	0 – 1		1	
5 – 20	0 – 3	1 – 7	1 – 5		3	
20 – 25	3 – 5	7 – 10	5 – 6	Afstand categorie II – Afstand categorie I	4	
≥ 25	≥ 5	≥ 10	≥ 6	≤ Afstand categorie II	6	

* In de vorige versie van het Handboek Gezondheidseffectscreening Stad & Milieu is een methode beschreven waarbij deze geurconcentraties op basis van alleen het aantal mestvarkeneenheden berekend kunnen worden. In principe is deze methode niet meer nodig, omdat nu berekeningen uitgevoerd kunnen worden met V-Stacks.

- 7 Trek de contouren van de verschillende GES-scores op een doorzichtige sheet of teken deze contouren met behulp van de grafische software op de achtergrondkaart.
- 8 Leg de sheet over de kaart of gebruik de kaart die met de grafische software is getekend. Bepaal grof het aantal woningen dat binnen elke GES-score valt. Corrigeer de woningscore voor andere gebouwen dan woningen volgens het voorbeeld in de algemene richtlijn van de handleiding. Geef per GES-score als volgt een woningscore:

Aantal woningen	Woningscore
0	0
<10	1
10 – 100	2
100 – 1000	3
> 1000	4

- 9 Vul vervolgens de volgende tabel in:

GES-score	Woningscore
0	
1	
3	
4	
6	

- 10 Vul de GES-scores en bijbehorende woningscores in de verzamelstaat of rechtstreeks in het bijbehorende Excel bestand.

C - Bedrijven en geluidhinder

- 1 **Ga na of geluid als gevolg van industriële bedrijvigheid een rol speelt.**
 - Ga na bij de vergunningverlenende instantie, bij de gemeente of provincie of er een milieuvergunning afgegeven is voor een A-inrichting of dat er sprake is van een gezoneerd bedrijfsterrein. Daarbij is een akoestisch onderzoek verplicht.
 - Vraag bij de gemeente of provincie of er gegevens of berekeningen van de geluidbelasting in de omgeving van bedrijven zijn volgens de Handleiding meten en rekenen industrielawaai.
 - Ga na of de milieuvergunning richtlijnen geeft voor een acceptabel geluidsniveau.
 - Ga na of de inrichting op een geluidbelastingkaart is weergegeven.

- 2 **Selecteer industriebron(nen) waarvoor de GES toegepast moet worden en geef aan welke informatie er is.**

Bedrijf	Berekende geluidbelasting	A-inrichting	Milieuvergunning	Geluidbelasting kaart

- 3 **Zijn er geluidbelastingen berekend bepaal dan de GES-score en bijbehorende afstand volgens:**

Geluidbelasting		Ernstig gehinderden (%)	Geschatte geluidbelasting $L_{Aeq,23-7}$ dB(A)	Ernstig slaap verstoorden (%)	GES-score	Afstand (m)
L_{etm} dB(A)	L_{den} dB					
<45	<43	<2	<37	<2	0	
45 – 49	43 – 47	2 – 4	37 – 41	2 – 3	1	
50 – 54	48 – 52	4 – 7	42 – 46	3 – 4	3	
55 – 64	53 – 62	7 – 18	47 – 56	4 – 9	5	
65 – 69	63 – 67	18 – 25	57 – 61	9 – 13	6	
≥70	≥68	≥25	≥62	≥13	7	

Is de L_{den} bekend, dan wordt de GES-score op die geluidmaat gebaseerd. Is alleen de L_{etm} bekend, dan wordt aan die waarde een GES-score toegekend waarbij een algemene relatie voor industrielawaai tussen L_{den} en L_{etm} wordt gebruikt ($L_{den} = L_{etm} - 2$).

- 4 **Teken de contour van de hoogste GES-score op doorzichtige sheet of teken deze contouren met behulp van de grafische software op de achtergrondkaart.** Zijn er reeds geluidcontouren of een geluidzone op kaart voor handen, gebruik dan deze contouren. Deze kaarten kunnen, indien digitaal voorhanden, ingelezen worden in de grafische software waarna de contouren overgetekend kunnen worden.

5 Bevinden zich woningen binnen deze contour?

Bepaal het aantal woningen dat binnen deze GES-score valt. Wordt gebruik gemaakt van geluidcontouren of –zones bepaal dan het aantal woningen dat binnen de contour valt en ken er een GES-score aan toe.

Herhaal dit eventueel voor lagere GES-scores.

Aantal woningen	Woningscore
0	0
<10	1
10 – 100	2
100 – 1000	3
> 1000	4

6 Vul vervolgens de volgende tabel in:

GES-score	Woningscore
0	
1	
3	
5	
6	
7	

7 Ga na of er gecombineerde belasting aan geluid van een andere bron plaats vindt.

Bepaal de GES-score van de gecombineerde geluidbelasting (zie Handleiding Module G – Wegverkeer en geluid)

8 Vul de GES-scores en bijbehorende woningscores en eventueel deze van de gecombineerde geluidbelasting in de verzamelstaat of rechtstreeks in het bijbehorende Excel bestand.

D - Bedrijven en externe veiligheid

- 1 Ga na of externe veiligheid als gevolg van industriële bedrijvigheid een rol speelt.**
- Vraag bij de gemeente of provincie of voor bedrijven in en rond het gebied het Besluit Risico's Zware Ongevallen (BRZO) van kracht is.
 - Ga na of een milieuvergunning afgegeven is.
 - Ga na of bij bedrijven externe veiligheid een rol speelt en generieke regelingen gelden. Dit geldt in elk geval voor de volgende inrichtingen:
 - LPG tankstation
 - Opslag van gevaarlijke stoffen en van bestrijdingsmiddelen in emballage (CPR-15 inrichtingen)
 - Koel- en vriesinstallaties met ammoniak
 - Munitieopslagplaatsen
 - Vuurwerkopslag
 - Opslag van organische peroxiden, vloeibaar zuurstof, propaan en butaan
 - Raadpleeg de provinciale risicokaart op www.risicokaart.nl
- 2a Als blijkt dat het BRZO van kracht is, ga dan na of ook het opstellen van een extern veiligheidsrapport (VR) verplicht is.**
Is dit het geval dan is er een kwantitatieve risicoanalyse (QRA) uitgevoerd. De ligging van de Plaatsgebonden Risicocontouren (PR) van 10^{-4} , 10^{-5} , 10^{-6} , 10^{-7} en 10^{-8} contouren zijn dan bekend.
Ook de Groepsrisico's zijn dan bekend.
- 2b Vraag de ligging van de Plaatsgebonden Risico-contouren en de oriëntatiewaarde van het Groepsrisico.**
- 2c Bij wijziging van de bebouwing rond de inrichting, wijzigt het Groepsrisico. Vraag na of in de nieuwe situatie het Groepsrisico wordt overschreden.**
Voor ongevallen met toxische stoffen zal nieuwbouw buiten een zone van 1 km geen grote invloed hebben op de hoogte van het Groepsrisico. Voor brandbare stoffen ligt deze zone op 300 meter. Ook geldt dat het bouwen van een 10-tal woningen buiten de 10^{-7} contour geen invloed zal hebben op het Groepsrisico.
- 3 Geldt er een generieke regeling voor de inrichting, vraag dan bij de vergunningverlenende instantie na of er een indicatie van minimaal noodzakelijke afstand gegeven is. Voor LPG tankstations kunnen de afstanden, zoals genoemd in Deel 1, module D – bedrijven en externe veiligheid, gehanteerd worden.**
Dit zijn de afstanden waarop het Plaatsgebonden Risico 10^{-6} per jaar is. Voor LPG tankstations zijn ook de afstanden waarop het PR 10^{-5} , 10^{-7} en 10^{-8} is bekend.
- 4a Ga eerst na of de normlijn voor Groepsrisico's overschreden wordt. Als het BRZO geldt is dit bekend. Voor een aantal bedrijven waarvoor generieke regelingen gelden, namelijk LPG stations, CPR-15 inrichtingen en koel- en vriesinstallaties met ammoniak, zijn in een ministeriële regeling maximale bevolkingsdichtheden rond de inrichting gegeven. Bij deze dichtheden zal het Groepsrisico niet overschreden worden (zie Deel 1, module D).**

De normlijn voor het Groepsrisico voor stationaire inrichtingen is:

Kans van 10^{-5} /jaar op 10 slachtoffers;

Kans van 10^{-7} /jaar op 100 slachtoffers;

Kans van 10^{-9} /jaar op 1000 slachtoffers enzovoort.

Dus met een 10x zo groot aantal slachtoffers moet de kans daarop met een factor 100 afnemen.

Voor LPG stations is bekend dat binnen een afstand van 150 meter het Groepsrisico snel zal worden overschreden.

4b Bepaal vervolgens de GES-score en de bijbehorende afstand als volgt:

Bij het overschrijden van het Groepsrisico is de bijbehorende afstand de 1%-letaliteitsgrens. Voor bedrijven die onder het BRZO vallen is deze afstand bekend. Voor LPG tankstations, CPR-15 inrichtingen en ammoniakkoelinstallaties zijn deze afstanden geschat in een ministeriële regeling (zie Deel 1, module D).

Plaatsgebonden Risico	Overschrijding Oriëntatiewaarde Groepsrisico	GES-score	Afstand (m)
$< 10^{-8}$	nee	0	
$10^{-8} - 10^{-7}$	nee	2	
$10^{-7} - 10^{-6}$	nee	4	
$> 10^{-6}$	ja	6	

Is het Groepsrisico bekend, dan wordt eerst daaraan getoetst. Als de normlijn overschreden wordt, volgt daar een GES-score van 6 uit.

Is het Groepsrisico niet bekend, dan wordt alleen getoetst aan het Plaatsgebonden Risico.

Is het Plaatsgebonden Risico van 10^{-7} niet bekend, dan wordt bij een risico tussen 10^{-8} en 10^{-6} een GES-score van 3 toegekend.

5 Trek de PR-contouren of geef de afstanden van de generieke regelingen aan op een doorzichtige sheet of teken deze contouren met behulp van de grafische software op de achtergrondkaart.

6 Leg de sheet over de kaart of gebruik de kaart die met de grafische software is getekend. Bepaal grof het aantal woningen dat binnen elke GES-score valt. Corrigeer de woningscore voor andere gebouwen dan woningen volgens het voorbeeld in de algemene richtlijn van de handleiding. Geef per GES-score als volgt een woningscore:

Aantal woningen	Woningscore
0	0
<10	1
10 – 100	2
100 – 1000	3
> 1000	4

7 Vul vervolgens de volgende tabel in:

GES-score	Woningscore
0	
2	
3	
4	
6	

8 Vul de GES-scores en bijbehorende woningscores in de verzamelstaat of rechtstreeks in het bijbehorende Excel bestand.

E - Wegverkeer en luchtverontreiniging

- 1 **Ga na of er actuele tellingen of prognoses van het verkeer op de betreffende weg zijn.**
Belangrijke gegevens voor de berekeningen van concentraties zijn: de verkeersintensiteit (het aantal voertuigen per etmaal) en de fracties van middelzwaar en zwaar vrachtverkeer. Het is belangrijk om te weten hoe actueel de gegevens zijn.

- 2 **Verzoek de gemeentelijke Milieudienst om het NO₂, PM₁₀, CO, benzeen en benz(a)pyreen gehalte op een afstand van de eerste bebouwingslijn te berekenen. Het is ook mogelijk om zelf deze berekeningen te doen met CARII voor binnenstedelijke wegen en met ISL2 voor de buitenstedelijke wegen in een open gebied. Berekeningen van de NO₂- en PM₁₀-concentraties langs snelwegen van het voorgaande jaar zijn te downloaden via de website van Rijkswaterstaat.**
In veel situaties is het niet noodzakelijk de CO-, benzeen- en benz(a)pyreengehalten te berekenen, omdat er slechts een geringe bijdrage van het wegverkeer is. Het CARII-model is webbased te gebruiken op de website van infomil: www.infomil.nl. Voor de berekeningen moet naast de verkeersintensiteit en –samenstelling het wegtype, de snelheid en de bomenfactor bekend zijn. Ook moet een XY-coördinaat ingevuld worden. Voor kruispunten binnen 25 meter van het beschouwde wegvak worden berekeningen uitgevoerd voor beide straten en opgeteld. Let op dat de achtergrondconcentratie niet dubbel geteld wordt.
Ook het model ISL2 wordt beschikbaar gesteld op de website van Infomil. Berekeningen met het VLW model van NO₂- en PM₁₀-concentraties langs snelwegen van het voorgaande jaar zijn te verkrijgen via de RBL rapportage luchtkwaliteit van RWS. De rapportage over 2007 is te downloaden via: www.rijkswaterstaat.nl/dvs/publicaties/dvsrapporten/2008/rblrappluchtkw2007.jsp.

- 3 **Bepaal de achtergrondconcentraties van de verschillende stoffen.**
Het CARII-model geeft de lokale achtergrondconcentraties. Informatie over de lokale achtergrondconcentraties is ook te verkrijgen via de website van het Milieu en Natuur Planbureau: www.mnp.nl/nl/themasites/gcn/index.html. Ook op de website van het Milieu en Natuur Compendium (www.milieuennatuurcompendium.nl) is hierover informatie te verkrijgen.

Achtergrondconcentratie	NO ₂	Fijn stof	CO	Benzeen	B(a)P

- 4 **Bepaal de GES-scores volgens:**

NO₂

Jaargemiddelde µg/m ³	GES- score	Opmerkingen
0,04 – 3	2	
4 – 19	3	
20 – 29	4	
30 – 39	5	
40 – 49	6	Overschrijding grenswaarde Toename luchtwegklachten en verlaging longfunctie
50 – 59	7	Sterkere toename luchtwegklachten en verlaging longfunctie
≥ 60	8	

Fijn stof (Concentraties worden beoordeeld zonder zeezoutaf trek!)

Jaargemiddelde PM _{2,5} (µg/m ³)	Jaargemiddelde PM ₁₀ (µg/m ³)	GES-score	Opmerkingen
< 2	< 4	2	
2 – 9	4 – 19	3	
10 – 14	20 – 29	4	<p><u>PM_{2,5}</u> Overschrijding AQG van de WHO</p> <p><u>PM₁₀</u> Overschrijding streefwaarde (voorstel EU voor 2010)</p>
15 – 19	30 – 34	5	<p><u>PM₁₀</u> Een bijdrage van verkeer tot circa 10 µg/m³ Een toename van luchtwegsymptomen, ziekenhuisopnamen en vroegtijdige sterfte (geschat wordt een toename van vroegtijdige sterfte van circa 0,3% - 0,4% per 10 µg/m³)</p>
20 – 24	35 – 39	6	<p><u>PM_{2,5}</u> Overschrijding van de indicatieve waarde voor het jaargemiddelde vanaf 2020 Overschrijding van de blootstellingsconcentratieverplichting voor 2015</p> <p><u>PM₁₀</u> Overschrijding grenswaarde voor het daggemiddelde Een bijdrage van verkeer tot circa 15 µg/m³ Een toename van luchtwegsymptomen, ziekenhuisopnamen en vroegtijdige sterfte (geschat wordt een toename van vroegtijdige sterfte van circa 0,45% - 0,6% voor een toename van 15 µg/m³)</p>
25 - 29	40 - 49	7	<p><u>PM_{2,5}</u> Overschrijding van de grenswaarde vanaf 2015.</p> <p><u>PM₁₀</u> Overschrijding grenswaarde voor het daggemiddelde Een bijdrage van verkeer tot circa 25 µg/m³ Een toename van luchtwegsymptomen, ziekenhuisopnamen en vroegtijdige sterfte (geschat wordt een toename van vroegtijdige sterfte van circa 0,75% - 1,0% voor een toename van 25 µg/m³)</p>
≥ 30	≥ 50	8	<p><u>PM₁₀</u> Een bijdrage van verkeer van meer dan circa 25 µg/m³ Een toename van luchtwegsymptomen, ziekenhuisopnamen en vroegtijdige sterfte (geschat wordt een toename van vroegtijdige sterfte van meer dan 0,75% - 1,0% voor een toename van meer dan 25 µg/m³)</p>

CO

8-uursgemiddelde concentratie (P98) $\mu\text{g}/\text{m}^3$	GES-score	Opmerkingen
< 36	0	
36 – 360	2	0,01 – 0,1 MTR
360 – 1.800	3	0,1 – 0,5 MTR
1.800 – 2.700	4	0,5 – 0,75 MTR
2.700 – 3.600	5	0,75 – 1,0 MTR
>3.600	6	Overschrijding MTR Afwijkingen in het ECG en afname reactie- en onderscheidingsvermogen

Benzeen

Jaargemiddelde $\mu\text{g}/\text{m}^3$	GES-score	Opmerkingen
< 0,2	0	Geen overschrijding richtwaarde Een verwaarloosbaar risico op leukemie: $< 10^{-6}$
0,2 – 5	2	Risico op leukemie: $0,01 – 0,25 \times 10^{-4}$
5 – 10	3	Overschrijding richtwaarde; overschrijding grenswaarde van 2010 Risico op leukemie: $0,25 – 0,5 \times 10^{-4}$
10 – 15	4	Overschrijding grenswaarde Risico op leukemie: $0,5 – 0,75 \times 10^{-4}$
15 – 20	5	Overschrijding grenswaarde Risico op leukemie: $0,75 – 1 \times 10^{-4}$
> 20	6	Overschrijding MTR, risico meer dan 1×10^{-4} op leukemie

B(a)P

Jaargemiddeld ng/m^3	GES-score	Opmerkingen
< 0,01	0	
0,01 – 0,1	2	overschrijding streefwaarde en Verwaarloosbaar Risico
0,1 – 0,5	3	0,1 – 0,5 MTR Risico $0,1 – 0,5 \times 10^{-4}$ voor longkanker
0,5 – 0,75	4	0,5 – 0,75 MTR Risico $0,5 – 0,75 \times 10^{-4}$ voor longkanker
0,75 – 1	5	0,75 – 1 MTR Risico $0,75 – 1 \times 10^{-4}$ voor longkanker
1 – 5	6	overschrijding richtwaarde en MTR risico $1 – 5 \times 10^{-4}$ voor longkanker
> 5	7	overschrijding MTR risico meer dan 5×10^{-4} voor longkanker

- 5 Trek de contouren van GES-scores voor de verschillende stoffen op een doorzichtige sheet of teken deze contouren met behulp van de grafische software op de achtergrondkaart. De contouren komen parallel langs de weg te liggen en reiken niet verder dan de eerste bebouwingslijn.
- 6 Leg de sheets over de kaart of gebruik de kaart die met de grafische software is getekend. Bepaal grof het aantal woningen dat binnen elke GES-score valt. Tel de woningen mee als de gevel belast wordt. Corrigeer de woningscore voor andere gebouwen dan woningen volgens het voorbeeld in de algemene richtlijn van de handleiding. Geef per GES-score als volgt een woningscore:

Aantal woningen	Woningscore
0	0
<10	1
10 – 100	2
100 – 1000	3
> 1000	4

- 7 Vul vervolgens per stof de volgende tabel in:

Stoffen	GES-score	GES-score voor Achtergrondconcentratie	Woningscore
NO ₂			
Fijn Stof			
CO			
Benzeen			
B(a)P			

- 8 Bij meerdere GES-scores voor verschillende woningscores kan onderstaande tabel ingevuld worden met woningscores. Deze kunnen ook in een Excel bestand grafisch worden weergegeven.

GES-score	Woningscore				
	NO ₂	Fijn stof	CO	Benzeen	B(a)P
0					
1					
2					
3					
5					
6					
7					
8					

- 9 Vul de GES-scores en bijbehorende woningscores in de verzamelstaat of rechtstreeks in het bijbehorende Excel bestand.

- 10 De achtergrondconcentraties zijn in de berekeningen meegenomen maar er kan voor de achtergrondconcentraties een aparte GES-score bepaald worden. Daarmee wordt de bijdrage van de achtergrond zichtbaar gemaakt.

Stoffen	GES-score	GES-score voor achtergrond
Benzeen		
Fijn Stof		
B(a)P		
NO ₂		
CO		

F - Wegverkeer en stank

1a Ga na of de hinder in de omgeving vastgesteld is.

1b Geef de hinder een score volgens de volgende indeling:

Hinder (%)	Ernstige hinder (%)	GES-score
0	0	0
0 – 5	0	1
5 – 12	0 – 3	3
12 – 25	3 – 10	4
≥25	≥ 10	6

2 Is de hinder in de omgeving niet vastgesteld, schat dan de geurbelasting als volgt in.

Ga na of er actuele tellingen of prognoses van het verkeer op de betreffende weg zijn.

Deze gegevens kunnen opgenomen zijn in een Verkeersmilieukaart. Het invoeren van de gegevens voor de Verkeersmilieukaart is zeer arbeidsintensief. Om die reden komt het regelmatig voor dat de Verkeersmilieukaart niet geactualiseerd is. Het is belangrijk om te weten van welk jaar de gegevens zijn. Actualiseer zonedig de gegevens.

3 **Gebruik de tabel van Bijlage 2 (Deel 1) om een indicatie te krijgen van de geurbelasting aan de gevels van de omringende bebouwing.**

Voor het vullen van de tabel is CARII versie 6.1 gebruikt. Hierbij werden emissiefactoren van geur toegepast.

a. Bepaal eerst de omringende bebouwing:

De hoogte en afstand tot de weg-as.

b. Bepaal het wegtype volgens het CAR-model:

- Beide zijden bebouwing, breed (type 3A).
Weg met aan beide zijden min of meer aaneengesloten bebouwing. De afstand tot de weg-as is 1½ tot 3x de hoogte van de bebouwing. Bij een hoogte van de bebouwing van 10 meter is de afstand tot de weg-as dus 15 tot 30 meter.
- Beide zijden bebouwing, smal (type 3B).
Weg met aan beide zijden min of meer aaneengesloten bebouwing. De afstand tot de weg-as is minder dan 1½ x de hoogte van de bebouwing. Bij een hoogte van de bebouwing van 10 meter is de afstand tot de weg-as dus minder dan 15 meter. Dit wordt wel een 'street canyon' genoemd.
- Aan één zijde bebouwing, breed (type 4).
De afstand tot de weg-as is minder dan 3x de hoogte van de bebouwing. Bij een hoogte van de bebouwing van 10 meter is de afstand tot de weg-as dus minder dan 30 meter.
- Aan één zijde of aan beide zijden bebouwing, zeer breed (type 2).
De afstand tot de weg-as is meer dan 3x de hoogte van de bebouwing. Bij een hoogte van de bebouwing van 10 meter is de afstand tot de weg-as dus meer dan 30 meter.

c. Kies de snelheidscategorie volgens het CAR-model:

- snelweg: gemiddelde is 100 km/uur (Va)
Bij zeer drukke snelwegen wordt een voor deze wegen geringe afstand van circa 35 meter circa 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ P98 berekend. Bij snelwegen is stank dus een gering probleem. Het is dus alleen nodig om de stank van snelwegen te betrekken bij de gezondheidseffectscreening als de afstand tot de weg-as geringer is dan 35 meter.
- weg met maximale snelheid van 70 km/uur: gemiddelde tijdens spits is 44 km/uur (Vb)
- normaal stadsverkeer: gemiddeld tijdens spits 19 km/uur, een EU standaard stadsrit (Vc)
- stagnerend verkeer bijvoorbeeld door verkeerslichten: gemiddeld tijdens spits 13 km/uur (Vd)

d. Bepaal de verkeersintensiteit, d.i. het aantal voertuigen per etmaal

De verkeersintensiteit in een erg drukke straat kan 20.000 tot 30.000 voertuigen per etmaal bedragen. Op drukke snelwegen kan de verkeersintensiteit oplopen tot 100.000 voertuigen per etmaal. Het maximum dat geteld wordt op snelwegen is ongeveer 200.000 voertuigen per etmaal.

e. Zoek in de tabel op welke afstand tot de weg-as een geurconcentratie van 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ P98 berekend wordt.

Aan kortere afstanden dan de afstand van 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ P98 wordt een GES-score van 4 toegekend.

4 Trek de contour van de GES-score op een doorzichtige sheet of teken deze contour met behulp van de grafische software op de achtergrondkaart. De contour komt parallel langs de weg te liggen.

5 Leg de sheets over de kaart of gebruik de kaart die met de grafische software is getekend. Bepaal grof het aantal woningen dat binnen elke GES-score valt. Corrigeer de woningscore voor andere gebouwen dan woningen volgens het voorbeeld in de algemene richtlijn van de handleiding. Geef per GES-score als volgt een woningscore:

Aantal woningen	Woningscore
0	0
<10	1
10 – 100	2
100 – 1000	3
> 1000	4

6 Vul vervolgens de volgende tabel in:

GES-score	Woningscore
0	
1	
3	
4	
6	

7 Vul de GES-scores en bijbehorende woningscores in de verzamelstaat of rechtstreeks in het bijbehorende Excel bestand.

G - Wegverkeer en geluidhinder

- 1 **Ga eerst na of geluid een rol speelt.**
 Selecteer wegtraject(en) die in de GES opgenomen moeten worden.
 Ga na bij de provincie of gemeente of er berekeningen van geluidbelastingen zijn uitgevoerd met Standaardrekenmethode 1 of 2 (SRM1 of SRM2) of Standaardkarteringsmethode 1 of 2 (SKM1 of SKM2).
- 2 **Bepaal de afstand tot de eerste bebouwing. Doe dit voor de trajecten die voor de GES een rol spelen.**
- 3 **Vraag de gemeente om de geluidbelasting op de afstanden van de eerste bebouwing te berekenen.**

Zijn deze geluidbelastingen al berekend, ga dan na of:

- deze gebaseerd zijn op actuele tellingen of op prognoses van het verkeer op de betreffende weg
- of deze weergegeven zijn op een geluidbelastingkaart

Gegevens over de verkeersintensiteit zijn opgenomen in een Verkeersmilieukaart. SRM1 is gekoppeld aan de Verkeersmilieukaart. Het invoeren van de gegevens voor de Verkeersmilieukaart is zeer arbeidsintensief. Om die reden komt het regelmatig voor dat de Verkeersmilieukaart niet geactualiseerd is. Het is belangrijk om te weten van welk jaar de gegevens zijn. Actualiseer zo mogelijk de gegevens.

- 4 **Bepaal de GES-score.**
 Voor het bepalen van de GES-score is de geluidbelasting aan de hoogst belaste gevel maatgevend. Voor deze geluidbelasting zijn immers de relaties tussen de geluidbelasting en ernstige hinder en slaapverstoring afgeleid.
 Als de L_{den} -waarde bekend is, wordt de GES-score daarop gebaseerd. Is alleen de L_{etm} -waarde bekend, dan wordt daar een GES-score aan toegekend. Er wordt dan gebruik gemaakt van de algemene relatie voor wegverkeer tussen L_{etm} en L_{den} ($L_{den} = L_{etm} - 2$).

Geluidbelasting		Ernstig gehinderden (%)	Geluidbelasting $L_{Aeq,23-7}$ dB(A)	Ernstig slaapverstoorden (%)	GES-score
L_{den} dB	L_{etm} dB(A)				
<43	<45	0	<34	<2	0
43 – 47	45 – 49	0 – 3	34 – 39	2	1
48 – 52	50 – 54	3 – 5	39 – 44	2 – 3	2
53 – 57	55 – 59	5 – 9	44 – 49	3 – 5	4
58 – 62	60 – 64	9 – 14	49 – 54	5 – 7	5
63 – 67	65 – 69	14 – 21	54 – 59	7 – 11	6
68 – 72	70 – 74	21 – 31	59 – 64	11 – 14	7
≥73	≥75	≥31	≥64	≥14	8

Zijn er alleen gegevens beschikbaar in de 5 dB klassen die op grond van de EU-Richtlijn Omgevingslawaai zijn bepaald, dan is bovenstaande indeling niet te hantieren. Noodzakelijkerwijs moet dan gebruik gemaakt worden van de volgende indeling.

Geluidbelasting		Ernstig gehinderden (%)	Geluidbelasting $L_{Aeq,23-7}$ dB(A)	Ernstig slaapverstoorden (%)	GES-score
L_{den} dB	L_{etm} dB(A)				
<45	<47	0	<36	<2	0
45 – 49	47 – 51	1 – 4	36 – 40	2 – 3	1
50 – 54	52 – 56	4 – 6	41 – 45	3 – 4	2
55 – 59	57 – 61	6 – 10	46 – 50	4 – 6	4
60 – 64	62 – 66	10 – 16	51 – 55	6 – 9	5
65 – 69	67 – 71	16 – 25	56 – 60	9 – 12	6
70 – 74	72 – 76	25 – 37	61 – 65	12 – 16	7
≥75	≥77	≥37	≥66	≥16	8

Bedacht moet worden dat deze laatste GES-score indeling minder scherp is en het percentage ernstig gehinderd of slaapverstoord iets hoger is.

- 5 Teken de contouren van de GES-scores op een doorzichtige sheet of teken deze contouren met behulp van de grafische software op de achtergrondkaart.
- 6 Leg de sheets over de kaart of gebruik de kaart die met de grafische software is getekend. Bepaal grof het aantal woningen dat binnen elke GES-score valt. Corrigeer de woningscore voor andere gebouwen dan woningen volgens het voorbeeld in de algemene richtlijn van het stappenplan. Geef per GES-score als volgt een woningscore:

Aantal woningen	Woningscore
0	0
<10	1
10 – 100	2
100 – 1000	3
> 1000	4

- 7 Vul vervolgens de volgende tabel in:

GES-score	Woningscore
0	
1	
2	
4	
5	
6	
7	
8	

8 Ga na of extra geluidisolatie wordt toegepast

Er wordt verwacht dat bij een gelijke gevelbelasting in extra geluidgeïsoleerde woningen, bijvoorbeeld door een dove gevel, minder hinder zal zijn dan in 'normaal' geïsoleerde woningen. Er zijn echter veel factoren die tot gevolg kunnen hebben dat de ervaren hinder in zeer goed geïsoleerde woningen hoger is dan op grond van de lagere binnenwaarden verwacht zou worden (zie Deel 1, Module G - Wegverkeer en geluid). Het is hiermee onduidelijk of en in welke mate de GES-score daalt.

Extra geluidisolatie is dus niet uit te drukken in een lagere GES-score.

Er zijn verschillende mogelijkheden om extra geluidisolatie visueel toch tot uiting te laten komen:

- Gekozen kan worden om de GES-score met één te verlagen en deze GES-score tussen haakjes achter de op bovenstaande wijze bepaalde GES-score te zetten.
- Worden de GES-scores in een balkengrafiek weergegeven, dan kan de GES-score op basis van de gevelbelasting worden bepaald, bijvoorbeeld een GES-score van 6. Door het bovenste stukje van de balk, van GES-score 5 tot 6, lichter te kleuren of arceren kan duidelijk gemaakt worden dat extra isolerende maatregelen genomen worden. Dit kan in een voetnoot bij de grafiek vermeld worden.
- Op de kaart met GES contourvlakken kan er voor gekozen worden om een smalle band tegen de gevel van de extra geluidgeïsoleerde woningen de kleur te geven van de met 1 verminderde GES-score. In geval van een geluidbelasting aan de gevel met een GES-score 6 wordt bijvoorbeeld een rood contourvlak weergegeven. Tegen de gevel kan dan een smalle oranje (GES-score 5) band weergegeven worden.

Er kan ook voor gekozen worden om de extra geluidisolatie niet visueel weer te geven, maar deze alleen te bespreken bij de gezondheidskundige interpretatie en de conclusies.

In beide gevallen wordt geadviseerd om de positieve invloed van de geluidisolatie aan te geven, maar ook nader te beoordelen of de nagestreefde positieve effecten wel reëel zijn en na te gaan wat de mogelijke nadelige effecten zijn en of deze te beïnvloeden zijn. (zie hiervoor Deel 1, Module G - Wegverkeer en geluid).

9 Ga na of er gecombineerde blootstelling aan geluid van andere bronnen plaatsvindt

Het heeft pas zin om rekening te houden met gecombineerde geluidbelasting van 2 wegen als het verschil tussen beide geluidbelastingen minder dan 10 dB(A) is, omdat alleen dan de gecumuleerde geluidbelasting hoger is dan de (hoogste) enkelvoudige geluidbelasting.

- Zet eerst de geluidbelasting van railverkeer, vliegverkeer of bedrijven als volgt om in een vervangende geluidbelasting, als ware deze geluidbelasting het gevolg van wegverkeer:

$$L_{\text{rail}}^* = 0,95 L_{\text{den,rail}} - 1,40$$

$$L_{\text{vlieg}}^* = 0,98 L_{\text{den,vlieg}} + 7,03$$

$$L_{\text{bedrijven}}^* = L_{\text{den,bedrijven}} + 3$$

$$\text{(waarbij } L_{\text{den,bedrijven}} = L_{\text{etmaal,bedrijven}} - 2)$$

- Bereken vervolgens de gecumuleerde geluidbelasting volgens de formule:

$$\text{Geluidbelasting } (L_{\text{cum}}) = 10 \log (10^{L_{\text{weg}}/10} + 10^{L_{\text{rail}}^*/10} + 10^{L_{\text{vlieg}}^*/10} + 10^{L_{\text{bedrijven}}^*/10}) \text{ dB}$$

- Bepaal vervolgens de GES-score volgens bovenstaande tabel.

Of:

- Zoek de geluidbelastingen op in de in module G - Wegverkeer en geluid opgenomen tabellen voor de geluidbelasting van 2 wegen of van verschillende bronnen.
- Lees in de tabel de gecumuleerde geluidbelasting en de bijbehorende GES-score af.

- 10 Vul de GES-scores en bijbehorende woningscores en eventueel deze van de gecombineerde geluidbelasting in de verzamelstaat of rechtstreeks in het bijbehorende Excel bestand.**

H - Wegverkeer en externe veiligheid

1 Ga na of externe veiligheid een rol speelt.

Ga bij de provincie of gemeente na over welke wegen gevaarlijke stoffen vervoerd worden. Hiervoor kan ook de Risicoatlas wegtransport gevaarlijke stoffen geraadpleegd worden. Provincies beschikken over eenvoudig te hanteren IPO-berekeningsmallen. De op deze wijze berekende risicoafstanden zijn gebundeld in de Risicoatlas. Deze Risicoatlas kan gedownload worden van de website van Rijkswaterstaat: www.rijkswaterstaat.nl/dvs/themas/veiligheid/extern/publicaties/index.jsp. Ligger deze wegen op grotere afstanden dan 1500 meter van de beschouwde bebouwing dan hoeft externe veiligheid voor de GES niet beschouwd te worden.

2 Vraag bij de provincie of gemeente om de resultaten van risicoberekeningen met bijbehorende afstanden.

In de Risicoatlas zijn de risicoafstanden van de te beschouwen wegvakken op te zoeken. Ook zijn in de Risicoatlas de wegvakken waar een overschrijding van de oriëntatiewaarde van het Groepsrisico is weergegeven. Vraag bij de provincie of gemeente na of de berekeningen geactualiseerd zijn middels nieuwe verkeerstellingen of de nieuwe berekeningsmethode RBMII.

3a Bepaal de ligging van de PR-contouren en de waarden van het Groepsrisico.

3b Bij wijziging van de bebouwing, wijzigt het Groepsrisico. Laat vast stellen wat het Groepsrisico in de nieuwe situatie is.

Hiervoor kunnen de IPO risicomallen gebruikt worden.

4a Ga eerst na of de normlijn voor Groepsrisico's overschreden wordt.

De normlijn voor het Groepsrisico voor transport is:

Kans van 10^{-4} /jaar op 10 slachtoffers per km route

Kans van 10^{-6} /jaar op 100 slachtoffers per km route

Kans van 10^{-8} /jaar op 1000 slachtoffers per km route enzovoort

Dus met een 10x zo groot aantal slachtoffers moet de kans daarop met een factor 100 afnemen.

Is de oriëntatiewaarde groter dan 1 dan wordt de normlijn van het Groepsrisico overschreden.

4b Bepaal vervolgens de GES-score en de bijbehorende afstand als volgt:

Plaatsgebonden Risico	Overschrijding Oriëntatiewaarde Groepsrisico	GES-score	Afstand (m)
$< 10^{-8}$	nee	0	
$10^{-8} - 10^{-7}$	nee	2	
$10^{-7} - 10^{-6}$	nee	4	
$> 10^{-6}$	ja	6	

Is het Groepsrisico bekend, dan wordt eerst daaraan getoetst. Als de normlijn overschreden wordt, volgt daar een GES-score van 6 uit. De bijbehorende afstand is de 1% letaliteitsgrens.

Is het Groepsrisico niet bekend, dan wordt alleen getoetst aan het Plaatsgebonden Risico.

Is de ligging van het Plaatsgebonden Risico van 10^{-7} niet bekend, dan wordt bij een risico tussen 10^{-8} en 10^{-6} een GES-score van 3 toegekend.

- 5 Trek de PR-contouren op een doorzichtige sheet of teken deze contouren met behulp van de grafische software op de achtergrondkaart. Wordt het Groepsrisico overschreden en is de 1% letaliteitsgrens bekend, teken deze dan ook in op de sheet of (digitale) achtergrondkaart.
- 6 Leg de sheet over de kaart of gebruik de kaart die met de grafische software is getekend. Bepaal grof het aantal woningen dat binnen elke GES-score valt. Corrigeer de woningscore voor andere gebouwen dan woningen volgens het voorbeeld in de algemene richtlijn van de handleiding. Geef per GES-score als volgt een woningscore:

Aantal woningen	Woningscore
0	0
<10	1
10 – 100	2
100 – 1000	3
> 1000	4

- 7 Vul vervolgens de volgende tabel in:

GES-score	Woningscore
0	
2	
3	
4	
6	

- 8 Vul de GES-scores en bijbehorende woningscores in de verzamelstaat of rechtstreeks in het bijbehorende Excel bestand.

I - Railverkeer en geluidhinder

- 1 **Ga eerst na of geluidhinder een rol speelt.**
 Selecteer railtraject(en) die opgenomen moeten worden in de GES.
 Ga bij de gemeente of provincie na of berekeningen zijn uitgevoerd met het Akoestisch Spoorboekje.
 Ga na of het railtraject is opgenomen op een geluidbelastingkaart van Prorail. Raadpleeg hiervoor de website van Prorail:
www.prorail.nl/internetresources/geluidkaart/geluidkaart.htm.
- 2 **Bepaal de afstand tot de eerste bebouwing. Doe dit voor de trajecten die voor de GES een rol spelen.**
- 3 **Vraag de provincie of gemeente om de geluidbelasting op de afstanden van de eerste bebouwing te berekenen. Zijn deze geluidbelastingen al berekend, ga dan na of deze gebaseerd zijn op berekeningen met of zonder scherm.**
- 4 **Bepaal de GES-score voor de eerste bebouwingslijn.**
 Veel provincies en gemeenten gebruiken het Akoestisch Spoorboekje. Gebruik de resultaten er van om de GES-score te bepalen. De geluidbelasting aan de hoogst belaste gevel is hierbij maatgevend. Voor deze geluidbelasting zijn immers onderstaande relaties met ernstige hinder en slaapverstoring afgeleid. Laat eventueel berekeningen uitvoeren met en zonder scherm.
 Het Akoestisch Spoorboekje gebruikt standaardrekenmethode 1, SRM1, om de geluidbelastingen te berekenen. Met SRM1 kunnen alleen de geluidbelastingen tot op de eerste bebouwingslijn berekend worden.

Geluidbelasting		Ernstig gehinderden (%)	Geluidbelasting $L_{Aeq,23-7}$ dB(A)	Ernstig slaapverstoorden (%)	GES-score
L_{den} dB	L_{etm} dB(A)				
<48	<50	<1	<42	<2	0
48 – 57	50 – 59	1 – 4	42 – 51	2 – 3	1
58 – 62	60 – 64	4 – 7	52 – 56	3 – 5	3
63 – 67	65 – 69	7 – 12	57 – 61	5 – 6	6
68 – 72	70 – 74	12 – 19	62 – 66	6 – 9	7
≥73	≥75	≥19	≥67	≥9	8

Zijn er alleen gegevens beschikbaar in de 5 dB klassen die op grond van de EU-Richtlijn Omgevingslawaai zijn bepaald, dan is bovenstaande indeling niet te hanteren. Noodzakelijkerwijs moet dan gebruik gemaakt worden van de volgende indeling.

Geluidbelasting		Ernstig gehinderden (%)	Geluidbelasting $L_{Aeq,23-7}$ dB(A)	Ernstig slaapverstoorden (%)	GES-score
L_{den} dB	L_{etm} dB(A)				
<50	<52	<1	<44	<2	0
50 – 59	52 – 61	1 – 5	44 – 53	2 – 4	1
60 – 64	62 – 66	5 – 9	54 – 58	4 – 5	3
65 – 69	67 – 71	9 – 14	59 – 63	5 – 7	6
70 – 74	72 – 76	14 – 23	64 – 68	7 – 9	7
≥75	≥77	≥23	≥69	≥9	8

Bedacht moet worden dat deze GES-score indeling minder scherp is en het geschatte percentage ernstig gehinderd of slaapverstoord iets hoger is.

- 5 Teken de contouren van de GES-scores op een doorzichtige sheet of teken deze contouren met behulp van de grafische software op de achtergrondkaart.
- 6 Leg de sheets over de kaart of gebruik de kaart die met de grafische software is getekend. Bepaal grof het aantal woningen dat binnen elke GES-score valt. Corrigeer de woningscore voor andere gebouwen dan woningen volgens het voorbeeld in de algemene richtlijn van de handleiding. Geef per GES-score als volgt een woningscore:

Aantal woningen	Woningscore
0	0
<10	1
10 – 100	2
100 – 1000	3
> 1000	4

- 3 Vul vervolgens de volgende tabel in:

GES-score	Woningscore
0	
1	
3	
6	
7	
8	

Worden er vanwege hoge gevelbelastingen extra geluidisolierende maatregelen genomen, zoals een dove gevel, dan is niet precies bekend hoe groot de reductie in hinder is. Het is dus niet uit te drukken in een lagere GES-score. Geadviseerd wordt de GES-score met één te verlagen en deze GES-score tussen haakjes achter de GES-score te zetten. Worden de GES-scores in een balkengrafiek weergegeven, dan wordt geadviseerd de GES-score op basis van de gevelbelasting aan te geven, bijvoorbeeld een GES-score van 6. Door het bovenste stukje van de balk, van GES-score 5 tot 6, lichter te kleuren of arceren kan duidelijk gemaakt worden dat extra isolerende maatregelen genomen worden. Dit kan in een voetnoot bij de grafiek vermeld worden.

Op de kaart met GES contourvlakken kan er voor gekozen worden om een smalle band tegen de gevel van de extra geluidgeïsoleerde woningen de kleur te geven van de met 1 verminderde GES-score. In geval van een geluidbelasting aan de gevel met een GES-score 6 wordt bijvoorbeeld een rood contourvlak weergegeven. Tegen de gevel kan dan een smalle oranje (GES-score 5) band weergegeven worden.

Er kan ook voor gekozen worden om de extra geluidisolatie niet visueel weer te geven, maar deze alleen te bespreken bij de gezondheidskundige interpretatie en de conclusies.

- 8 **Ga na of er gecombineerde belasting aan geluid van een andere bron plaats vindt.**
Bepaal de GES-score van de gecombineerde geluidbelasting (zie Handleiding Module G – Wegverkeer en geluid)
- 9 **Vul de GES-scores en bijbehorende woningscores en eventueel deze van de gecombineerde geluidbelasting in de verzamelstaat of rechtstreeks in het bijbehorende Excel bestand.**

J - Railverkeer en externe veiligheid

1 Ga na of externe veiligheid een rol speelt.

Ga bij de provincie of gemeente na of over het betreffende railtraject gevaarlijke stoffen worden vervoerd. Hiervoor kan ook de Risicoatlas Spoor geraadpleegd worden. Provincies beschikken over eenvoudig te hanteren IPO-berekeningsmallen. De op deze wijze berekende risicoafstanden zijn gebundeld in de Risicoatlas. Deze Risicoatlas kan gedownload worden van de website van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat: www.rijkswaterstaat.nl/dvs/themas/veiligheid/extern/publicaties/index.jsp. Selecteer het traject waarvoor de GES toegepast moet worden.

2a Ga de ligging van de PR-contouren voor 10^{-6} , 10^{-7} en 10^{-8} en de waarden van het Groepsrisico na.

Zoek de ligging van de PR-contouren en de waarde van het Groepsrisico op in de Risicoatlas Spoor. Voor de Risicoatlas is gebruik gemaakt van transportgegevens van 1998. Vraag aan de provincie of er een actualisatie heeft plaatsgevonden van de transportgegevens of dat de nieuwe berekeningsmethode RBMII is toegepast.

2b Bij wijziging van de bebouwing wijzigt het Groepsrisico. Laat vaststellen wat het Groepsrisico in de nieuwe situatie is.

Voor emplacementen wordt geschat dat de maximale bevolkingsdichtheid in een zone van 200 meter rond het emplacement gemiddeld 35 personen/ha zou moeten bedragen om het Groepsrisico niet te overschrijden.

Voor de vrije baan is er geen algemene vuistregel te geven, omdat het te sterk afhankelijk is van aard en hoeveelheid van het transport. Voor de drukke spoorlijn Vlis-singen (Sloehaven) - Venlo wordt geschat dat de maximale dichtheid 30 personen/ha is in een zone van 400 meter aan weerszijden van de spoorlijn.

3a Ga eerst na of de normlijn voor Groepsrisico's overschreden wordt.

De normlijn voor het Groepsrisico voor transport is:

Kans van 10^{-4} /jaar op 10 slachtoffers per km route;

Kans van 10^{-6} /jaar op 100 slachtoffers per km route;

Kans van 10^{-8} /jaar op 1000 slachtoffers per km route enzovoort.

Dus met een 10x zo groot aantal slachtoffers moet de kans daarop met een factor 100 afnemen.

Is de oriëntatiewaarde groter dan 1 dan wordt de normlijn van het Groepsrisico overschreden.

3b Bepaal vervolgens de GES-score en de bijbehorende afstand als volgt:

Plaatsgebonden Ri-sico	Overschrijding Oriëntatiewaarde Groepsrisico	GES-score	Afstand (m)
$< 10^{-8}$	nee	0	
$10^{-8} - 10^{-7}$	nee	2	
$10^{-7} - 10^{-6}$	nee	4	
$> 10^{-6}$	ja	6	

Is het Groepsrisico bekend, dan wordt eerst daaraan getoetst. Als de normlijn overschreden wordt, volgt daar een GES-score van 6 uit. De bijbehorende afstand is de 1% letaliteitsgrens.

Is het Groepsrisico niet bekend, dan wordt alleen getoetst aan het Plaatsgebonden Risico.

Is het Plaatsgebonden Risico van 10^{-7} niet bekend, dan wordt bij een risico tussen 10^{-8} en 10^{-6} een GES-score van 3 toegekend.

- 4 **Trek de PR-contouren op een doorzichtige sheet of teken deze contouren met behulp van de grafische software op de achtergrondkaart.**
- 5 **Leg de sheet over de kaart of gebruik de kaart die met de grafische software is getekend. Bepaal grof het aantal woningen dat binnen elke GES-score valt. Corrigeer de woningscore voor andere gebouwen dan woningen volgens het voorbeeld in de algemene richtlijn van het stappenplan. Geef per GES-score als volgt een woningscore:**

Aantal woningen	Woningscore
0	0
<10	1
10 – 100	2
100 – 1000	3
> 1000	4

- 6 **Bepaal de omringende bebouwing binnen de zone. Kruis aan bij de bijbehorende GES-score in de laatste kolom.**

GES-score	Woningscore
0	
2	
3	
4	
6	

- 7 **Vul de GES-scores en bijbehorende woningscores in de verzamelstaat of rechtstreeks in het bijbehorende Excel bestand.**

K - Waterverkeer en luchtverontreiniging

- 1 Ga na of er een hoofdvaarweg binnen 250 meter van het plangebied ligt.**
De ligging van de hoofdvaarwegen in Nederland is af te lezen uit de figuur in het Hoofddocument. Is de afstand tot de eerste bebouwingslijn groter dan 250 meter, dan hoeft voor dit aspect geen GES uitgevoerd te worden.
- 2 Bepaal de afstand van de oever van de vaarweg tot de eerste bebouwingslijn in meters.**
- 3 Lees af uit de tabel de jaargemiddelde bijdrage van de scheepvaart aan de achtergrondconcentratie NO₂ op de bepaalde afstand vanuit de oever.**
Deze tabel bevat indicatieve waarden voor de NO₂-bijdrage van scheepvaart bij toenemende afstand vanuit de oever. De waarden zijn afgeleid uit modelberekeningen voor de Waal (bij Nijmegen) en de Oude Maas (Rijnmond). Er wordt vooral een bijdrage verwacht van NO₂. De bijdrage van PM₁₀ wordt gering geacht.

Afstand (m)	Concentratiebijdrage NO ₂ in µg/m ³
0 (oever)	10
50	5
100	4
150	3
200	2
250	1
> 250	0

- 4 Bepaal de achtergrondconcentraties van NO₂.**
Informatie is te verkrijgen uit het landelijk meetnet van het RIVM. Resultaten worden onder meer via internet beschikbaar gesteld:
www.mnp.nl/nl/themasites/gcn/index.html.
- 5 Tel de NO₂-bijdrage van de scheepvaart op bij de achtergrondconcentratie.**

Bron	NO ₂ in µg/m ³
Achtergrondconcentratie	
Bijdrage scheepvaart	
Totale jaargemiddelde concentratie NO ₂	

6 Bepaal de GES-scores volgens:

NO₂

Jaargemiddelde µg/m ³	GES- score	Opmerkingen
0,04 – 3	2	
4 – 19	3	
20 – 29	4	
30 – 39	5	
40 – 49	6	Overschrijding grenswaarde Toename luchtwegklachten en verlaging long- functie
50 – 59	7	Sterkere toename luchtwegklachten en verla- ging longfunctie
≥ 60	8	

7 Trek de contouren van GES-scores voor NO₂ op een doorzichtige sheet of teken deze contouren met behulp van de grafische software op de achtergrondkaart. De contouren komen parallel langs de vaarweg te liggen.

8 Leg de sheets over de kaart of gebruik de kaart die met de grafische software is getekend. Bepaal grof het aantal woningen dat binnen elke GES-score valt. Tel de woningen mee als de gevel belast wordt. Corrigeer de woningscore voor andere gebouwen dan woningen volgens het voorbeeld in de algemene richtlijn van de handleiding. Geef per GES-score als volgt een woningscore:

Aantal woningen	Woningscore
0	0
<10	1
10 – 100	2
100 – 1000	3
> 1000	4

9 Vul vervolgens de volgende tabel in:

GES-score	Woningscore
2	
3	
5	
6	
7-8	

10 Vul de GES-scores en bijbehorende woningscores in de verzamelstaat of rechtstreeks in het bijbehorende Excel bestand.

- 11** Indien de GES-scores voor de module waterverkeer en luchtverontreiniging leiden tot ernstige ruimtelijke beperkingen in verband met het bereiken van GES-scores 6 (al dan niet in combinatie met andere bronnen) dan kan overwogen worden om voor specifieke locaties de bijdrage van NO₂ (en eventueel PM₁₀) door het scheepvaartverkeer nader te laten onderzoeken.

Hierbij wordt op grond van het aantal scheepvaartpassages en scheepsklassen emissiefactoren opgesteld die als invoer dienen in een hiervoor aangepast lijnbronmodel. Hiermee wordt de immissie van NO₂ en PM₁₀ berekend. Gezien de onzekerheid in de emissiefactoren van PM₁₀ kan de bijdrage hiervan eventueel gemeten worden.

L - Waterverkeer en geluidhinder

- 1 **Ga na of geluid van waterverkeer een rol speelt.**
 - Ga eerst na of er metingen of berekeningen met een aangepaste standaardrekenmethode 1 (SRM1) door de gemeente zijn uitgevoerd.
 - Selecteer het traject waarvoor de GES toegepast moet worden.
 - Verzamel de benodigde gegevens voor het invullen van de database. Hanteer bijvoorbeeld hierbij het Handboek voor Milieubeheer (Vermande, 1980) (zie Module L Waterverkeer en geluidhinder in Deel 1).
- 2 **Bepaal de afstand tot de eerste bebouwing. Doe dit voor de trajecten die voor de GES een rol spelen.**
- 3 **Vraag de gemeente om de geluidbelasting op de afstanden van de eerste bebouwing te berekenen.**
- 4 **Zijn geen metingen of berekeningen uitgevoerd, verzoek dan de gemeente om een dergelijk akoestisch onderzoek.**

Voor berekeningen zal gebruik gemaakt moeten worden van een aangepaste SRM1. Het gaat hierbij vooral om de demping van het geluid door water, die lager is dan de demping door bodem.

Eventueel zijn met behulp van de informatie uit het Handboek voor Milieubeheer zelf indicatieve berekeningen uit te voeren. Raadpleeg hiervoor Deel 1 – Module L van dit handboek.
- 5 **Als geen geluidwaarden bekend zijn, dan kan het Handboek voor Milieubeheer gebruikt worden om een indicatie te krijgen van of geluidhinder in het betreffende geval een probleem vormt.**

In het Handboek staan de volgende geluidsbelastingen en afstanden genoemd:

	15 m	25 m
Binnenschepen met Rijncertificaat		<75
Buiten de wateren van de Rijn (vol vermogen)		85
Snelle motorboten ($v > 16$ km/uur)	80	76
Boten met buitenboordmotor laag vermogen (25 kW)	70	66
Boten met buitenboordmotor		75
Boten met hekaggegraat		72
Boten met ingebouwde motor		70
Motorkruisers	40	36
Zeiljachten gemotoriseerd	50	46

- 6 Zijn geluidwaarden bekend, bepaal dan de GES-score voor de eerste bebouingslijn.

Geluidbelasting		Ernstig gehinderden (%)	GES-score
L _{den} dB	L _{etm} dB(A)		
<43	<45	0	0
43 – 48	45 – 50	0 – 3	1
48 – 53	50 – 55	3 – 5	2
53 – 58	55 – 60	5 – 9	4
58 – 63	60 – 65	9 – 14	5
63 – 68	65 – 70	14 – 21	6
68 – 73	70 – 75	21 – 31	7
≥73	≥75	≥31	8

Zijn er alleen gegevens beschikbaar in de 5 dB klassen uit de EU-Richtlijn Omgevingslawaai, dan is bovenstaande indeling niet te hanteren. Noodzakelijkerwijs moet dan gebruik gemaakt worden van de volgende indeling.

Geluidbelasting		Ernstig gehinderden (%)	GES-score
L _{den} dB	L _{etm} dB(A)		
<45	<47	0	0
45 – 49	47 – 51	1 – 4	1
50 – 54	52 – 56	4 – 6	2
55 – 59	57 – 61	6 – 10	4
60 – 64	62 – 66	10 – 16	5
65 – 69	67 – 71	16 – 25	6
70 – 74	72 – 76	25 – 37	7
≥75	≥77	≥37	8

Bedacht moet worden dat deze laatste GES-score indeling minder scherp is en het percentage ernstig gehinderd of slaapverstoord iets hoger is.

- 7 Teken de contouren van de GES-scores op een doorzichtige sheet of teken deze contouren met behulp van de grafische software op de achtergrondkaart.
- 8 Leg de sheet over de kaart of gebruik de kaart die met de grafische software is getekend. Bepaal grof het aantal woningen dat binnen elke GES-score valt. Corrigeer de woningscore voor andere gebouwen dan woningen volgens het voorbeeld in de algemene richtlijn van de handleiding. Geef per GES-score als volgt een woningscore:

Aantal woningen	Woningscore
0	0
<10	1
10 – 100	2
100 – 1000	3
> 1000	4

9 Vul vervolgens de volgende tabel in:

GES-score	Woningscore
0	
1	
2	
4	
5	
6	
7	
8	

- 10 Ga na of er gecombineerde belasting aan geluid van een andere bron plaats vindt.**
Bepaal de GES-score van de gecombineerde geluidbelasting (zie Handleiding Module G – Wegverkeer en geluid)
- 11 Vul de GES-scores en bijbehorende woningscores en eventueel deze van de gecombineerde geluidbelasting in de verzamelstaat of rechtstreeks in het bijbehorende Excel bestand.**

M - Waterverkeer en externe veiligheid

1 Ga eerst na of externe veiligheid een rol speelt.

- Vraag na bij de provincie of over de betreffende waterweg gevaarlijke stoffen worden vervoerd.
- Ga na of betreffende vaarroute opgenomen is in de Effectwijzer als vaarroute waarover gevaarlijke stoffen worden getransporteerd (zie Deel 1, Module L – Waterverkeer en externe veiligheid).
- Raadpleeg de Risicoatlas Hoofdvaarwegen Nederland waarin alle hoofdvaarwegen waarover gevaarlijke stoffen worden getransporteerd zijn opgenomen. Deze Risicoatlas is te downloaden van de website van het ministerie van Verkeer en Waterstaat: www.rijkswaterstaat.nl/dvs/themas/veiligheid/extern/publicaties/index.jsp.
- Selecteer het traject waarvoor de GES toegepast moet worden.

2a Ga de ligging van de PR-contouren voor 10^{-6} , 10^{-7} en 10^{-8} en de Oriëntatie Waarde van het Groepsrisico voor de betreffende waterweg na.

- In de Risicoatlas Hoofdvaarwegen Nederland zijn de afstanden van de 10^{-6} , 10^{-7} en 10^{-8} PR-contouren en de oriëntatiewaarde van het Groepsrisico voor alle hoofdvaarwegen waarover gevaarlijke stoffen worden getransporteerd opgenomen.
- Vraag bij de regionale directie van Rijkswaterstaat of de provincie of de gegevens over de risico's van het vervoer geactualiseerd zijn door nieuwe verkeersstellingen of het gebruik van de nieuwe rekenmethode RBMII.

2b Bij wijziging van de bebouwing, wijzigt het Groepsrisico. Laat vast stellen wat het Groepsrisico in de nieuwe situatie is.

3 Ga eerst na of de normlijn voor Groepsrisico's overschreden wordt.

De normlijn voor het Groepsrisico voor transport is:

Kans van 10^{-4} /jaar op 10 slachtoffers per km route;

Kans van 10^{-6} /jaar op 100 slachtoffers per km route;

Kans van 10^{-8} /jaar op 1000 slachtoffers per km route enzovoort.

Dus met een 10x zo groot aantal slachtoffers moet de kans daarop met een factor 100 afnemen.

Als de Oriëntatiewaarde groter is dan 1 dan wordt de normlijn voor het Groepsrisico overschreden.

4 Bepaal vervolgens de GES-score en de bijbehorende afstand als volgt:

Plaatsgebonden Risico	Overschrijding Oriëntatiewaarde Groepsrisico	GES-score	Afstand (m)
$< 10^{-8}$	nee	0	
$10^{-8} - 10^{-7}$	nee	2	
$10^{-7} - 10^{-6}$	nee	4	
$> 10^{-6}$	ja	6	

Is het Groepsrisico bekend, dan wordt eerst daaraan getoetst. Als de normlijn overschreden wordt, volgt daar een GES-score van 6 uit.

Is het Groepsrisico niet bekend, dan wordt alleen getoetst aan het Plaatsgebonden Risico.

Is de ligging van het Plaatsgebonden Risico van 10^{-7} niet bekend, dan wordt bij een risico tussen 10^{-8} en 10^{-6} een GES-score van 3 toegekend.

5 Trek de PR-contouren op een doorzichtige sheet of teken deze contouren met behulp van de grafische software op de achtergrondkaart.

- 6 Leg de sheet over de kaart of gebruik de kaart die met de grafische software is getekend. Bepaal grof het aantal woningen dat binnen elke GES-score valt. Corrigeer de woningscore voor andere gebouwen dan woningen volgens het voorbeeld in de algemene richtlijn van het stappenplan. Geef per GES-score als volgt een woningscore:

Aantal woningen	Woningscore
0	0
<10	1
10 – 100	2
100 – 1000	3
> 1000	4

- 7 Vul vervolgens de volgende tabel in:

GES-score	Woningscore
0	
2	
3	
4	
6	

- 8 Vul de GES-scores en bijbehorende woningscores in de verzamelstaat of rechtstreeks in het bijbehorende Excel bestand.

N - Vliegverkeer en stank

1 Ga bij de provincie na of er een onderzoek naar ervaren stankhinder is uitgevoerd. Zonder een onderzoek naar stankhinder is een gezondheidskundige beoordeling van stank van vliegverkeer niet mogelijk. Er zijn te weinig gegevens over de geuremissie en de modellering van de verspreiding is complex. Er is dus niet te berekenen wat de geurbelasting rond een vliegveld is. Bovendien is de relatie tussen geurblootstelling en hinder niet bekend.

2 Bepaal de GES-score als volgt:

Hinder (%)	Ernstige hinder (%)	GES-score
0	0	0
0 – 5	0	1
5 – 12	0 – 3	3
12 – 25	3 – 10	4
≥25	≥ 10	6

3 Trek de contouren van de verschillende GES-scores op een doorzichtige sheet of teken deze contouren met behulp van de grafische software op de achtergrondkaart.

4 Leg de sheet over de kaart of gebruik de kaart die met de grafische software is getekend. Bepaal grof het aantal woningen dat binnen elke GES-score valt. Corrigeer de woningscore voor andere gebouwen dan woningen volgens het voorbeeld in de algemene richtlijn van de handleiding. Geef per GES-score als volgt een woningscore:

Aantal woningen	Woningscore
0	0
<10	1
10 – 100	2
100 – 1000	3
> 1000	4

5 Vul vervolgens de volgende tabel in:

GES-score	Woningscore
0	
1	
3	
4	
6	

6 Vul de GES-scores en bijbehorende woningscores in de verzamelstaat of rechtstreeks in het bijbehorende Excel bestand.

O - Vliegverkeer en geluidhinder

1 Ga eerst na of geluid van vliegverkeer een rol speelt.

- Vraag aan de gemeente of provincie of er een Aanwijzing voor het betreffende vliegveld geldt. Dit kan ook nagegaan worden op de website van het ministerie van Verkeer en Waterstaat:

www.verkeerenwaterstaat.nl/onderwerpen/luchtvaart/regionale_luchthavens/index.aspx.

Is dit het geval dan is bekend waar de geluidzones liggen en wat de maximale geluidsbelasting daarbinnen mag zijn.

- Ga na of voor het vliegveld Ke-contouren zijn vastgesteld.
- Ga na of voor het vliegveld (kleine burgerluchtvaart) de geluidbelasting is vastgesteld in B_{KL} (belasting kleine luchtvaart).
- Selecteer het gebied waarvoor de GES toegepast moet worden.
- Verzamel de benodigde gegevens voor het invullen van de tabel.

2 Bepaal de GES-scores als volgt:

Is de L_{den} -waarde bekend, dan wordt de GES-score daarop gebaseerd. Is deze niet bekend, dan wordt een GES-score toegekend op basis van Ke of B_{KL} , waarbij dan een algemene relatie tussen de L_{den} en de Ke en B_{KL} wordt gebruikt.

De volgende indelingen worden gehanteerd:

Geluidbelasting			Algemene relatie Ernstig gehinderden (%)	Schiphol relatie Ernstig gehinderden (%)	GES-score
L_{den}	Ke	B_{KL}			
<44	<6	<49	<1	<12	0
44 – 47	6 – 13	49 – 52	1 – 3	12 – 15	1
48 – 49	14 – 17	53 – 54	3 – 5	15 – 19	2
50 – 52	18 – 27	55 – 57	5 – 8	19 – 26	4
53 – 57	28 – 34	58 – 62	8 – 15	26 – 41	5
58 – 62	35 – 44	63 – 67	15 – 24	41 – 57	6
≥63	≥ 45	≥68	≥24	≥ 57	7

Zijn er gegevens over de geluidbelasting 's nachts dan wordt deze als volgt apart beoordeeld:

Geluidbelasting L_{night} dB(A)	Algemene relatie Ernstig slaapver- stoorden (%)	Schiphol relatie Ernstig slaapver- stoorden (%)	GES-score
<30	<3	<3	0
30 – 39	3 – 4	3 – 8	2
40 – 49	4 – 7	8 – 20	4
50 – 54	7 – 10	20 – 29	5
≥55	≥10	≥29	6

De hoogste GES-score wordt genomen.

- 3 Teken de contouren van de GES-scores op een doorzichtige sheet of teken deze contouren met behulp van de grafische software op de achtergrondkaart.** Meestal worden de contouren voor vliegvelden als niet-concentrische cirkels aangeleverd. De mogelijkheid bestaat dan deze kaarten als basis te gebruiken voor de verschillende contouren. Deze kaarten kunnen, indien digitaal voorhanden, ingelezen worden in de grafische software waarna de contouren overgetekend kunnen worden.
- 4 Leg de sheet over de kaart of gebruik de kaart die met de grafische software is getekend. Bepaal grof het aantal woningen dat binnen elke GES-score valt. Corrigeer de woningscore voor andere gebouwen dan woningen volgens het voorbeeld in de algemene richtlijn van de handleiding. Geef per GES-score als volgt een woningscore:**

Aantal woningen	Woningscore
0	0
<10	1
10 – 100	2
100 – 1000	3
> 1000	4

- 5 Vul vervolgens de volgende tabel in:**

GES-score	Op basis van: L_{den} , K_e , B_{KL} of $L_{Aeq,23-7}$	Woningscore
0		
1		
2		
4		
5		
6		
7		

- 6 Ga na of extra geluidisolatie wordt toegepast.**
Zie hiervoor Module G, punt 8.
- 7 Vul de GES-scores en bijbehorende woningscores in de verzamelstaat of rechtstreeks in het bijbehorende Excel bestand.**

P - Vliegverkeer en externe veiligheid

- 1 Ga na of externe veiligheid van vliegverkeer een rol speelt.
- 2 Vraag bij de provincie of Rijksluchtvaartdienst de ligging van de PR-contouren en de waarden van het Groepsrisico op.
Bij wijziging van de bebouwing rond de inrichting, wijzigt het Groepsrisico. Laat vast stellen of het Groepsrisico beïnvloed wordt in de nieuwe situatie.
- 3 Bepaal de GES-score en de bijbehorende afstand als volgt:

Plaatsgebonden Risico	Overschrijding Oriëntatiewaarde Groepsrisico	GES-score	Afstand (m)
$< 10^{-8}$	nee	0	
$10^{-8} - 10^{-7}$	nee	2	
$10^{-7} - 10^{-6}$	nee	4	
$> 10^{-6}$	ja	6	

De normlijn van het Groepsrisico wordt overschreden als de Oriëntatiewaarde groter is dan 1.

Speelt het Groepsrisico een rol dan wordt eerst daaraan getoetst. Als de normlijn overschreden wordt, volgt daar een GES-score van 6 uit.

Is het Groepsrisico niet bekend, dan wordt alleen getoetst aan het Plaatsgebonden Risico.

Is de ligging van het Plaatsgebonden Risico van 10^{-7} niet bekend, dan wordt bij een risico tussen 10^{-8} en 10^{-6} een GES-score van 3 toegekend.

- 4 Trek de PR-contouren op een doorzichtige sheet of teken deze contouren met behulp van de grafische software op de achtergrondkaart.
- 5 Leg de sheet over de kaart of gebruik de kaart die met de grafische software is getekend. Bepaal grof het aantal woningen dat binnen elke GES-score valt. Corrigeer de woningscore voor andere gebouwen dan woningen volgens het voorbeeld in de algemene richtlijn van het stappenplan. Geef per GES-score als volgt een woningscore:

Aantal woningen	Woningscore
0	0
<10	1
10 – 100	2
100 – 1000	3
> 1000	4

6 Vul vervolgens de volgende tabel in:

GES-score	Woningscore
0	
2	
3	
4	
6	

7 Vul de GES-scores en bijbehorende woningscores in de verzamelstaat of rechtstreeks in het bijbehorende Excel bestand.

Q - Bodemverontreiniging

- 1 **Verzoek aan de Milieudienst om gegevens beschikbaar te stellen:**
 - **Voor niet-vluchtige stoffen: de concentratie in de toplaag van de bodem (0 – 0,5 m-mv).**

Deze gegevens zijn bekend als er een Nader Onderzoek is verricht.
Niet-vluchtige stoffen zijn onder meer zware metalen en polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK)
 - **Voor vluchtige stoffen: de concentratie in het ondiepe grondwater (0,5 – 2 m-mv)**

Vluchtige stoffen zijn onder meer aromaten en gechloreerde koolwaterstoffen.
 - **Bodemeigenschappen: het gehalte organisch stof (humus) en het gehalte lutum (kleideeltjes).**

De standaardbodem heeft een gehalte van 10% organisch stof (OS) en 25% lutum (L). Indien het gehalte organisch koolstof (OC) wordt gegeven dient het gehalte organisch stof berekend te worden volgens: $\%OS = \%OC \times 1,724$.

- 2 **Kies de bodemfunctie waarvoor de bodem gebruikt wordt of gebruikt gaat worden.**
 - wonen met tuin
 - plaatsen waar kinderen spelen
 - moestuinen/volkstuinen
 - groen met natuurwaarden

- 3a **Gebruik de tabellen om voor de beoogde bodemfunctie de HumToxMW en HumToxSanscrit te bepalen.**

De normwaarden zijn met CSOIL2000 berekend voor de standaardbodem.

Tabel metalen. Achtergrondwaarden, HumToxMW en HumToxSanscrit voor de standaardbodem in mg/kg d.s.

Stof	AW2000	HumTox Maximale Waarde grond					HumTox Saneringscriterium grond				
		Wonen met tuin	Plaatsen waar kinderen spelen	Moes/volkstuin veel gewasconsumptie	Moes/volkstuin gemiddelde gewasconsumptie	Groen met natuurwaarden	Wonen met tuin	Plaatsen waar kinderen spelen	Moes/volkstuin veel gewasconsumptie	Moes/volkstuin gemiddelde gewasconsumptie	Groen met natuurwaarden
As	20	405	562	115	191	2620	576	796	164	273	3620
Cd	0,6	15,8	227	1,7	3,3	1100	28,1	405	3,0	5,9	1970
Cu	40	7180	2360	983	1890	29900	8610	25000	1240	2360	30300
Pb	50	268	364	95,4	151	1800	536	727	191	302	3590
Zn	140	23100	203000	2560	5050	983000	46100	405000	5110	10100	1970000

Tabel PAK. Achtergrondwaarden, HumToxMW en HumToxSanscrit voor de standaardbodem in mg/kg d.s.

Stof	AW2000	HumTox Maximale Waarde grond					HumTox Saneringscriterium grond				
		Wonen met tuin	Plaatsen waar kinderen spelen	Moes/volkstuin veel gewasconsumptie	Moes/volkstuin gemiddelde gewasconsumptie	Groen met natuurwaarden	Wonen met tuin	Plaatsen waar kinderen spelen	Moes/volkstuin veel gewasconsumptie	Moes/volkstuin gemiddelde gewasconsumptie	Groen met natuurwaarden
Som-PAK	1,5	6,8*	-	1,8*	-	-	-	-	-	-	-
B(a)P	0,12	1,4	3,7	0,3	0,6	15	279	371	31	102	1520

* Indicatieve waarde

Tabel vluchtige stoffen. Streefwaarden, HumToxMW en HumToxSanscrit voor grondwater in µg/l

Stof	Streefwaarde grondwater	HumTox Maximale Waarde grondwater	HumTox Saneringscriterium grondwater
Benzeen	0,2	2,6	251
Tolueen	7	2190	4360
Ethylbenzeen	4	2890	5570
Xylenen**	0,2	6280	12000
Tetrachlooretheen	0,01	285	560
Trichlooretheen	24	760	1500
Cis-1,2-dichlooretheen	0,01	38	77

** Op basis van o-xyleen als meest kritische isomeer

3b Pas bodemtypecorrectie toe om de actuele concentratie in de bodem om te rekenen naar een concentratie in de standaardbodem.

Gebruik hiervoor eventueel het Excel rekenblad bodemtypecorrectie dat te verkrijgen is via www.vrom.nl/stadenmilieu en www.ggdkennisnet.nl. Gebruik als invoerwaarde voor %lutum en %organisch stof het rekenkundig gemiddelde van deze parameters die representatief zijn voor het gebied i.c. de blootstelling. Het is ook mogelijk om de in de tabel gegeven normwaarden om te rekenen naar het actuele bodemtype en de gecorrigeerde normwaarde te gebruiken voor vergelijking met de actuele bodemconcentratie.

3c Indien de stoffen die beoordeeld worden niet in de tabellen gegeven zijn gebruik dan het computerprogramma CSOIL of Sanscrit om de HumToxMW en HumToxSanscrit te berekenen.

Dit vereist de nodige vaardigheden van de gebruiker.

3d Vergelijk de (voor de standaardbodem gecorrigeerde) actuele concentratie van de niet-vluchtige stoffen met de Achtergrondwaarde (AW2000), HumToxMW en de HumToxSanscrit voor de betreffende bodemfunctie.

Gebruik als invoerwaarde voor de bodemconcentratie het rekenkundige gemiddelde van de grondconcentraties die voorkomen in het gebied waar ook de mogelijke blootstelling plaatsvindt en die past bij de te beoordelen bodemfunctie. Eventueel kan gekozen worden voor een percentielwaarde. Dit zal afhangen van het ambitieniveau dat de gemeente (eventueel in samenspraak met de GGD) heeft ten aanzien van de lokale bodemkwaliteit en ook van de verdeling van de concentraties in de bodem (homogeen of heterogeen).

3e Vergelijk de concentratie van de vluchtige stoffen met de Streefwaarde grondwater, HumToxMW grondwater en de HumToxSanscrit grondwater.

Gebruik als invoerwaarde voor de grondwaterconcentratie het rekenkundige gemiddelde van de grondwaterconcentraties die voorkomen in het gebied waar ook de mogelijke blootstelling plaatsvindt.

4 Bepaal de GES-score voor elke stof als volgt:

Concentratie (*)	GES-score	Opmerkingen
$C_g < AW2000$	0	geen overschrijding Achtergrond/Streefwaarde geen gezondheidsrisico
$C_{gw} < SW$	0	
$AW < C_g < HumToxMW$	2	wel bodemverontreiniging
$SW < C_{gw} < HumToxMW$	2	gezondheidsrisico onwaarschijnlijk
$HumToxMW < C_g < HumToxSanscrit$	4	wel bodemverontreiniging
$HumToxMW < C_{gw} < HumToxSanscrit$	4	gezondheidsrisico mogelijk
$C_g > HumToxSanscrit$	6	overschrijding maximaal toelaatbaar risico gezondheidsrisico waarschijnlijk
$C_{gw} > HumToxSanscrit$	6	

(*):
C_g = concentratie in grond
C_{gw} = concentratie in grondwater

5 Geef de bodemverontreinigingsplekken met GES-score 2, 4 en 6 aan op een sheet of teken deze plekken met behulp van de grafische software op de achtergrondkaart.

- 6 **Bepaal het aantal woningen binnen GES-score 2, 4 en 6. Bepaal grof het aantal woningen dat binnen elke GES-score valt. Corrigeer de woningscore voor andere gebouwen dan woningen volgens het voorbeeld in de algemene richtlijn van de handleiding. Geef per GES-score als volgt een woningscore:**

Aantal woningen	Woningscore
0	0
<10	1
10 – 100	2
100 – 1000	3
> 1000	4

- 7 **Vul vervolgens per stof de volgende tabel:**

GES-score	woningscore			
	Stof 1	Stof 2	Stof 3	Stof 4
0				
2				
4				
6				

- 8 **Vul de GES-scores en bijbehorende woningscores in de verzamelstaat of rechtstreeks in het bijbehorende Excel bestand.**

Module R

Bovengrondse hoogspanningslijnen en elektromagnetische velden

- 1 Ga eerst na of een bovengrondse hoogspanningslijn een rol speelt.**
Ga via de *Netkaart* die te vinden is op de internetsite www.rivm.nl/milieuportaal/dossier/hoogspanningslijnen na wat de exacte ligging is van de bovengrondse hoogspanningslijn.
Ga voor het deel van de hoogspanningslijn dat in de GES opgenomen moeten worden na wat het spanningsniveau is (50 kV, 110 kV, 150 kV, 220 kV of 380 kV) en lees (via de informatieknop) af wat de breedte is van de indicatieve zone van 0,4 μ T.
- 2 Schat de afstand van de hartlijn van de hoogspanningslijn tot de grens van de 0,3 μ T en 0,2 μ T zone met behulp van de onderstaande tabel.**
Gebruik in de tweede kolom de halve breedte van de indicatieve zone van 0,4 μ T (dus afstand van het hart van de hoogspanningslijn tot grens van 0,4 μ T) en tel deze waarde op bij de afstanden in de derde (0,3 μ T) en vierde (0,2 μ T) kolom. Dit geeft de indicatieve afstanden van de hartlijn van de hoogspanningslijn tot de grens van 0,2 μ T, 0,3 μ T en 0,4 μ T zone.

Type hoogspanningslijn	Afstand in meters van hartlijn tot grens 0,4 μ T	Afstand in meters van hartlijn tot grens 0,3 μ T	Afstand in meters van hartlijn tot grens 0,2 μ T
380 kV	A	A + 20	A + 53
220 kV	B	B + 17	B + 44
150 kV	C	C + 10	C + 26
110 kV	D	D + 6	D + 15
50 kV	E	E + 5	E + 13

Voorbeeld 380 kV: Indien A = 140 m dan ligt de 0,3 μ T zone op 160 m van de hartlijn en de 0,2 μ T zone op 193 m van de hartlijn van de hoogspanningslijn

- 3 Bepaal de afstand van de hartlijn van het hoogspanningstracé tot de bebouwing. Doe dit voor de hoogspanningslijnen die voor de GES een rol spelen.**
- 4 Indien wenselijk kan voor de beoogde hoogspanningslijn een veldsterkteberekening van de specifieke jaargemiddelde magnetische veldsterkte van 0,2 μ T, 0,3 μ T en 0,4 μ T uitgevoerd worden.**
Dit kan overwogen worden in de gevallen dat de dichtstbijzijnde bebouwing binnen de indicatieve zone van 0,4 μ T ligt of indien er sprake is van een complexe situatie, zoals kruisende hoogspanningslijnen, twee parallelle lijnen of bij een vertakking van de hoogspanningslijn. De berekening kan uitgevoerd worden door de KEMA, TNO of adviesbureaus. De berekening dient uitgevoerd te worden conform de meest recente Handreiking van het RIVM.

5 Bepaal de GES-score.

Gebruik hiervoor de in de eerder genoemde tabel genoemde indicatieve relatie tussen afstand en magnetische veldsterkte (afgestemd op het spanningsniveau van de hoogspanningslijn) of gebruik de berekende specifieke relatie tussen afstand en magnetische veldsterkte.

Magnetische veldsterkte (μT)	GES-score
< 0,2	0
0,2 – 0,3	2
0,3 – 0,4	4
> 0,4	6

6 Teken de contouren van de GES-scores op een doorzichtige sheet of teken deze contouren met behulp van de grafische software op de achtergrondkaart.

7 Leg de sheets over de kaart of gebruik de kaart die met de grafische software is getekend. Bepaal grof het aantal woningen dat binnen elke GES-score valt. Corrigeer de woningscore voor andere gebouwen dan woningen volgens het voorbeeld in de algemene richtlijn van het stappenplan. Geef per GES-score als volgt een woningscore:

Aantal woningen	Woningscore
0	0
<10	1
10 – 100	2
100 – 1000	3
> 1000	4

8 Vul vervolgens de volgende tabel in:

GES-score	Woningscore
0	
2	
4	
6	

9 Vul de GES-scores en bijbehorende woningscores in de verzamelstaat of rechtstreeks in het bijbehorende Excel bestand.

4. Verzamelstaat maximale GES-score

Vul de navolgende tabel in met de gegevens die verkregen zijn in de modules

Bron	Milieuaspect	GES-score	Woningscore	GES-score achtergrond
Bedrijven	Luchtverontreiniging Stof 1			
	Stof 2			
	Stof 3			
	Stof 4			
	Stank			
	Geluid			
	Externe veiligheid			
Wegverkeer	Luchtverontreiniging benzeen			
	Fijnstof			
	B(a)P			
	NO ₂			
	CO			
	Stank			
	Geluid			
Railverkeer	Externe veiligheid			
	Geluid			
	Externe veiligheid			
WATERverkeer	Luchtverontreiniging NO ₂			
	Geluid			
	Externe veiligheid			
Vliegverkeer	Stank			
	Geluid			
	Externe veiligheid			
Bodemverontreiniging	Stof 1			
	Stof 2			
	Stof 3			
	Stof 4			
Bovengrondse hoogspanningslijnen	Elektromagnetische velden			

Stel het maximaal aantal woningen binnen het gehele gebied vast. Meldt in de rapportage als woningscore 4 niet gehaald wordt. Dat wil zeggen dat er minder dan 1000 woningen in het gebied zijn.

Stel vast of in het gebied bijzondere gebouwen aanwezig zijn die gedurende een bepaalde tijd van de dag meer dan een normaal aantal mensen bevat. Controleer of dat ook verwerkt is in de vaststelling van de woningscore per module, tenzij besloten is de woningscore niet te corrigeren voor bijzondere gebouwen.

Aantal woningen	
Bijzondere gebouwen:	

5. Grafische presentatie

De GES-scores kunnen op twee manieren grafisch gepresenteerd worden met als doel inzicht te verkrijgen in de mogelijke gezondheidskundige knelpunten binnen het omschreven gebied:

1. Via een grafisch softwareprogramma

De kracht van een GES ligt ondermeer in het zichtbaar maken van de blootstelling van de mens aan verschillende milieufactoren in een afgebakend geografisch gebied. Door de diverse GES scores op een kaart te tekenen is in één oogopslag te zien waar gezondheidskundige knelpunten en kansen liggen van de voorgenomen activiteit. Om de contouren van de GES scores op een kaart te tekenen is gekozen voor een relatief eenvoudig tekenpakket waarmee de gebruiker snel uit de voeten kan. Er is dus niet gekozen voor een (vaak complex) Geografisch Informatie Systeem (GIS).

De contourlijnen van een GES-score kunnen via een grafisch softwareprogramma getekend worden op een achtergrondkaart. Het tekenen van de GES contouren is ook noodzakelijk om te onderzoeken hoeveel woningen binnen een bepaalde GES-score vallen.

Bijgeleverd op de CD-Rom is GES-score Viewer (versie 1.0). Dit is een eenvoudige door TNO voor GES ontwikkelde softwaremodule. Met deze software kan op een achtergrondkaart een contour getekend worden die de kleur aanneemt die bij de betreffende GES-score hoort.

Voor de gebruiker die meer eisen stelt aan de grafische presentatie is een beschrijving gegeven van een commercieel softwarepakket, XaraX / XaraXtreme, waarmee eveneens op een relatief eenvoudige wijze de contouren van GES-scores op een achtergrondkaart te tekenen zijn. Het pakket biedt zeer veel fraaie grafische mogelijkheden. In de uitwerking van het GES voorbeeld is gebruik gemaakt van XaraX. Het softwarepakket moet echter separaat aangeschaft worden.

Voor het tekenen van GES contouren is het wenselijk om te beschikken over een digitale kaart van het plangebied.

2. Via de grafiekfunctie in Excel

De GES-scores kunnen in een grafiek weergegeven worden via het bijgeleverde Excel computerbestand. Daaraan gekoppeld wordt in dezelfde grafiek weergegeven de omvang van de woonbebouwing waarvoor de GES-score geldt.

5.1 GES-score viewer

Inleiding

De GES score viewer is een softwareprogramma voor het maken van visualisaties van contouren van GES scores op een kaart.

Configuratie eisen

De GES score viewer werkt op Windows versies van Windows 98 en later (Windows 98, Windows 98 SE, Windows Millennium, Windows 2000, Windows NT en Windows XP). Voor een goede werking van de software is een Pentium II processor of sneller met minimaal 64 MB intern geheugen vereist. Wanneer met grote achtergrondplaatjes wordt gewerkt is een snelle PC en meer intern geheugen aanbevolen.

Installatie van het programma

Op de bijgeleverde CD staat een programma setup.exe. Wanneer u dit programma start zal de GES score viewer worden geïnstalleerd. Tijdens de installatie kan eventueel de locatie waar de software wordt geplaatst worden aangepast. Bij de installatie wordt ook een GES voorbeeld project mee geïnstalleerd.

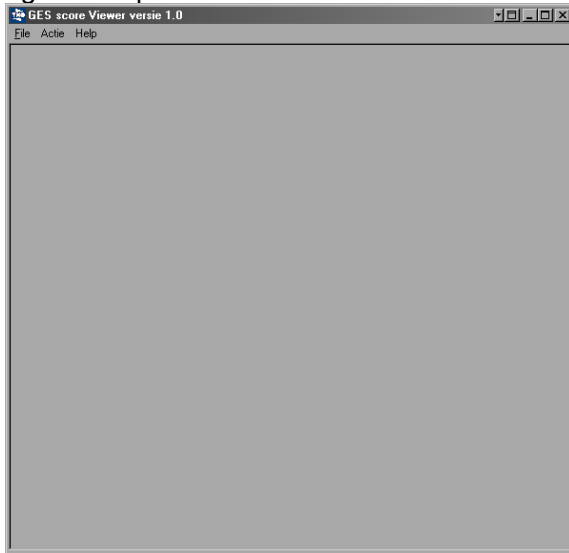
Tekenen van GES contouren

De GES score viewer is ontwikkeld om op bestaande kaarten of plattegronden GES contouren aan te kunnen geven. De werking is dan ook zo gemaakt dat een figuur van een locatie kan worden ingelezen. Vervolgens kan de gebruiker contouren tekenen en een waarde voor een GES score hieraan toekennen. Op basis van deze score zal de contour getekend worden in de bijpassende kleur. In de volgende tekst wordt beschreven welke mogelijkheden het programma bevat.

Wanneer het programma wordt opgestart is het scherm zichtbaar zoals weergegeven in figuur 1¹.

¹ De exacte weergave van het scherm kan afwijken, afhankelijk van de gebruikersinstellingen op uw PC.

Figuur 1. Opstartscherm GES score Viewer 1.0

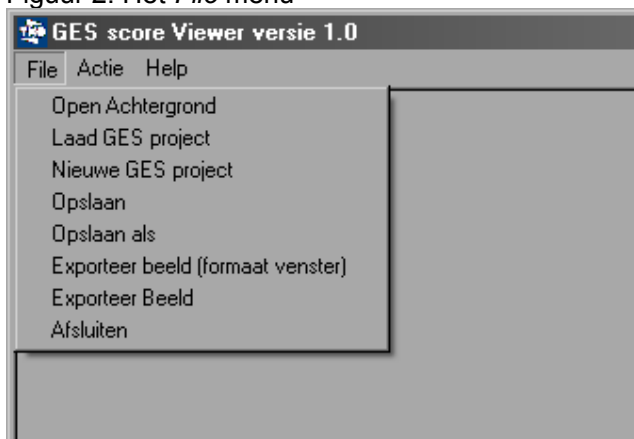


In het venster is een menu zichtbaar met daarin drie onderwerpen. Deze zijn: *File*, *Actie* en *Help*. In de volgende tekst wordt elk van deze onderwerpen verder uitgelicht. In onderstaande tabel is weergegeven welke onderwerpen zich bevinden onder deze teksten.

Hoofdmenu	Naam	Omschrijving
<i>File</i>	Open Achtergrond	Plaatje als achtergrond laden
	Laad GES project	Een bestaand GES project laden
	Nieuw GES project	Een nieuw GES project starten
	Opslaan	GES project opslaan onder huidige naam
	Opslaan als	GES project opslaan onder nieuwe naam
	Exporteer Beeld (venster)	Beeld opslaan in bestand (klein formaat)
	Exporteer Beeld	Beeld opslaan in bestand (volledig formaat)
	Afsluiten	Beëindiging van het programma
<i>Actie</i>	Teken Contour	Wanneer geselecteerd: er kunnen nu contouren worden getekend.
	Selecteer Contour	Wanneer geselecteerd: er kan nu een van de getekende contouren worden geselecteerd.
	Verwijder alle contouren	Alle aanwezige contouren worden verwijderd.
	Maak label	Plaats een label bij een GES contour
<i>Help</i>	About	Informatie over software
	GES Help	Dit hulp bestand wordt getoond

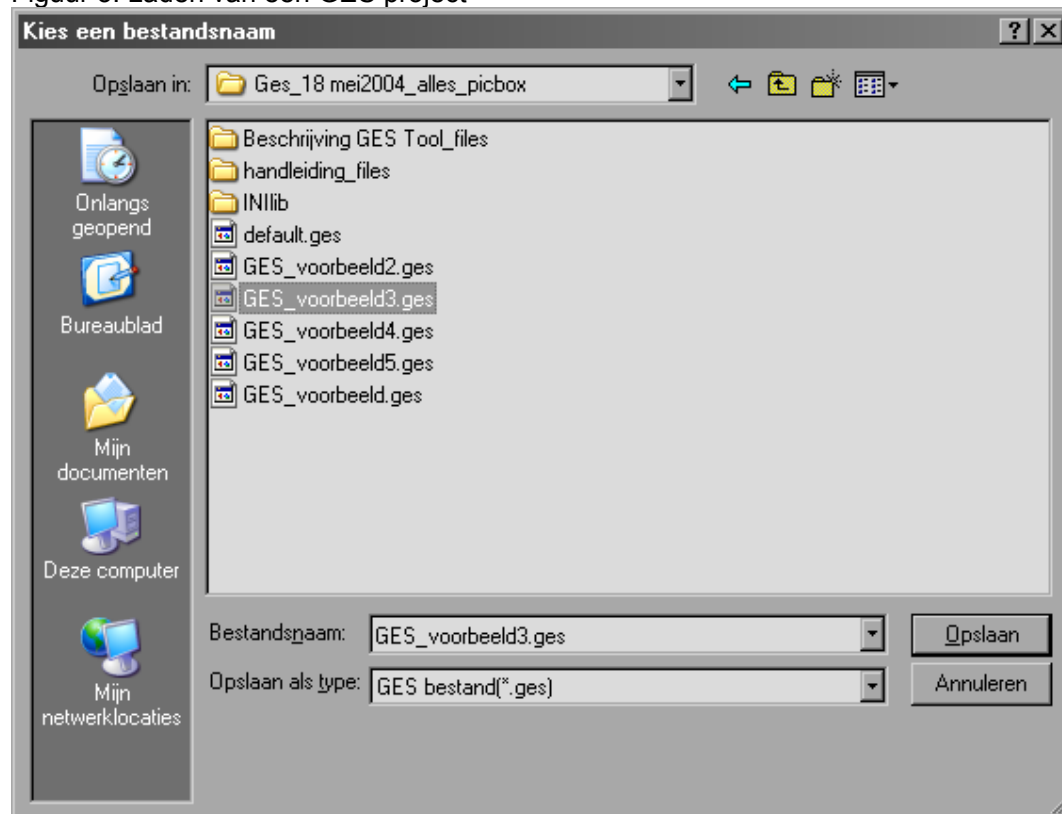
In figuur 2 is een uitsnede weergegeven van de onderdelen in het menu onder de knop *File* in het hoofdmenu. Onder deze knop bevinden zich alle mogelijkheden die te maken hebben met het laden en opslaan van gegevens. Een bestaand GES project kan worden opgeslagen of een figuur kan worden geëxporteerd naar bijvoorbeeld een bitmap (.bmp).

Figuur 2. Het *File* menu



Om een GES project op te starten dient u op de knop *Laad GES project* te klikken. Wanneer u dit doet verschijnt het scherm in figuur 3.

Figuur 3. Laden van een GES project



In dit venster kunt u een bestaand GES project kiezen door een bestand met de extensie .ges te kiezen. Bestanden met deze extensie worden gebruikt om informatie over een GES project in op te slaan. Dit betreft gegevens over een achtergrondplaatje en de getekende contouren. Let op: bij gebruik van het programma dient altijd eerst een bestand met de extensie .ges te worden geladen, zoals het voorbeeldbestand (GES_voorbeeld.ges) of een eigen GES-bestand.

In figuur 4 is het standaard-voorbeeld geladen. U ziet een plaatje dat verschijnt in het scherm. Voor een goed onderscheid van de contouren wordt dit plaatje automatisch weergegeven in grijstinten.

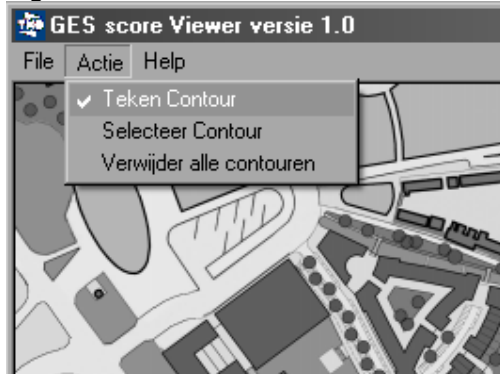
Figuur 4. Achtergrondkaart in grijstinten



Een nieuwe achtergrondkaart is te laden door in het *File* menu *Open achtergrond* te kiezen en een achtergrondkaart (JPEG of BMP format) te selecteren uit een door de gebruiker aangegeven file. Hiermee wordt een nieuwe achtergrondkaart geladen.

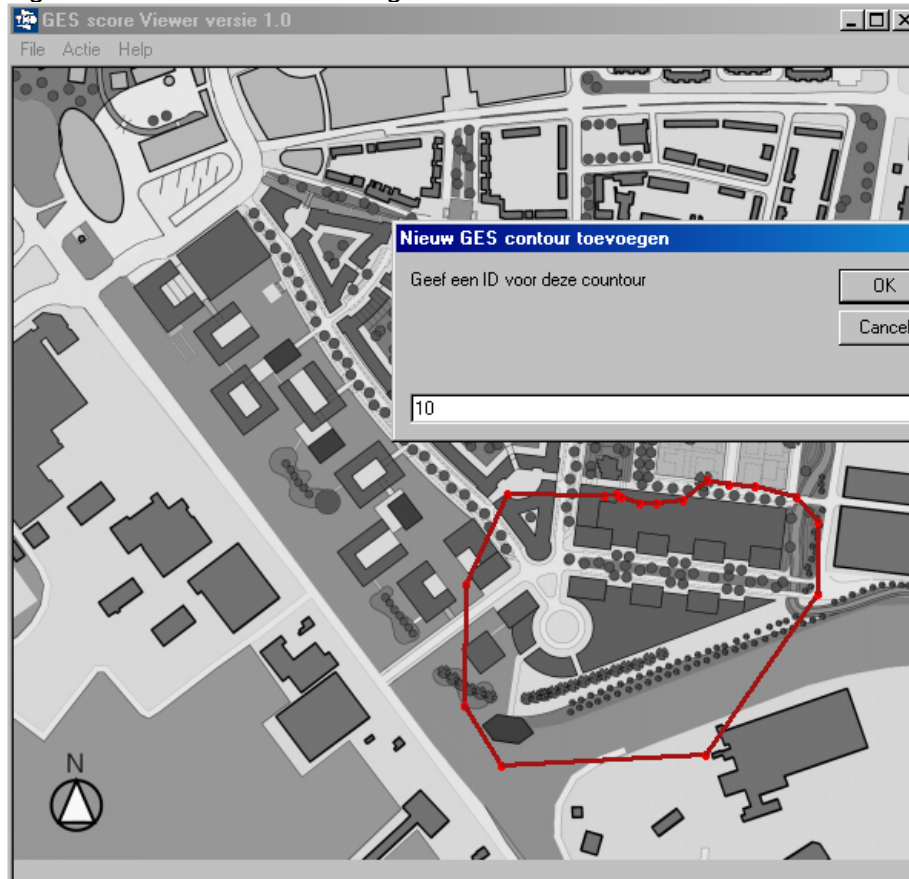
Wanneer u wilt beginnen met het tekenen van contouren dient u in het menu onder *Actie* het item *Teken Contour* aan te klikken. Wanneer u dit doet komt er een vinkje te staan naast de tekst (Figuur 5).

Figuur 5. Menu voor tekenen van een contour



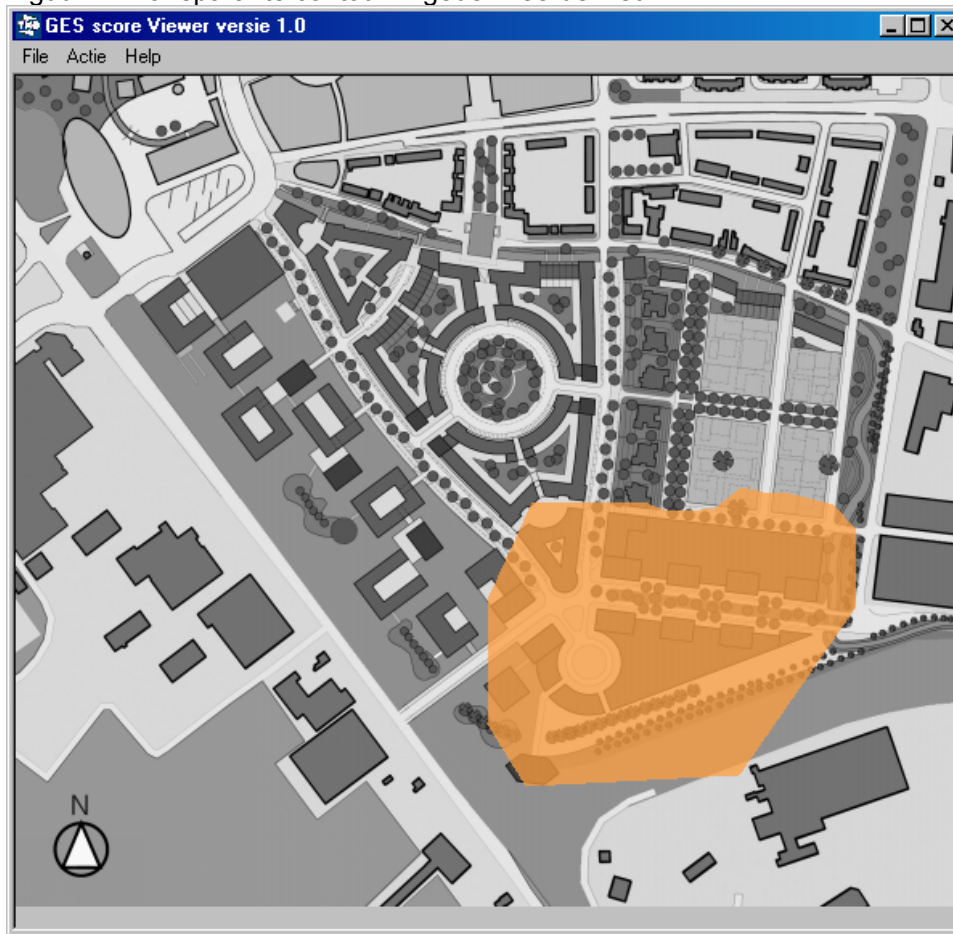
U kunt nu een contour gaan tekenen op het scherm. Dit doet u door met de linkermuisknop te klikken. Hiermee geeft u de punten aan die de contour definiëren. De door u aangeklikte punten verschijnen op het scherm. Om een contour te sluiten dient u met de linkermuisknop te dubbelklikken. De contour wordt hiermee gesloten getekend en het programma vraagt u een naam en een GES score voor het getekende contour in te vullen. Dit is weergegeven in figuur 6.

Figuur 6. Het tekenen en naamgeven van een GES contour



In figuur 7 is het resultaat te zien van het tekenen van de contour en het invoeren van de bijbehorende waarden. De contour wordt transparant in een vooraf gedefinieerde kleur getekend op het achtergrondplaatje.

Figuur 7. Transparante contour in gedefinieerde kleur












Voor het inkleuren van de GES contouren worden standaard kleuren gebruikt. Deze kleuren zijn in onderstaande tabel weergegeven. Hierbij zijn de kleuren gedefinieerd volgens de Rood Groen Blauw waarden (RGB).

Tabel: GES-score, kleurbenaming en RGB code (in %)

GES-score	Kleurbenaming	RGB (%)
0	Spring green	0 – 100 – 50
1	Green	0 – 100 – 0
2	Yellow-chartreuse	75 – 100 – 0
3	Yellow	100 – 100 – 0
4	Orange-yellow	100 – 75 – 0
5	Orange	100 – 50 – 0
6	Red	100 – 0 – 0
7	Crimson-red	100 – 0 – 25
8	Crimson	100 – 0 – 50

In figuur 8 is de legenda weergegeven met GES scores en bijbehorende kleuren. De kleuren zijn door de gebruiker niet aan te passen. De kleuren zijn volgens een afgesproken standaard ingevuld om uniformiteit van GES kaarten te waarborgen.

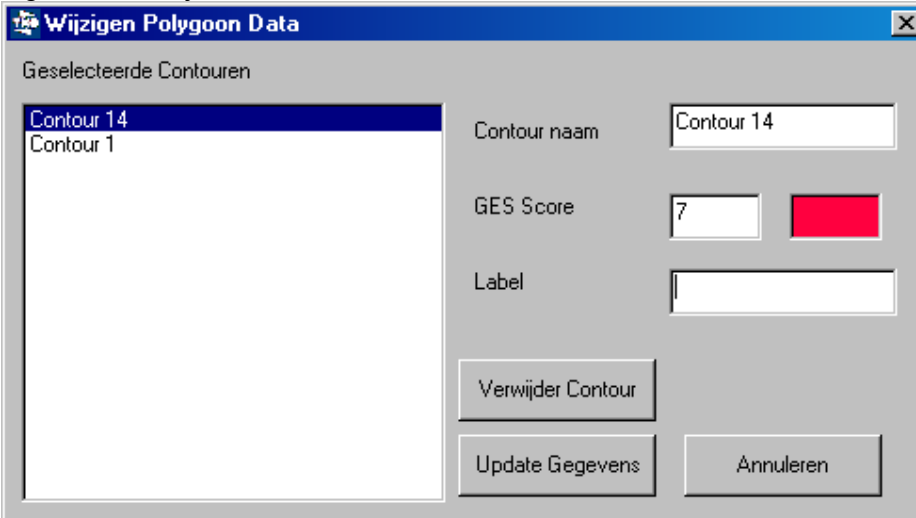
Figuur 8. GES scores en bijbehorende kleuren

	GES Score = 0
	GES Score = 1
	GES Score = 2
	GES Score = 3
	GES Score = 4
	GES Score = 5
	GES Score = 6
	GES Score = 7
	GES Score = 8

Wanneer GES contouren zijn getekend kunnen deze individueel worden verwijderd of allemaal tegelijk. Het gelijktijdig verwijderen van alle contouren kunt u doen door in het *Actie* menu op *Verwijder alle contouren* te klikken. Alle aanwezige contouren zijn nu verdwenen. Let op, het ongedaan maken van deze actie is niet mogelijk!

Het verwijderen van een enkele contour kunt u doen door in het *Actie* menu op *Selecteer Contour* te klikken. Het volgende scherm wordt dan zichtbaar (Figuur 9).

Figuur 9. Verwijderen van een enkele contour




Wijzigen Polygoon Data

Geselecteerde Contouren

Contour 14
Contour 1

Contour naam: Contour 14

GES Score: 7 

Label:

Verwijder Contour

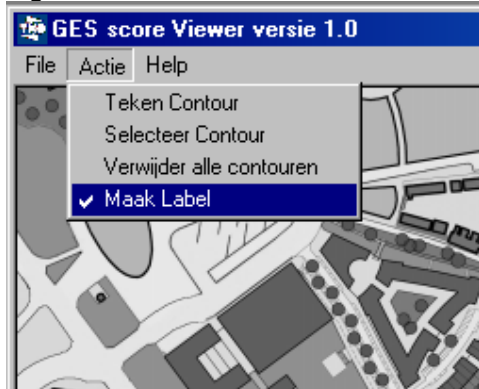
Update Gegevens

Annuleren

In dit scherm wordt de wijzigbare informatie van de aangeklikte contour getoond. Het is mogelijk dat contouren elkaar overlappen en dat u bij het selecteren meerdere contouren selecteert. Deze meerdere contouren komen dan in de lijst links te staan. U kunt de gewenste contour selecteren door op de naam te klikken in deze lijst. De gegevens van deze contour worden dan zichtbaar in het veld *Contour naam* en *GES Score*. Wanneer u op de knop *Verwijder Contour* klikt terwijl een contour is geselecteerd zal deze worden verwijderd. Let op, deze actie kan niet ongedaan worden gemaakt!

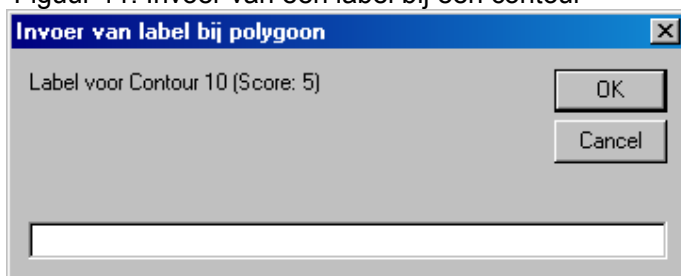
Wanneer u bij een contour een begeleidenden tekst wilt plaatsen kunt u dit doen door in het *Actie* menu de optie *Maak Label* te kiezen, zoals aangeven in figuur 10. Deze optie wordt dan aangevinkt.

Figuur 10. Het menu voor maken van labels



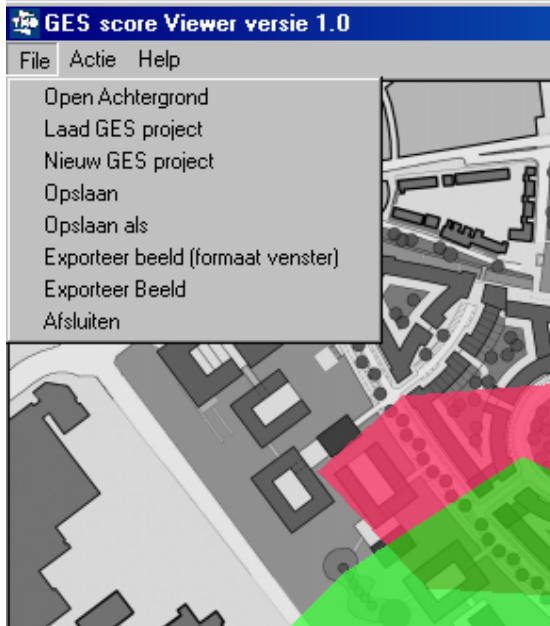
Wanneer deze optie is aangevinkt kan een contour worden geselecteerd. Het punt waar u op de contour klikt is het beginpunt van de tekst die u als gebruiker kunt invoeren. Wanneer u op een contour klikt verschijnt het onderstaande scherm. Hierin kunt u de gewenste tekst invoeren. Op dezelfde wijze kunt u ook een bestaande tekst bij een contour wijzigen of verplaatsen (Figuur 11).

Figuur 11. Invoer van een label bij een contour



Om de gegevens op te slaan klikt u in het *File* menu op *Opslaan gegevens*. De wijzigingen worden opgeslagen in het door u eerder aangegeven bestand. Wanneer u de wijzigingen wilt opslaan onder een andere naam dient u *Opslaan als* te gebruiken. Nu wordt u gevraagd een nieuwe naam voor het bestand in te voeren (Figuur 12).

Figuur 12. Opslaan van een afbeelding



Wanneer u de getekende contouren wilt exporteren naar een plaatje (de formaten JPEG en Bitmap zijn mogelijk) kunt u de items *Exporteer Beeld* en *Exporteer Beeld (formaat venster)* gebruiken. U wordt dan gevraagd een bestandsnaam te geven voor het exportbestand. Bij het gebruik van "*Exporteer Beeld*" kan de vergrotingsfactor van het te exporteren beeld worden gekozen. Het volgende scherm wordt dan zichtbaar (Figuur 13).

Figuur 13. Kiezen van een vergrotingsfactor



Hierbij kan gekozen voor 1, 2 of 3 maal de afmetingen zoals op het scherm. Wanneer de optie "afmetingen achtergrond" wordt gekozen worden alle contouren opgeslagen in een bestand van het zelfde formaat als het achtergrondplaatje. Let hierbij wel op dat dit bij grote achtergrondplaatjes lang kan duren. Bij het gebruik van "*Exporteer Beeld (formaat venster)*" wordt een bestand gemaakt met de afmetingen van het huidige venster waarin u werkt. Dit is veelal groot genoeg voor illustraties in rapportages. Naast een bestand waarin de achtergrond met contouren wordt weggeschreven zoals de gebruiker deze op het scherm ziet zal ook een legendabestand worden weggeschreven. Dit bestand wordt in de zelfde bestandsmap weggeschreven zoals gekozen door de gebruiker. De legenda heeft de bestandsnaam '*legenda_bestandsnaam.bmp*'. Waarbij bestandsnaam wordt vervangen door de bestandsnaam zoals aangegeven door de gebruiker.

5.2 XaraX en XaraXtreme

Inleiding

XaraXtreme is de nieuwste update van XaraX, een commercieel verkrijgbaar softwareprogramma voor het maken van visualisaties van contouren van GES scores op een kaart. Daarnaast biedt het programma een scala aan grafische mogelijkheden. In versie 1.2 van GES is XaraX beschreven. De volgende veranderingen ten opzichte van XaraX zijn aangebracht in XaraXtreme:

- toegevoegd is de gereedschapknop, *de Life effect tool*, om Adobe Photoshop plug-ins en andere compatibele plug-ins te bewerken;
- de snelheid van rendering is verhoogd, dat wil zeggen dat rotaties, translaties en andere transformaties van de tekeningen sneller verlopen;
- het converteren van plaatjes in PDF-format en de exportmogelijkheid daarvan is verbeterd, leidend tot plaatjes met een grotere scherpste en betere compatibiliteit met Adobe Illustrator;
- de fotobewerkingsmodule van XaraX is verbeterd en ook afzonderlijk te gebruiken;
- de gallerievensters kunnen in het Windows venster op een gewenste plaats vastgezet worden;
- een aantal bewerkingen zijn iets aangepast op verzoek van gebruikers.

De veranderingen die in XaraXtreme zijn aangebracht ten opzichte van XaraX zijn voor gebruik ten behoeve van GES niet relevant. De toegevoegde nieuwe opties en de veranderingen in enkele bestaande opties voegen niets toe voor gebruik in GES. Daarom is de beschrijving van XaraX niet veranderd omdat dezelfde beschrijving geldt voor gebruik van XaraXtreme. Voor XaraX kan dan ook XaraXtreme gelezen worden. Het enige dat opvalt bij gebruik van XaraXtreme is dat de vensters en knoppen een Windows XP uitstraling hebben. In figuur 1 zijn de schermvoorbeelden van XaraX en XaraXtreme vergeleken.

Beschrijving

XaraX/XaraXtreme is een vector tekenpakket met vele opties, waaronder het creëren van contourvlakken op een achtergrondkaart. Het gebruiksgemak en de fraaie grafische resultaten maken het pakket zeer geschikt voor een grafische presentatie van GES uitkomsten. XaraX/XaraXtreme is geen Geografisch Informatie Systeem (GIS). Het is dus niet mogelijk om GES scores direct te koppelen met cartografische gegevens, zoals XY-coördinaten. Contouren van GES scores dienen handmatig op de kaart ingetekend te worden. Met XaraX/XaraXtreme gaat dit eenvoudig door met de muis op de kaart te klikken en zo de ligging van de contouren aan te geven. Het programma geeft automatisch elke klik een XY-coördinaat mee. Wordt de kaart vergroot, verkleind of verschoven dan verandert de getekende contour vanzelf mee.

Verkrijgbaarheid en kosten

Een 15 dagen trial versie² van XaraXtreme is te downloaden via de website www.xara.com. Hier is het pakket ook online te bestellen. In Nederland wordt XaraXtreme geleverd door BT Software te Eindhoven. Bestellen kan via www.BTSoftware.com. Naast een downloadable versie is ook een versie op CD-Rom leverbaar. De prijs van het pakket op CD-Rom is circa € 100,-, afhankelijk van de koers van de euro ten opzichte van de dollar.

Systeemeisen en installatie

XaraX/XaraXtreme kan draaien op computers die gebruik maken van de besturingssystemen Windows 98, 2000, Me, XP of NT4. Het programma heeft een 486 of betere Intel-compatibele processor nodig en een RAM geheugen van minimaal 64 MB.

² De trial (probeer) versie werkt 15 dagen en is daarna niet meer bruikbaar. Enkele opties, zoals printen en exporteren, zijn uitgeschakeld.

Dit betekent dat XaraX/ XaraXtreme te gebruiken is op vrijwel alle computers met een Windows besturingssysteem. De installatie van het pakket verloopt automatisch via een auto-run Installer.

In het hiernavolgende kan voor XaraX ook XaraXtreme gelezen worden.

Kennismaking met XaraX – gereedschapsbalk en werkbalken

Na het opstarten verschijnt het XaraX scherm. De diverse functies in XaraX kunnen worden geactiveerd via de menubalk aan de bovenzijde van het scherm.



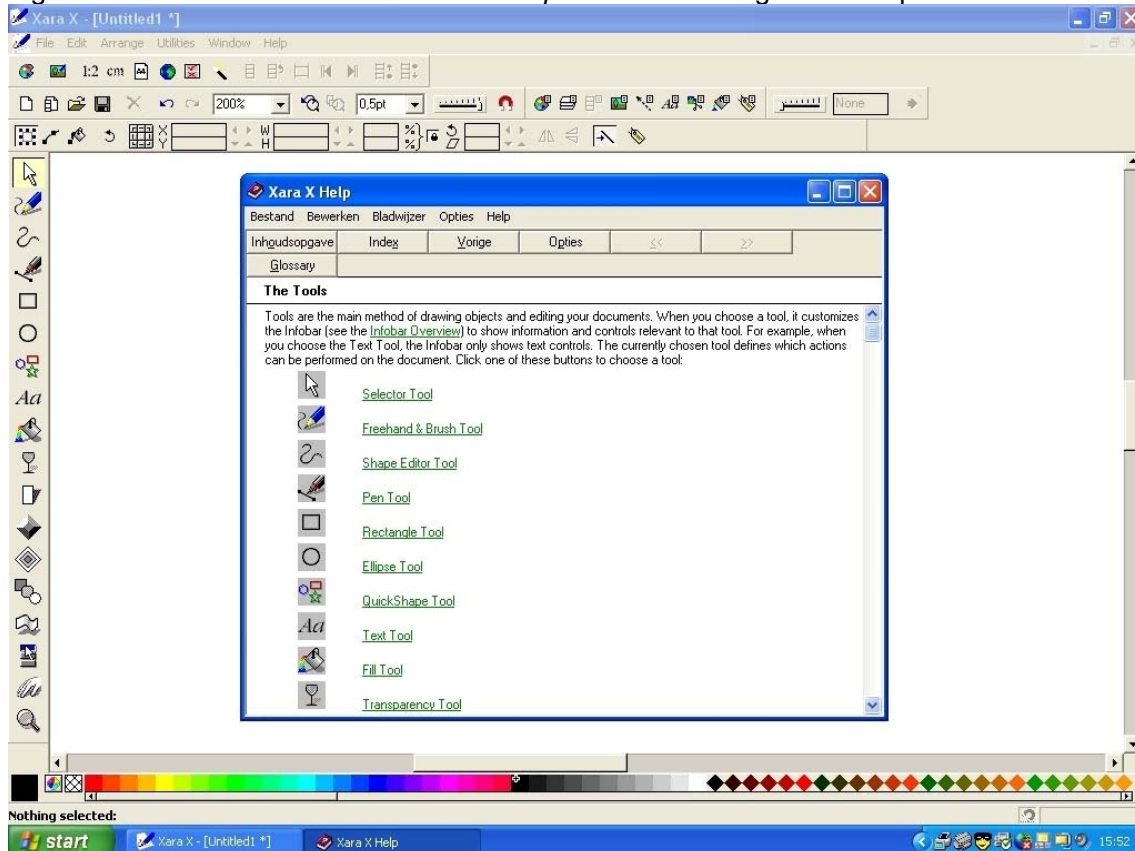
Daarnaast bezit XaraX een aantal specifieke knoppen, die zich in de gereedschapsbalk (linkerzijde van het scherm) en de werkbalken (bovenzijde van het scherm) bevinden. Aan de linkerzijde van het scherm bevindt zich de gereedschapsbalk (toolbar) met de gereedschappen om o.a. te selecteren, te tekenen, teksten te maken, te zoomen e.d.

Het voert te ver om alle functies in XaraX te bespreken. De gebruiker kan deze zelf ontdekken waarbij geadviseerd wordt om gebruik te maken van de uitgebreide *Help* functie.

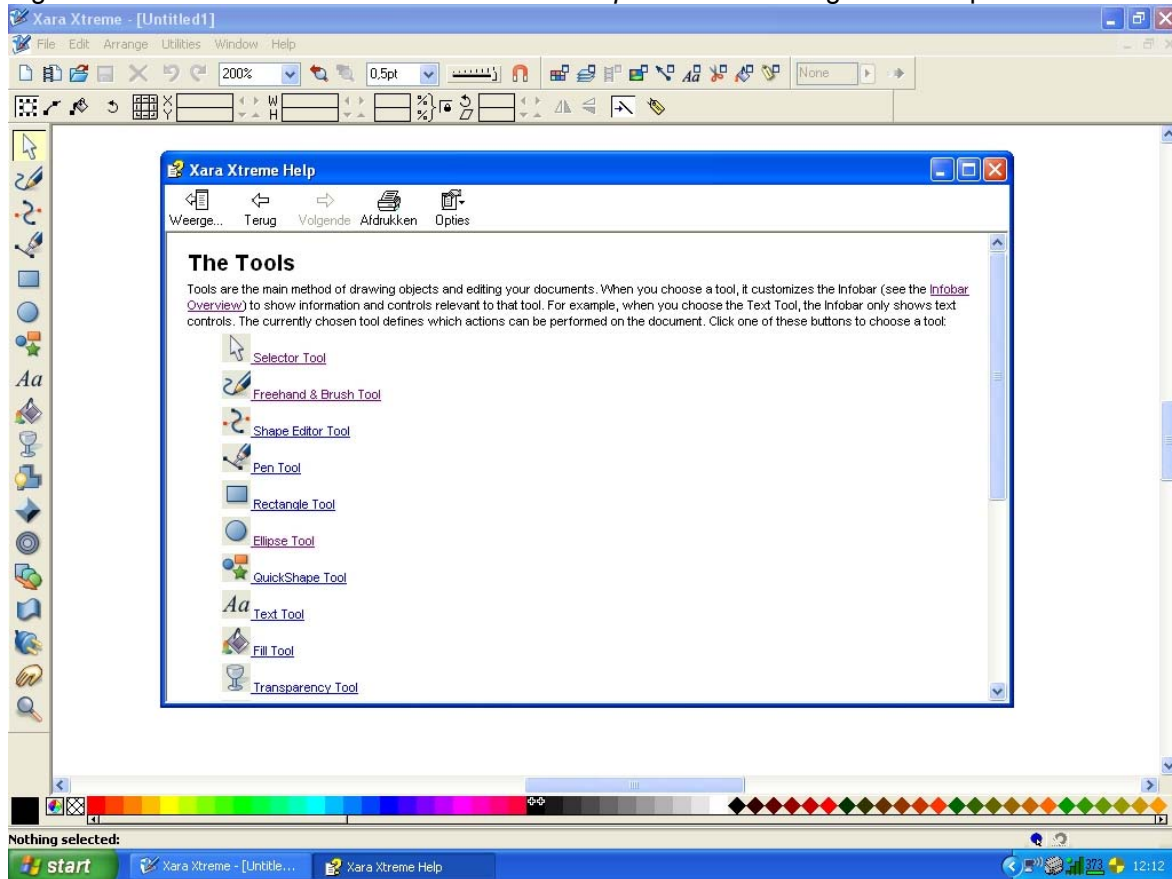
De *Help* functie wordt geactiveerd door met de linker muisknop op *Help* in de menubalk te klikken en vervolgens op *XaraX Help*. Vervolgens kan via het tabblad *Index* gezocht worden naar *Toolbar*. Via de optie *Display* verschijnt het scherm van figuur 1a.

Hetzelfde schermvoorbeeld, maar dan nu in de uitvoering van XaraXtreme, is weergegeven in figuur 1b. Te zien is dat er in XaraXtreme, naast de uitstraling van Windows XP en de toevoeging van één extra gereedschapsknop (de *Live effect tool*, te vinden in de gereedschapsbalk links verticaal in de vorm van een stekker ) , er weinig is veranderd ten opzichte van XaraX.


Figuur 1a. Schermvoorbeeld XaraX met *Help* functie voor de gereedschapsbalk



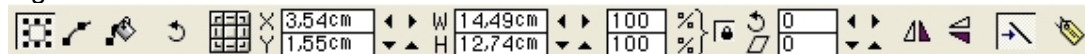
Figuur 1b. Schermvoorbeeld XaraXtreme met *Help* functie voor de gereedschapsbalk



De werkbalken (controlbars) bevinden zich horizontaal bovenin het scherm. Een bekende werkbalk is de *Edit* werkbalk met daarin de bekende Windows knip-, kopieer- en plakfuncties.

Bij het aanklikken van de diverse gereedschappen, zoals de *Selector tool* (pijlje),  verschijnt er een werkbalk (*Selector controlbar*) met opties die specifiek zijn voor het gekozen gereedschap (Figuur 2). Voor een nadere uitleg van alle functies kan de *Help* functie van XaraX gebruikt worden.

Figuur 2. Selector controlbar



Een andere nuttige XaraX werkbalk is de *Gallery controlbar*. Hiermee kunnen instellingen voor o.a. kleuren, bitmaps, tekstfonts, lijnfonts en layer(laag)functies worden gekozen (Figuur 3).

Figuur 3. Gallery controlbar



Een belangrijke functie in deze werkbalk is de *Layer gallery*  (zie later)

Handleiding voor creëren van contourenvlakken op achtergrondkaart

De volgende stappen dienen doorlopen te worden om met XaraX GES contouren op een kaart te tekenen:


1. Importeren en bewerken van de achtergrondkaart van het plangebied waarin de GES contouren ingetekend worden.
2. Het maken van lagen (layers) om de per milieufactor getekende GES contouren gemakkelijk te kunnen bewerken.
3. Het tekenen van gekleurde contourvlakken voor de verschillende GES scores per milieufactor.
4. Het maken van labels en legenda om de GES contouren te benoemen en te labelen.
5. Het exporteren van de ingetekende kaart voor het invoegen in de rapportage of het maken van een presentatie.

Stap 1: importeren en bewerken van een achtergrondkaart

Importeren van een kaart

GES contouren dienen op een topografische kaart ingetekend te worden. Een kaart van het plangebied is meestal digitaal beschikbaar en daarmee te importeren in XaraX. Is er geen digitale kaart beschikbaar dan is scannen en exporteren van de kaart een mogelijkheid.

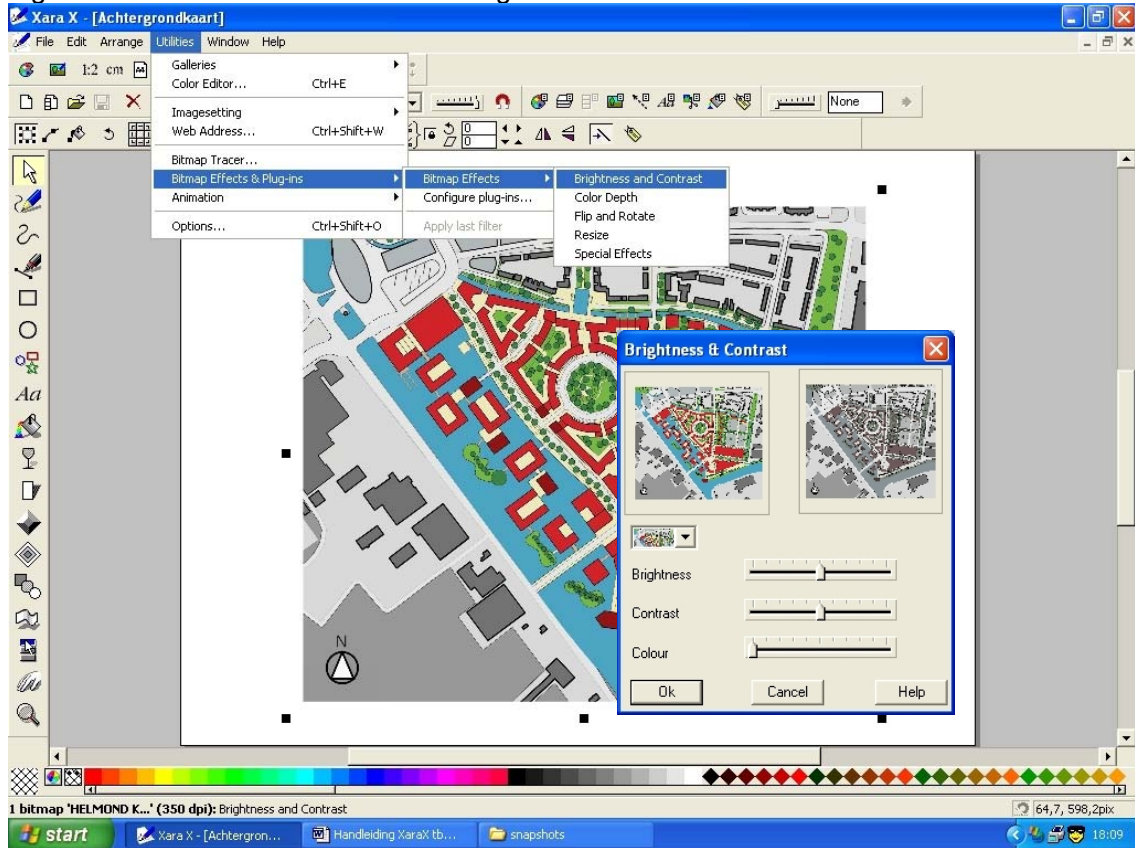
Kies in menu *File* de optie *Import*. Kies in het venster de locatie van het kaartbestand en selecteer deze. XaraX kan vrijwel alle bekende grafische filetypes importeren (BMP, JPG, TIF, GIF, EPS, WMF, DCX, PCX, MAC, PAL, HTM, enz.).

Maak vervolgens de kaart passend voor het beeld. Een grote kaart is te verkleinen door in de bovenste werkbalk een kleinere zoomfactor te kiezen (b.v. 25%), de *Selector tool* (pijlje) te kiezen en op de kaart te klikken met de linker muisknop. De kaart wordt geselecteerd en er verschijnen handvatten om de kaart te verkleinen (of te vergroten). Vervolgens kan de kaart passend gemaakt worden voor het gekozen papierformaat (menu *File > Page options*). Via de knop *Zoom to drawing*  in de bovenste menubalk vult de kaart het beeldscherm.

Kleuren veranderen van een ingelezen kaart

Indien de achtergrondkaart veel kleuren bevat dan kan ervoor gekozen worden om deze, na selectie met de *Selector tool*, minder helder te maken (tot zelfs grijstinten) via menu *Utilities > Bitmap effects > Brightness and contrast > Colour*. Met de schuifbalk is de gewenste kleurintensiteit in te stellen (Figuur 4).

Figuur 4. Instellen kleurintensiteit achtergrondkaart

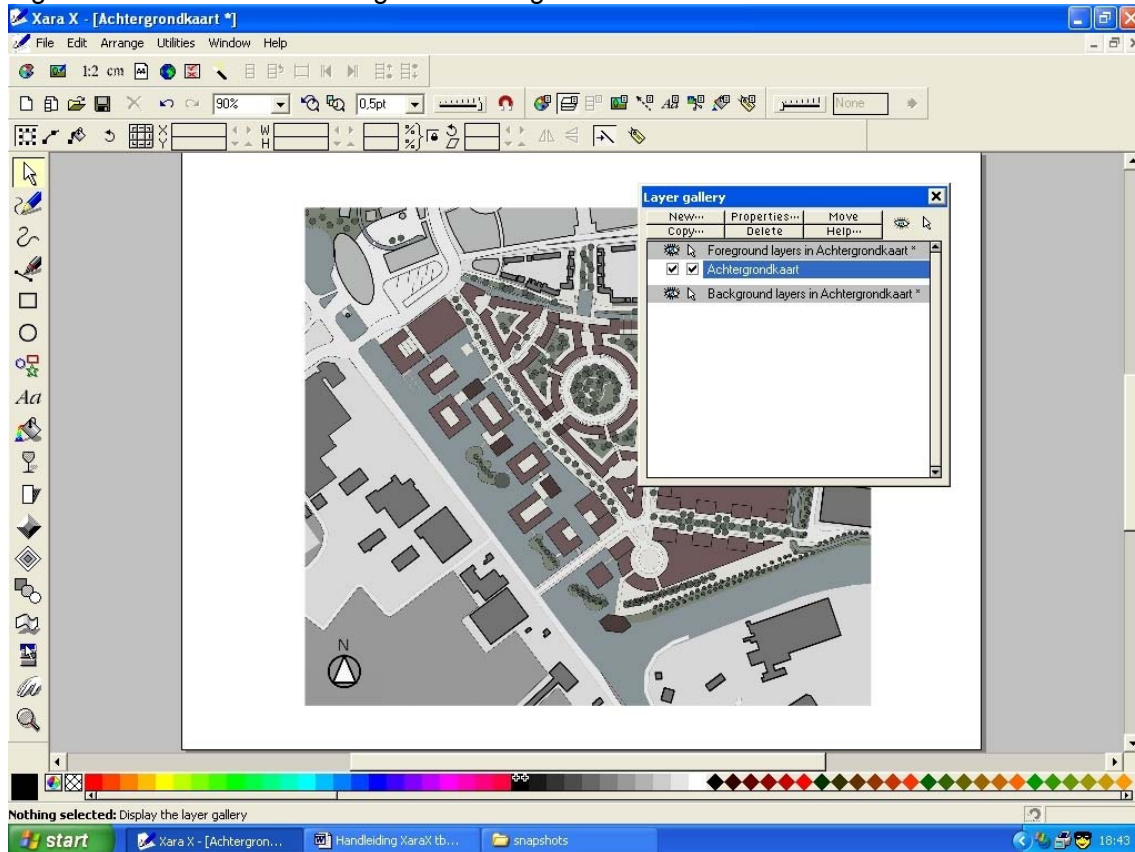


Stap 2: het maken van lagen (layers)

Aanbevolen wordt om zowel de achtergrondkaart als de verschillende contourvlakken voor de GES scores in separate lagen (layers) onder te brengen. Dit maakt manipulaties gemakkelijker en overzichtelijker. De lagen kunnen naar believen 'aan' (zichtbaar) of 'uit' (verborgen) gezet worden. Als er voor gekozen wordt om de GES-scores voor elke milieufactor (bijvoorbeeld geluid van wegverkeer) apart in een laag te tekenen kan zo elke milieufactor aan of uitgezet worden. Dit geeft de meeste flexibiliteit en kan handig zijn bij presentaties of bij het afdrukken van de kaart.

Uiteraard kunnen GES scores ook gegroepeerd worden per laag (b.v. GES score luchtverontreiniging wegverkeer en bedrijven) De keuze hangt af van de complexiteit van de GES. Kies daarvoor in de bovenste werkbalk het icoontje *Layer gallery*. Er komt een klein scherm te voorschijn waarin een naam kan worden gegeven (b.v. "achtergrondkaart") door te klikken op *properties* en de naam van de laag in te voeren (Figuur 5).

Figuur 5. Het maken en naamgeven van lagen



Vervolgens kunnen nieuwe lagen worden gemaakt (*New*), die van een naam kunnen worden voorzien (b.v. “GES score 6 geurhinder bedrijven”). Het programma plakt de lagen opeenvolgend op elkaar, maar de volgorde is te veranderen door de laag met de linker muisknop aan te klikken, vast te houden en omhoog of omlaag te verschuiven naar de gewenste laagpositie. Het is gemakkelijk om in dezelfde laag, waarin een contour met een GES score wordt gemaakt, een label te maken (zie later).

De lagen kunnen aan- en uitgezet worden voor bewerking (aan/uitvinken van pijl) of al dan niet zichtbaar gemaakt worden (aan/uitvinken oog).



Stap 3: creëren van contourvlakken

Tekenen van contouren

De contour wordt gemaakt in de laag (layer) die op dat moment geselecteerd is in de *Layer gallery*! Selecteer dus eerst de gewenste laag.

Om GES scores via contourvlakken te tekenen zijn de volgende twee gereedschappen handig (te vinden in de zijdelingse werkbalk):

- de *Pen tool* voor gehoekte contouren;
- de *Shape editor tool* voor vloeiende gekromde contouren.

De *Freehand and brush tool* is ook een tekengereedschap, maar erg gevoelig voor muisbewegingen, waardoor netjes tekenen moeilijk is.

De contour wordt gemaakt met de *Pen tool* of *Shape editor tool* door op het betreffende icoon te klikken met de linker muisknop. Op de achtergrondkaart worden vervolgens de punten van de contour aangeklikt. De getekende lijn met punten wordt weergegeven. Met de *Zoom tool* kan ingezoomd worden voor precies tekenwerk (Figuur 6).

Figuur 6. Teken van een contourvlak



In figuur 6 is gebruik gemaakt van de *Shape editor tool* voor de kromme lijn; vervolgens is de *Pen tool* aangeklikt voor het trekken van de rechte (hoek) lijnen. De contour moet geheel sluitend worden gemaakt. De contour is sluitend als bij de muiswijzer een + teken te zien is.

Inkleuren van contourvlakken

Na sluiting van de contour wordt deze automatisch opgevuld met een gekozen kleur. Onderin het scherm bevindt zich een kleurenpalet (figuur 7) waarmee ieder object (contour, tekst, lijn) een kleur gegeven kan worden door het object te selecteren (met de *Selector tool*) en vervolgens op de kleur te klikken.

Figuur 7. Kleurenpalet



GES scores worden gegradieerd van 0 tot en met 8. Aan deze gradatie is een kleur gekoppeld waarmee de milieu-gezondheidskwaliteit van de GES score wordt gevisualiseerd. De GES scores 0 en 1 krijgen een groene kleur, de GES scores 2 tot en met 5 een gele kleur en de GES scores 6 tot en met 8 een rode kleur. Het blijkt dat met deze kleurkeuze nuances wegvallen. Een GES score 2 met milieu-gezondheidskwaliteit “redelijk” krijgt dezelfde kleur als GES score 5 met milieu-gezondheidskwaliteit “zeer matig”. In de praktijk blijkt er behoefte te zijn aan meer differentiatie in de kleurcodering.

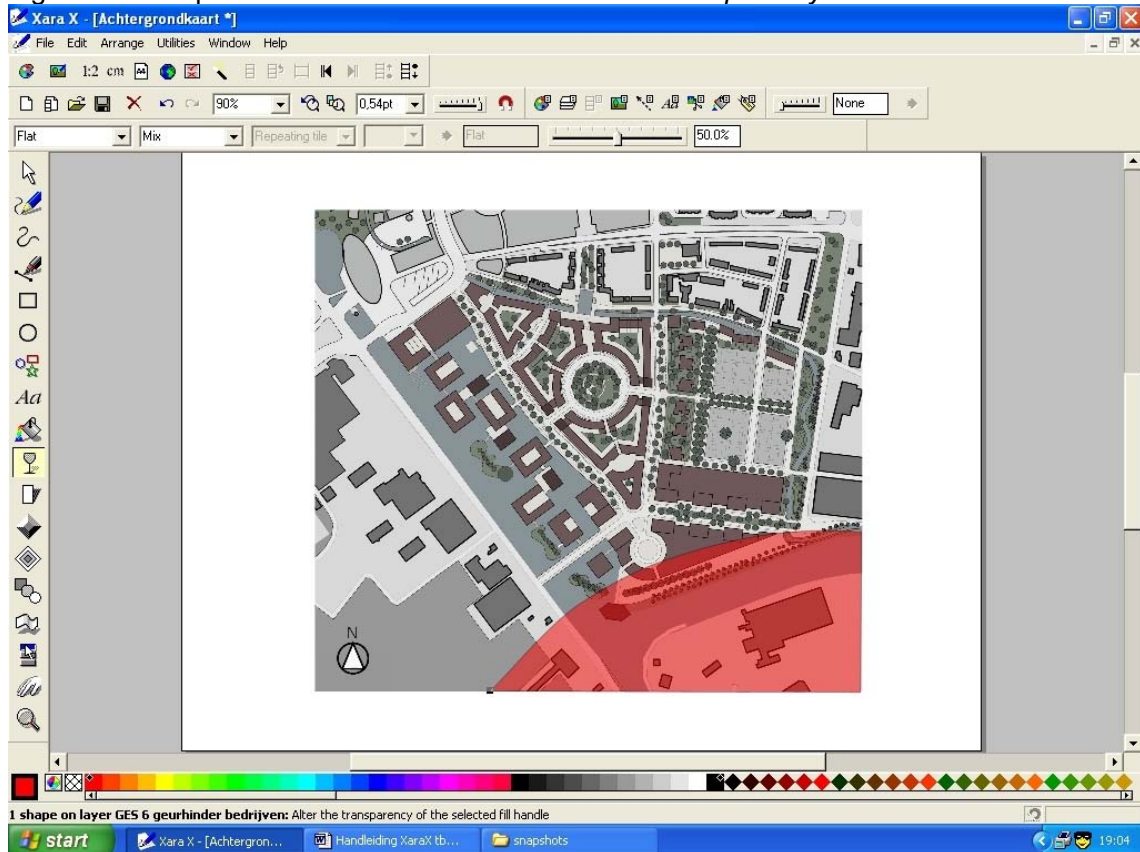
Om meer differentiatie aan te brengen in de kleurcodering van de GES scores kan aangesloten worden bij het standaard kleurenpalet van XaraX. Hierbij worden de kleurcoderingen voor de GES scores gebruikt die zijn gegeven in onderstaande tabel. Tevens zijn de vier in GES gebruikte hoofdkleuren gegeven.

GES score	Kleur XaraX	GES hoofdkleuren
0	Spring green	Groen
1	Green	
2	Yellow-chartreuse	Geel
3	Yellow	
4	Orange-yellow	Oranje
5	Orange	
6	Red	Rood
7	Crimson-red	
8	Crimson	

In het kleurenpalet in figuur 7 is via corresponderende nummers aangegeven waar zich in XaraX de kleur bevindt die aan GES scores gekoppeld dient te worden. Door in XaraX de muiswijzer op de kleur te houden wordt de naam van de kleur gegeven.

Het kleurvlak wordt transparant gemaakt door op de *Transparency tool* (wijn glaasje) te klikken en de transparantie in te stellen (in %) met behulp van de transparancy schuifbalk die zich bevindt in de werkbalk van de *Transparency tool* boven in beeld (Figuur 8). In figuur 8 is de transparancy ingesteld op 50%.

Figuur 8. Transparant maken van de contour met de *Transparency tool*



Getekende contouren bewerken

De contouren zijn later weer te bewerken door de contour te selecteren met behulp van de *Selector tool* (pijl) en vervolgens met het gekozen gereedschap (*Shape editor tool* of *Pen tool*) de punten te verslepen. Gekromde contouren die met de *Shape editor tool* worden gemaakt worden automatisch vloeiend gemaakt. De mate van deze smoothing is ook handmatig (via de schuifbalk in de werkbalk van de *Shape editor tool*) in te stellen.

Contouren kunnen via het menu *Edit* gekopieerd, gedupliceerd en geplakt worden. Het selecteren van meerdere objecten (b.v. contouren of tekst) wordt gedaan door het eerste object aan te klikken met de linker muisknop en vervolgens de andere objecten te selecteren met de linker muisknop waarbij tevens de SHIFT knop ingedrukt wordt.

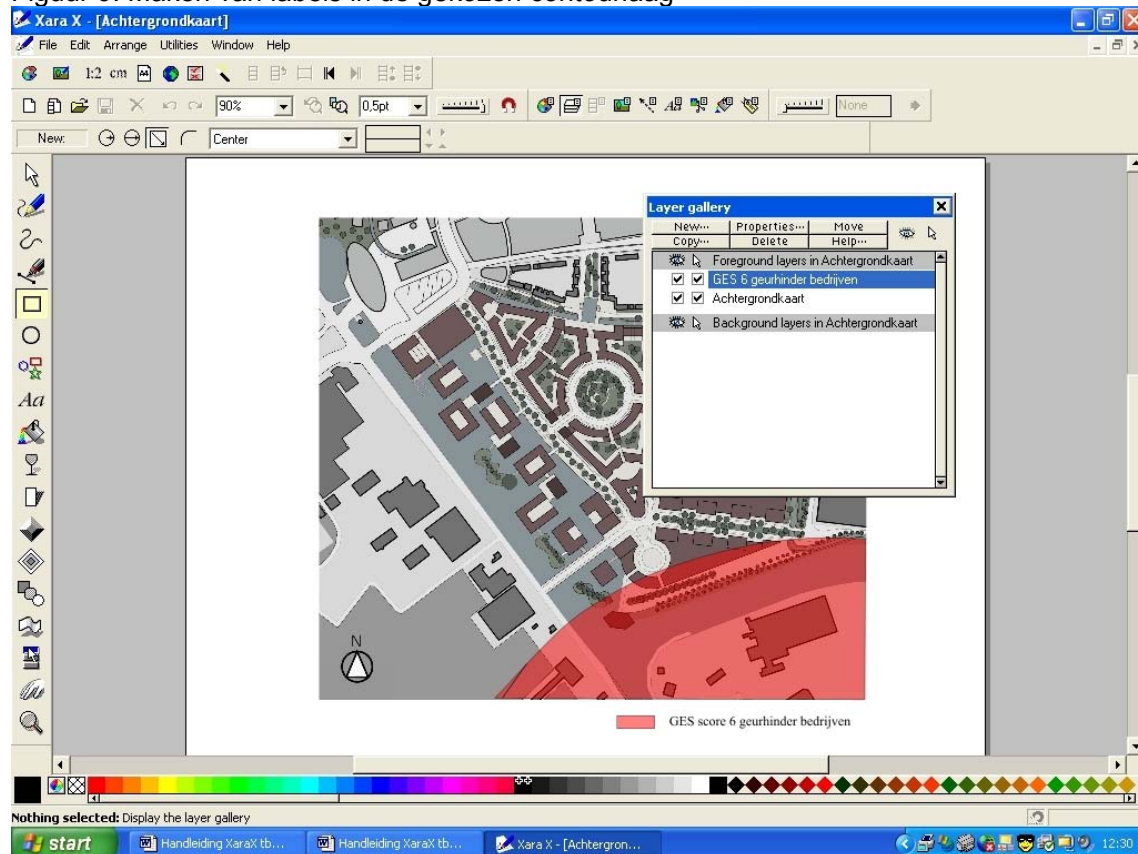
Indien de achtergrondkaart met alle contouren verkleind of vergroot moet worden dan moeten alle objecten geselecteerd zijn! Zorg hiervoor dat alle lagen aangevinkt zijn voor selectie. Ga dan naar *Edit > Select all*.

Soms worden de gegevens aangeleverd op verschillende kaarten. Het is dan noodzakelijk om deze kaarten te importeren en precies over elkaar heen te projecteren. Het is dan handig om op beide kaarten enkele hulplijnen te tekenen, zoals hoofdwegen. Door vergroten/verkleinen van één van de kaarten kan de kaart passend gemaakt worden op de andere door de hoofdcontouren op elkaar te leggen.

Stap 4: maken van labels en legenda

Met de *Text tool* (Aa) kan aan de GES contour op de kaart een naam gegeven worden (in de contour zelf of via een pijl). Het is ook mogelijk gebruik te maken van de *Rectangle tool* en hiermee onder of naast de kaart een vierhoek te maken in de kleur van de te labelen GES contour en met de *Text tool* de benaming te maken. Aanbevolen wordt om de labels en teksten in dezelfde laag te maken als de bijbehorende contour (Figuur 9).

Figuur 9. Maken van labels in de gekozen contourlaag

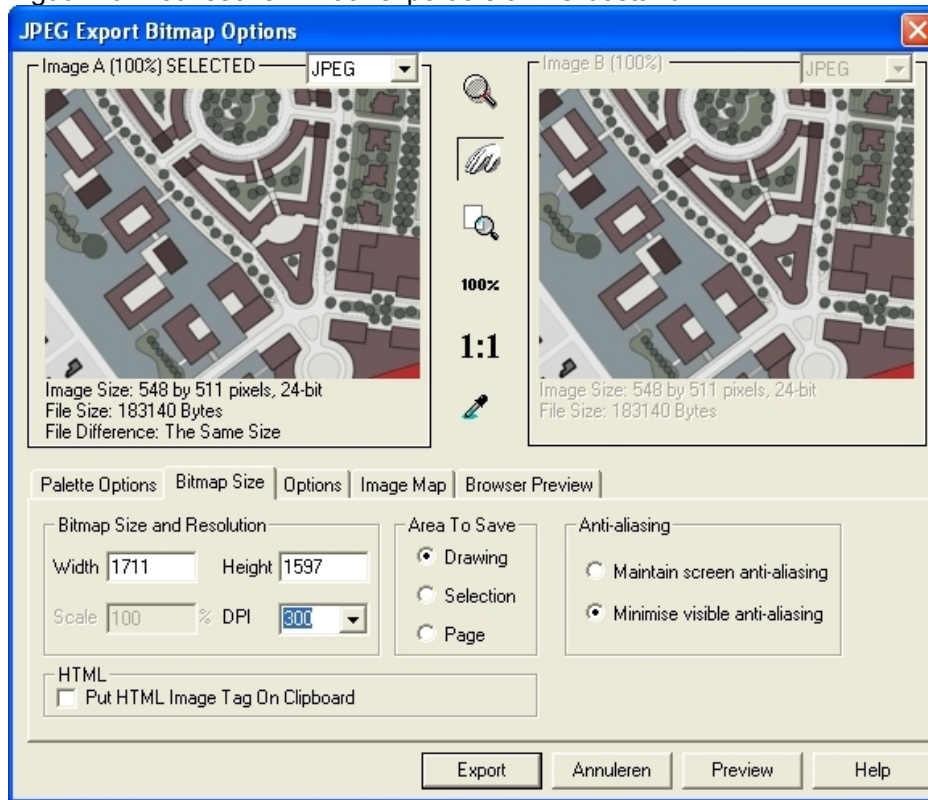


Stap 5: exporteren van de kaart

Als de kaart gereed is wordt deze een naam gegeven en opgeslagen. De opgeslagen kaart krijgt de extensie .jar. Vervolgens kan de kaart worden uitgeprint of geëxporteerd in vele grafische formaten (b.v. JPEG).

Kies daarvoor *File > Export* en sla het bestand op als JPEG bestand met extensie .jpg. Er verschijnt dan een venster waarin de opties om de afbeelding als JPEG op te slaan worden gegeven, zoals het formaat van de afbeelding en de resolutie. Voor een goede grafische kwaliteit in combinatie met een niet te groot bestand wordt aanbevolen om het aantal DPI (Dots Per Inche) in te stellen op 300 (Figuur 10).

Figuur 10. Keuzeschermb voor export als JPEG bestand



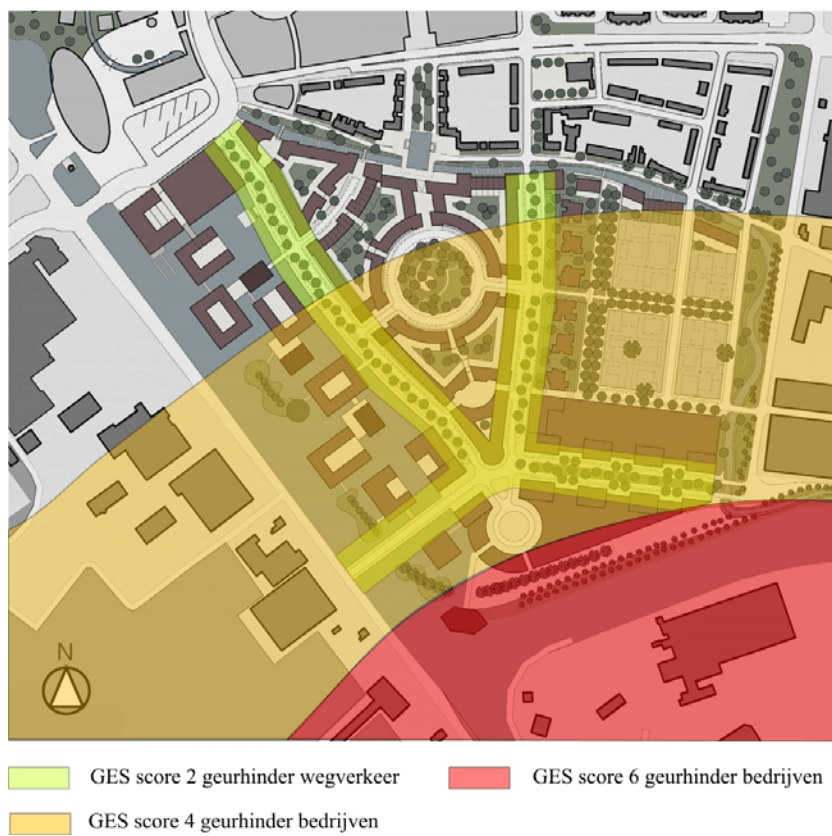
De grafische bestanden kunnen vervolgens via de menuoptie *Invoegen > Figuur > Uit bestand* ingevoegd en gebruikt worden in diverse Windows Office applicaties, zoals Word of Powerpoint. Hierdoor kunnen de kaarten met GES contouren een onderdeel worden van de rapportage of van een Powerpoint presentatie.

In figuur 11 is de geëxporteerde en in Word geplakte afbeelding te zien van de achtergrondkaart met de GES score 6 geurhinder bedrijven. In figuur 12 is een afbeelding gegeven van de gecombineerde GES contouren van geurhinder door wegverkeer en bedrijven. In figuur 13 is een afbeelding gegeven van de GES contouren van geurhinder en geluidhinder door weg-, railverkeer en bedrijven.

Figuur 11. Eindresultaat exporteren afbeelding en plakken in Word

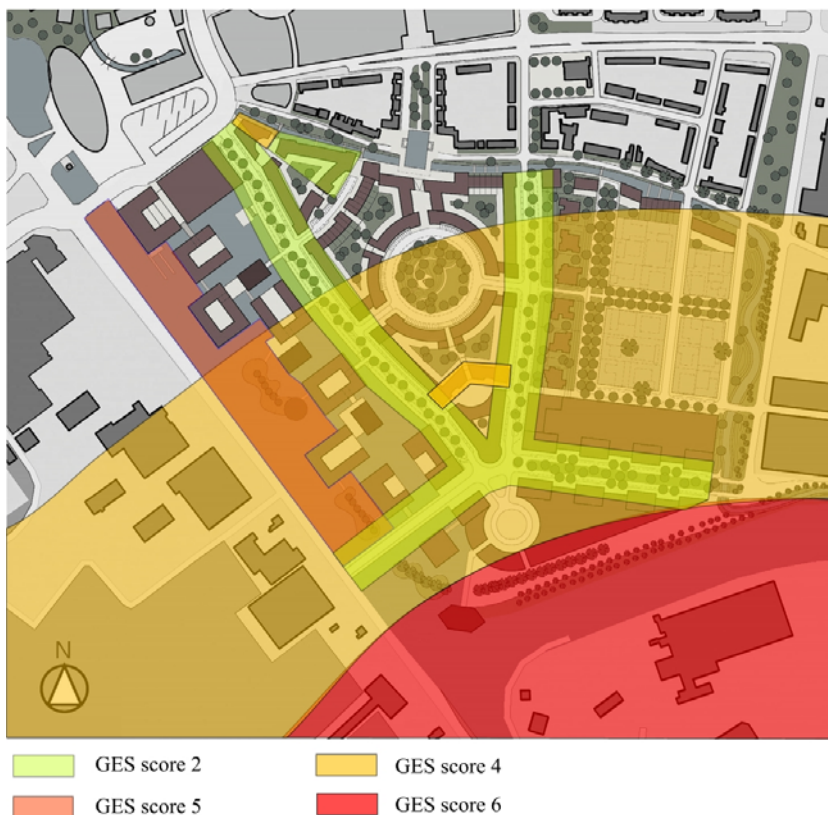


Figuur 12. Voorbeeld afbeelding gecombineerde contouren geurhinder
Geurhinder wegverkeer en bedrijven



Figuur 13. Voorbeeld afbeelding gecombineerde contouren geurhinder en geluidhinder

Geur- en geluidhinder weg-, railverkeer en bedrijven



5.3 Gebruik Excel grafiekbestand

De gegevens van de verzamelstaat vormen het totale overzicht van de verschillende componenten die in deze GES methode zijn opgenomen. Deze gegevens kunnen ook grafisch gepresenteerd worden in de vorm van Excel tabellen en grafieken.

Het is denkbaar dat niet altijd alle gegevens van belang zijn voor het doel waarvoor de GES is uitgevoerd. Ook zullen niet altijd alle gegevens beschikbaar zijn.

De gegevens uit de verzamelstaat kunnen met behulp van de spreadsheets en grafieken van MS-Excel gepresenteerd worden. De mogelijkheden van dat programma zijn legio. Voor sommige gebruikers is het wellicht te prefereren om ervaren Excel gebruikers te vragen om assistentie te verlenen.

Iedere gebruiker zal een eigen voorkeur voor een presentatievorm hebben. Om daar enigszins aan tegemoet te komen zijn verschillende opties weergegeven.

Op de bijgeleverde CD-Rom staan enkele voorbeelden van tabellen en grafieken die zijn toegepast in het voorbeeld van uitvoering van een GES (hoofdstuk 6).

De tabel is ingevuld met getallen voor de GES-score en de woningscore. Zodra een score wordt gewijzigd verandert ook de daarbij behorende grafiek.

Vanuit de tabel zijn standaard twee grafieken gemaakt:

- een staafdiagram met GES-score en woningscore naast elkaar;
- een radardiagram met de GES-scores,

Deze grafieken kunnen door de ervaren Excel gebruiker veranderd worden. De kleurstelling past bij de beschrijving van de milieugezondheidskwaliteit zoals beschreven is in hoofdstuk 2 van de GES Methodiek (Achtergronden van GES).

In Bijlage 2 van de GES Handleiding staan de voorbeelden van de verschillende grafische mogelijkheden afgedrukt.

Tevens is aangegeven hoe de tabel ingevuld moet worden. Het Excel bestand is onder de naam "Excel grafiekbestand GES-scores" te vinden op de bijgeleverde CD-Rom.

6. Voorbeeld van uitvoering van een GES

Inleiding

In deze handleiding wordt een voorbeeld gepresenteerd van de uitvoering van een GES in een bestaande situatie. Het doel is een beeld te geven hoe een GES er in de praktijk uit kan zien. Daarnaast is het een voorbeeld van wat je met GES kan doen in de planvorming rondom grote projecten op het gebied van gezondheid en ruimtelijke ordening. Het voorbeeld hieronder maakt gebruik van een deel van een bestaande GES van een gemeente. Niet alles is overgenomen van deze GES. Ter illustratie hoe een GES uitgevoerd kan worden en hoe de resultaten van een GES kunnen worden weergegeven wordt uitgewerkt in dit voorbeeld. Ook op www.ggdkennisnet.nl zijn GES rapporten te vinden.

Waarom een GES?

Het doel van een GES-rapport is om inzicht te geven in de relevante milieugezondheidskundige gevolgen van bijvoorbeeld een stedenbouwkundig plan. Daarmee wordt de mogelijkheid gegeven in de verdere uitwerking optimaal rekening te houden met milieugezondheidskundige aspecten. Bovendien kan het GES-rapport gebruikt worden in de communicatie met aspirant bewoners en andere belangstellenden over milieugezondheidskundige aspecten van het plan. Bij ruimtelijke planvorming wordt doorgaans uitsluitend rekening gehouden met milieufactoren op basis van wettelijke milieunormen of afspraken (bijv. in kader van vergunningverlening). Voor een aantal milieufactoren geldt dat ook beneden de wettelijke (grens-)waarden gezondheidsrisico's bestaan. Met de GES-methodiek wordt de milieukwaliteit in relatie tot gezondheid op een zodanige manier inzichtelijk gemaakt, dat een genuanceerder beeld van plankwaliteit ten aanzien van milieu en gezondheid ontstaat.

De GES methodiek

De GES methodiek is tweeledig: het geeft per milieufactor een gezondheidskundige maat (GES-score) voor de mate van milieubelasting en daarnaast een score voor het aantal woningen met een bepaalde milieubelasting (uitgedrukt als woningscore). Daartoe is in de Handleiding GES aangegeven welke dosis-responsrelatie voor elke milieufactor gebruikt is. De GES-score varieert tussen 0 en 8, met op hoofdlijnen onderstaande indeling. Daarbij is een score 6 toegekend aan blootstellingen die hoger zijn dan het niveau waarvan het Ministerie van VROM heeft vastgelegd dat overschrijding niet toelaatbaar is, het MTR. Voor externe veiligheid houdt het MTR in 1 slachtoffer per miljoen mensen bij blootstelling aan de betreffende stof.

GES-score	Milieugezondheidskundige betekenis
0	Milieubelasting beneden de streefwaarde Geen hinder
1	Geurhinder: 0 – 5% gehinderden, 0% ernstig gehinderden Geluidhinder: 0 – 3% ernstige hinder
2	Milieubelasting: tussen streefwaarde en 0,1 x MTR Geluidhinder: 3 – 5% ernstig gehinderden
3	Milieubelasting: 0,1 – 0,5 x MTR Geurhinder: 5 – 12% gehinderden, 0 – 3% ernstig gehinderden
4	Milieubelasting: 0,5 – 0,75 x MTR Geurhinder: 12 – 25% gehinderden, 3 – 10% ernstig gehinderden Geluidhinder: 5 – 9% ernstig gehinderden
5	Milieubelasting: 0,75 – 1,0 x MTR Geluidhinder: 9 – 14% ernstig gehinderden
6	Overschrijding MTR Geurhinder: > 25% gehinderden, > 10% ernstig gehinderden Geluidhinder: 14 – 21% ernstig gehinderden
8	Ruime overschrijding MTR Geluidhinder: > 31% ernstig gehinderden

Voorbeeld GES

Inventarisatie milieugezondheidkundige aspecten

In het kader van de herontwikkeling van een voormalig bedrijfsterrein, is in opdracht van de gemeente een stedenbouwkundig plan ontwikkeld. In het plan is sprake van woonbebouwing, kantoorruimte en kleinschalige bedrijvigheid. Rondom het gebied zijn diverse milieubelastende bronnen gesitueerd, zoals een drukke verkeersweg, een spoorlijn en industrie. Deze bronnen beïnvloeden in meer of mindere mate de lokale milieukwaliteit en daarmee mogelijk ook de gezondheid. De gemeente streeft ernaar om in de ruimtelijke planvorming in een vroegtijdig stadium rekening te houden met milieu- en gezondheidsaspecten, om op deze wijze toekomstige milieurisico's voor de gezondheid te vermijden en een optimaal leefklimaat te realiseren. Daartoe is in het stedenbouwkundig plan reeds rekening gehouden met wettelijke randvoorwaarden voortkomend uit de milieuwet- en regelgeving. Deze randvoorwaarden geven veelal de minimaal vereiste milieukwaliteit aan, waarbij echter nog steeds sprake kan zijn van (een beperkte mate van) gezondheidseffecten en hinder en daarmee niet van een optimale milieukwaliteit.

Het aantal woningen en andere gebouwen wordt toegerekend aan de zogenaamde woningscore. Er wordt van uit gegaan dat in een woning gemiddeld twee personen wonen. Voor de andere gebouwen worden naar gelang van gebruiksduur en aantal personen dat aanwezig is eveneens een score berekend.

In het voorbeeld stedenbouwkundig plan wordt uitgegaan van de bouw van 31 woonblokken en 12 kantoorgebouwen en 9 bedrijfsgebouwen van uiteenlopende omvang. Volgens de (voorlopige) indeling bij het stedenbouwkundig plan zullen er 834 woningen gebouwd worden. De woningscore uit de GES methodiek wordt toegekend aan het aantal woningen volgens de hieronder afgebeelde tabel: woningscore 3.

Aantal woningen	Woningscore
0	0
<10	1
10 – 100	2
100 – 1000	3
> 1000	4

Inventarisatie milieugezondheidkundige aspecten

Op basis van een inventarisatie van aanwezige bronnen van milieubelasting in en om het plangebied wordt een overzicht van mogelijk relevante milieubelasting en gezondheidsfactoren verkregen.

In dit voorbeeld worden enkele milieufactoren nader uitgewerkt.

Milieufactoren	Bronnen		
	Bedrijven	Wegverkeer	Railverkeer
Geluid	X	X	X
Geur	X	X	-
Externe veiligheid	-	-	X
Bodemverontreiniging	X	-	-
Luchtverontreiniging	-	X	-

Bedrijven en geurhinder (module B)

In het gebied is uitsluitend sprake van geur door een diervoederbedrijf (A) aan de zuidkant van het plangebied (afstand 350 m tot dichtstbijzijnde woonblok en in mindere mate door een andere diervoederfabriek (B) ten zuidoosten van het plangebied (afstand minimaal 800 m tot eerste nieuwe woonblok). Daarnaast kunnen de emissies van een textielbedrijf mogelijk tot geurwaarneming leiden in het plangebied.

Gezondheidseffecten en beoordelingskader

Geurwaarneming kan hinder veroorzaken en heeft negatieve invloed op ons welbevinden. Dit kan zich uiten in onvrede over de woonsituatie, spanningen in het gezin, gevoelens van onveiligheid, en aangepast gedrag, zoals vermindering van activiteiten buitenshuis en het sluiten van ramen en deuren van de woning. Afhankelijk van de mate van blootstelling en psychosociale factoren kan dit, veelal indirect door stress, leiden tot of bijdragen aan uiteenlopende fysieke gezondheidsklachten, zoals ademhalingstoornissen, misselijkheid, hoofdpijn, slapeloosheid, hart- en vaatziekten etc.

De GES-indeling hanteert als bovengrens 10 ge/m^3 (als 98-percentiel). Deze bovengrens krijgt een GES-score van 6, omdat deze grens als een soort MTR wordt beschouwd. De indeling in GES-scores, waarbij de geurconcentraties en percentage ernstig gehinderden aan elkaar gekoppeld zijn via de algemene dosis-responsrelatie, ziet er dan als volgt uit:

Hinder (%)	Ernstige hinder (%)	Geurconcentratie (P98) (ge/m^3)	GES-score
0	0	0	0
0 – 5	0	0 – 1	1
5 – 12	0 – 3	1 – 3	3
12 – 25	3 – 10	3 – 10	4
≥ 25	≥ 10	≥ 10	6

De diervoederindustrie valt onder de Bijzondere Regelingen van de NeR waarvoor onderzoek is verricht naar de relatie tussen geuremissie en hinder. Daarbij zijn aanvaardbare immissieconcentraties vastgesteld. Deze zijn over het algemeen gericht op het voorkomen van ernstige hinder en het beperken van het percentage gehinderden tot 12%. De koppeling tussen maximale geurconcentraties (conform de NeR) en de GES-scores is als volgt.

Bedrijfstak	Geurconcentratie P98 (ge/m^3)*	GES-score
Alle	0	0
Alle	0 – 1	1
Diervoederindustrie	$0,7 - 1,4 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ $\geq 1,4 \text{ ou}_E/\text{m}^3$	4 6

* $2 \text{ ge/m}^3 = 1 \text{ ou}_E/\text{m}^3$

Allereerst wordt getoetst aan hinder en ernstige hinder. De hoogste score wordt genomen. Pas als er geen gegevens zijn over hinder wordt er getoetst aan de geurconcentratie.

Milieubelasting

Bedrijf A zal vanwege de ligging en geuremissie de grootste invloed op het plangebied hebben. Op basis van de aanpassingen zal de maximale geurbelasting in het plangebied ter plekke van woningen maximaal $1,4 - 1,6 \text{ ge/m}^3$ ($0,7 - 0,8 \text{ ou}_E/\text{m}^3$) als 98-percentiel bedragen, in een gebied dicht bij het bedrijf kan de geurbelasting oplopen tot meer dan 3 ge/m^3 ($1,5 \text{ ou}_E/\text{m}^3$) als 98-percentiel.

Ter plaatse van woningen wordt dus maximaal een GES-score van 4 bereikt. Dichter bij het bedrijf wordt een GES-score van 6 bereikt maar zijn geen woningen aanwezig of gepland. Volgens de geurberekening bij de vergunning van diervoederbedrijf B, zal de geurbelasting in het plangebied ten gevolge van deze fabriek minder dan $0,4 \text{ ge/m}^3$ ($0,2 \text{ oue/m}^3$) als 98-percentiel bedragen.

Om inzicht te geven in de milieugezondheidkundige kwaliteit van het plan, wordt per GES-score het aantal woningen in de vorm van een woningscore aangegeven.

GES-score	Woningscore
0	-
1	-
4	3
6	0

Beschouwing, conclusies en aanbevelingen

Diervoederfabriek A heeft de grootste invloed op de geurbelasting in het plangebied. Ondanks dat de geurbelasting aan de wettelijke eisen voldoet (voortkomend uit de Wet milieubeheer), wordt op basis van de geurbelasting van het toekomstige woongebied verwacht dat geurhinder (12 – 25%) op zal gaan treden, met kans op ernstig gehinderden (3 – 10%). Dit zal het algemene welbevinden van de bewoners ondermijnen en mogelijk tot geurklachten gaan leiden. Om nieuwe geurhinder te voorkomen, zou nagegaan kunnen worden in hoeverre verdere geurreducerende maatregelen mogelijk zijn aan de bron. Ook dient rekening gehouden te worden met geurhinder bij met name de kantoorgebouwen. Het verdient aanbeveling hiermee rekening te houden in het ontwerp van de ventilatievoorzieningen in deze gebouwen.

Bedrijven en geluidhinder (module C)

Geluidsbronnen

Aan de noord-, zuid- en oostzijde van het plangebied is industrie aanwezig. De milieudienst heeft de geluidbelasting ter plekke van de toekomstige geluidsgevoelige bestemmingen berekend.

Gezondheidseffecten en beoordelingskader

Hinder en slaapverstoring zijn de belangrijkste gezondheidseffecten van blootstelling aan omgevingsgeluid met etmaalwaarden (L_{etm}) tot 65 dB(A). Boven etmaalwaarden van 65 dB(A) kunnen andere effecten zoals hart- en vaatziekten optreden.

Industriegeluid wordt uitgedrukt in de etmaalwaarde L_{etm} , waarbij het hoogst gemeten geluidsniveau bepalend is. De GES-score wordt op die geluidmaat gebaseerd, waarbij uitgegaan wordt van dat er een verschil van 2 dB(A) zit tussen de L_{etm} en de L_{den} . Is de $L_{\text{Aeq,23-7}}$ bekend dan wordt het percentage ernstig slaapverstoorden op die waarde gebaseerd. Dit heeft echter geen invloed op de GES-score.

De indeling ziet er dan als volgt uit:

Geluidbelasting		Ernstig gehinderden (%)	Geschatte geluidbelasting $L_{Aeq,23-7}$ dB(A)	Ernstig slaapverstoorden (%)	GES-score
L_{etm} dB(A)	L_{den} dB				
<45	<43	<2	<37	<2	0
45 – 49	43 – 47	2 – 4	37 – 41	2 – 3	1
50 – 54	48 – 52	4 – 7	42 – 46	3 – 4	3
55 – 64	53 – 62	7 – 18	47 – 56	4 – 9	5
65 – 69	63 – 67	18 – 25	57 – 61	9 – 13	6
≥70	≥68	≥25	≥62	≥13	7

Milieubelasting

Door de milieudienst zijn geluidberekeningen uitgevoerd, waarbij voor meerdere hoogtes in de geplande nieuwbouw de gevelbelasting (etmaalwaarden) is berekend. De geluidbelasting ten gevolge van industrielawaai blijkt vrij beperkt te zijn, uitsluitend op de bovenste woonlagen van enkele woonblokken worden etmaalwaarden (L_{etm}) berekend groter of gelijk aan 45 dB(A), maar nergens hoger dan 49 dB(A) (GES-score 1).

Voor deze GES-score wordt het aantal woningen aangegeven in een woningscore 2.

Beschouwing, conclusies en aanbevelingen

Bij het merendeel van de geplande woningen is de berekende geluidbelasting door bedrijven zodanig laag dat geen hinder of slaapverstoring verwacht wordt. Alleen bij bewoners van een beperkt aantal hoger gelegen woningen zou in geringe mate hinder of slaapverstoring (GES-score 1) kunnen gaan treden (woningsscore 2). Deze voorspelling is gebaseerd op een situatie zonder geluidwerende maatregelen. Indien wel geluidwerende maatregelen getroffen worden, zal de kans op hinder of slaapverstoring nog verder gereduceerd worden. Het verdient daarom aanbeveling om bij deze hoger gelegen woningen extra aandacht te besteden aan geluidwerende maatregelen.

Wegverkeer en luchtverontreiniging (module E)

Het wegverkeer direct langs en door het plangebied vormt een bron van luchtverontreiniging, waardoor de luchtkwaliteit met name in de directe omgeving van de weg verslechterd wordt. In combinatie met achtergrondconcentraties van luchtverontreiniging, kan dit leiden tot een luchtkwaliteit waarbij negatieve gezondheidseffecten op kunnen treden.

Gezondheidseffecten en beoordelingskader

De volgende stoffen zijn van belang bij gezondheidskundige beoordeling van effecten van luchtverontreiniging door verkeer:

- Benzeen
- NO₂ (stikstofdioxide)
- CO (koolmonoxide)
- Fijn stof (PM₁₀, PM_{2,5} en kleinere fracties)
- B(a)P (benzo-a-pyreen) als indicator voor PAK
- Zwarte rook

Elk van deze stoffen komt in andere concentratieniveaus voor in de buitenlucht en heeft een eigen gezondheidsbeïnvloedende eigenschap. In dit voorbeeld wordt PM₁₀ beschreven.

PM₁₀

De achtergrondconcentratie van PM₁₀ ligt voor grote delen van Nederland gemiddeld op 27 µg/m³. In de tabel staat de koppeling tussen concentraties en de GES-score weergegeven. (N.B. Concentraties worden beoordeeld zonder zeezoutaf trek!)

De GES-score indeling voor PM₁₀ is als volgt:

Jaargemiddelde PM ₁₀ (µg/m ³)	GES-score	Opmerkingen
< 4	2	
4 – 19	3	
20 – 29	4	Overschrijding streefwaarde (voorstel EU voor 2010)
30 – 34	5	Een bijdrage van verkeer tot circa 10 µg/m ³ Een toename van luchtwegsymptomen, ziekenhuisopnamen en vroegtijdige sterfte (geschat wordt een toename van vroegtijdige sterfte van circa 0,3% - 0,4% per 10 µg/m ³)
35 – 39	6	Overschrijding grenswaarde voor het daggemiddelde Een bijdrage van verkeer tot circa 15 µg/m ³ Een toename van luchtwegsymptomen, ziekenhuisopnamen en vroegtijdige sterfte (geschat wordt een toename van vroegtijdige sterfte van circa 0,45% - 0,6% voor een toename van 15 µg/m ³)
40 – 49	7	Overschrijding grenswaarde voor het daggemiddelde Een bijdrage van verkeer tot circa 25 µg/m ³ Een toename van luchtwegsymptomen, ziekenhuisopnamen en vroegtijdige sterfte (geschat wordt een toename van vroegtijdige sterfte van circa 0,75% - 1,0% voor een toename van 25 µg/m ³)
≥ 50	8	Een bijdrage van verkeer van meer dan circa 25 µg/m ³ Een toename van luchtwegsymptomen, ziekenhuisopnamen en vroegtijdige sterfte (geschat wordt een toename van vroegtijdige sterfte van meer dan 0,75% - 1,0% voor een toename van meer dan 25 µg/m ³)

Milieubelasting

Voor de 3 nieuwe wegen door het gebied zijn door de gemeente de concentraties PM₁₀ berekend met CARII. De bijdrage van PM₁₀ aan de lokale achtergrondconcentratie (27 µg/m³) bedraagt 4 µg/m³. De totale PM₁₀-concentratie komt dan uit op 31 µg/m³.

Component	GES-totaal*	GES-achtergrond	Opmerkingen
PM ₁₀	5	4	Dit geldt op korte afstand langs stadswegen

* GES-score op basis van beïnvloeding lokale luchtkwaliteit door de weg en de heersende achtergrondconcentratie samen.

Om inzicht te geven in de milieugezondheidkundige kwaliteit van het plan, wordt per GES-score het aantal woningen aangegeven. Het aantal woningen is vastgesteld op een woning-score 2 voor GES-score 5 en een woningscore 3 voor de GES-score 4.

Beschouwing, conclusies en aanbevelingen

De invloed van luchtverontreiniging door wegverkeer in en rond het plangebied op de luchtkwaliteit van geplande woningen is beperkt. De achtergrondconcentraties van luchtverontreiniging zijn voornamelijk bepalend voor de lokale luchtkwaliteit in het plangebied.

Geconstateerd wordt dat voor PM₁₀ sprake is van een matige milieugezondheidskwaliteit (GES-score 4) omdat deze zodanig is dat gezondheidseffecten kunnen optreden in de bevolking. Bij woningen die gesitueerd zijn op korte afstand tot wegen kan de GES-score 5 bereikt worden ten gevolge van de invloed van de weg in combinatie met de reeds heersende (relatief hoge) achtergrondconcentraties. Hierbij is sprake van een zeer matige milieugezondheidskwaliteit.

Wegverkeer en geurhinder (module F)

Het wegverkeer kan een bron van stank vormen op korte afstand tot de weg, met name in situaties waarbij sprake is van stagnerend verkeer en bij slechte verspreidingscondities (zoals weinig wind, dichte bebouwing).

Gezondheidseffecten en beoordelingskader

In de GES-methodiek wordt uitgegaan van de relatie tussen geur van wegverkeer en ernstige hinder.

Geurconcentratie (P98) (ge/m³)	% ernstig gehinderden (relatie stank-wegverkeer- hinder)	% ernstig gehinderden (algemene relatie stank-hinder)
1	3	0
3	5	2
5	11	5
10	18	10
20		16
30		21

Deze hinder kan vergelijkbaar zijn met de hinder als gevolg van stank van bedrijven en zodanig beoordeeld worden.

Hinder (%)	Ernstige hinder (%)	GES-score
0	0	0
0 – 5	0	1
5 – 12	0 – 3	3
12 – 25	3 – 10	4
≥25	≥ 10	6

De score wordt met name bepaald door het feit dat er geen ernstig gehinderden boven de 10% zouden moeten zijn. Daaraan wordt de GES-score 6 gekoppeld. Ook wordt bij de indeling deels aangehaakt bij het streven van de overheid om maximaal 12% gehinderden en geen ernstig gehinderden te hebben. Wordt dit niet gehaald dan wordt een GES-score van 4 toegekend.

Aangezien de hinder van geur van wegverkeer over het algemeen niet wordt vastgesteld, zijn ook voor berekende geurbelastingen GES-scores bepaald. Zoals gezegd zijn deze berekeningen indicatief. De indeling in GES-scores geeft dan ook alleen een grove indicatie van de omvang van geurproblemen rond wegen.

Geurblootstelling P98 (ge/m ³)	GES-score
< 1	0
1 - 10	2
≥ 10	4

Milieubelasting

Bij zeer geringe verkeersintensiteit worden bij afstanden tot 30 meter geurbelastingen van meer dan 1 ge/m³ berekend, zodat rond wegen vrijwel altijd een GES-score van minstens 2 geldt. Aan de hand van verkeersgegevens en de rekentabel van Bijlage 2 (CARII berekeningen voor stank van wegverkeer) volgt dat tot op ca. 30 meter van de wegen in en direct langs het plangebied geen geurblootstelling van meer dan 10 ge/m³ plaatsvindt. Hierdoor is sprake van een geringe mate van geurhinder (GES-score 2).

Om inzicht te geven in de milieugezondheidskundige kwaliteit van het plan, wordt per GES-score het aantal woningen aangegeven. De woningscore bedraagt 2 voor de berekende GES-score van 2.

Beschouwing, conclusies en aanbevelingen

Geurhinder door wegverkeer ter plekke van woningen zal mogelijk bij een beperkt aantal, dicht bij een weg gelegen woningen op kunnen treden. Het verdient daarom aanbeveling om, ook op basis van luchtverontreiniginghinder deze woningen niet te dicht tegen de weg bouwen en stagnerend verkeer te voorkomen.

Wegverkeer en geluidhinder (module G)

De belangrijkste bron van wegverkeerslawaai voor het plan wordt gevormd door het verkeer ten westen van het gebied. Daarnaast kunnen lokale wegen, nabij en door het plangebied, invloed hebben op de geluidbelasting, hetgeen vooral afhankelijk is van de verkeersintensiteit en rijsnelheid.

Gezondheidseffecten en beoordelingskader

Hinder en slaapverstoring zijn de belangrijkste gezondheidseffecten van blootstelling aan omgevingsgeluid.

Als de L_{den} -waarde bekend is, wordt de GES-score daarop gebaseerd. Is alleen de L_{etm} -waarde bekend, dan wordt daar een GES-score aan toegekend, waarbij gebruik gemaakt wordt van de algemene relatie tussen L_{den} en L_{etm} voor wegverkeer. Is de $L_{Aeq,23-7}$ bekend dan wordt op grond van die waarde het percentage ernstig slaapverstoorden berekend. Dit heeft echter geen invloed op de GES-score.

De volgende indeling wordt gehanteerd:

Geluidbelasting		Ernstig gehinderden (%)	Geluidbelasting $L_{Aeq,23-7}$ dB(A)	Ernstig slaapverstoorden (%)	GES-score
L_{den} dB	L_{etm} dB(A)				
<43	<45	0	<34	<2	0
43 – 47	45 – 49	0 – 3	34 – 38	2	1
48 – 52	50 – 54	3 – 5	39 – 43	2 – 3	2
53 – 57	55 – 59	5 – 9	44 – 48	3 – 5	4
58 – 62	60 – 64	9 – 14	49 – 53	5 – 7	5
63 – 67	65 – 69	14 – 21	54 – 58	7 – 11	6
68 – 72	70 – 74	21 – 31	59 – 63	11 – 14	7
≥73	≥75	≥31	≥64	≥14	8

Milieubelasting

Door de milieudienst zijn de geluidbelastingen aan de gevel berekend met rekenmodel SRM1. Op korte afstand van enkele wegen in de bebouwde kom wordt een geluidbelasting (L_{den}) van 60 dB berekend (GES-score 5). Op grotere afstand ligt de geluidbelasting rond 50 tot 55 dB (GES-score 2 en 4). Om inzicht te geven in de milieugezondheidkundige kwaliteit van het plan, wordt per GES-score het aantal woningen aangegeven. Voor verschillende GES-score zijn voor de woonblokken aparte woningscores vastgesteld. Deze zijn in onderstaande tabel weergegeven.

GES-score	Woningscore
0	3
1	2
2	3
4	2
5	2

Beschouwing, conclusies en aanbevelingen

Gezondheidseffecten als ernstige hinder en slaapverstoring door wegverkeerslawaai zijn met name te verwachten bij op de westzijde georiënteerde woningen. Ook bij sommige woningen in andere woonblokken is, in mindere mate, kans op ernstige hinder en slaapverstoring door wegverkeerslawaai. In hoeverre deze daadwerkelijk op zal gaan treden zal mede afhangen van de geluidwerende voorzieningen die getroffen gaan worden en de oriëntatie van woon- en slaapverblijven ten opzichte van geluidbelaste en geluidonbelaste gevels. Het verdient daarom sterk aanbeveling om in de nadere uitwerking van het plan hiermee rekening te houden.

Railverkeer en geluidhinder (module I)

Geluid ten gevolge van personen- en goederentreinen over het spoor zal mogelijk in het noordelijke deel van het plangebied invloed hebben.

Gezondheidseffecten en beoordelingskader

Geluid van railverkeer blijkt minder hinderlijk te zijn dan geluid van bedrijven of wegverkeer. Dit betekent dat bij gelijke geluidbelasting die van railverkeer een lagere GES-score krijgt. Is de L_{den} -waarde bekend, dan wordt de GES-score hierop gebaseerd. Is alleen de L_{etm} -waarde bekend, dan wordt hieraan een GES-score toegekend. Er wordt dan gebruik gemaakt van de algemene relatie tussen deze geluidmaten voor railverkeer.

Gegevens over de geluidbelasting van railverkeer in de gemeente worden betrokken via de interactieve geluidbelastingkaart van ProRail:

www.prorail.nl/internetresources/geluidskaart/geluidkaart.htm.

Deze gegevens zijn beschikbaar in de 5 dB klassen die op grond van de EU-Richtlijn Omgevingslawaai zijn bepaald. Er wordt dan gebruik gemaakt van de volgende indeling.

Geluidbelasting		Ernstig gehinderden (%)	Geluidbelasting $L_{Aeq,23-7}$ dB(A)	Ernstig slaapverstoorden (%)	GES-score
L_{den} dB	L_{etm} dB(A)				
<50	<52	<1	<44	<2	0
50 – 59	52 – 61	1 – 5	44 – 53	2 – 4	1
60 – 64	62 – 66	5 – 9	54 – 58	4 – 5	3
65 – 69	67 – 71	9 – 14	59 – 63	5 – 7	6
70 – 74	72 – 76	14 – 23	64 – 68	7 – 9	7
≥75	≥77	≥23	≥69	≥9	8

Milieubelasting

Op grond van de geluidbelasting (L_{den}) op de interactieve kaart wordt vastgesteld dat er diverse woningen liggen in de geluidbelastingcontour van 55 – 59 dB (GES-score 1) en één woonblok in de contour van 60 – 64 dB (GES-score 3).

Om inzicht te geven in de milieugezondheidskundige kwaliteit van het plan, wordt per GES-score het aantal woningen aangegeven.

GES-score	Woonblokken	Woningscore
1	Diverse woonblokken	3
3	1 woonblok	2
6	-	0

Beschouwing, conclusies en aanbevelingen

Op basis van de gegeven geluidbelasting wordt verwacht dat bij het grootste deel van de geplande woningen geen ernstige geluidhinder en/of slaapverstoring ten gevolge van railverkeer zal gaan optreden (GES-scores 0 en 1). Uitzondering vormt één woonblok waar geluidbelastingen aan de gevel optreden tussen 60 dB en 64 dB (GES-score 3). Door de combinatie van de geluidbelasting door railverkeer (GES-score 3) en wegverkeer (GES-score 2) wordt voor dit woonblok een gecombineerde GES-score afgeleid van 4. Zie hiervoor de tabel in module G (Wegverkeer en geluidhinder) met de gecumuleerde geluidbelasting van wegverkeer en railverkeer.

Aangezien de gecumuleerde geluidbelasting wordt uitgedrukt in die van wegverkeer wordt verwacht dat ernstige hinder optreedt bij 5 – 9% van de bewoners en ernstige slaapverstoring bij 3 – 5% van de bewoners.

Railverkeer en externe veiligheid (module J)

Over het baanvak vindt transport plaats van gevaarlijke stoffen. Bij een incident kunnen gevaarlijke stoffen vrijkomen naar de omgeving die gevaar opleveren voor de gezondheid van omwonenden. Op basis van een berekening van de kans op een incident en het effect (aantal slachtoffers) wordt het risico voor de omgeving bepaald. Voor vervoer van gevaarlijke stoffen geldt een grenswaarde voor het Plaatsgebonden Risico van 10^{-6} voor nieuwe en 10^{-5} voor bestaande situaties, met voor de laatste de aantekening dat sanering gewenst is.

Gezondheidseffecten en beoordelingskader

Voor GES wordt uitgegaan van de volgende indeling:

Plaatsgebonden Risico	Overschrijding Oriëntatie-waarde Groepsrisico	GES-score
$< 10^{-8}$	nee	0
$10^{-8} - 10^{-7}$	nee	2
$10^{-7} - 10^{-6}$	nee	4
$> 10^{-6}$	ja	6

Bij veranderingen in de lokale situatie (in transport en/of in aanwezigheid van bevolking) zijn er opnieuw berekeningen van Groepsrisico's nodig.

Voor GES worden de veiligheidsrisico's als volgt beoordeeld:

Is de ligging van het Plaatsgebonden Risico van 10^{-7} niet bekend, dan wordt bij een risico tussen 10^{-8} en 10^{-6} een GES-score van 3 toegekend.

Milieubelasting

De meest noordelijk, aan de spoorzijde van het plangebied georiënteerde wooncomplexen vallen in GES-score 4. Mogelijk wordt met de nieuwe plannen ook het Groepsrisico overschreden, dit zou door middel van een specifieke berekening nagegaan dienen te worden. Voor deze GES categorie wordt een woningscore van 3 vastgesteld.

Bodemverontreiniging (module Q)

Ten gevolge van vroegere bedrijfsactiviteiten is de bodem plaatselijk verontreinigd geraakt met lood en PAK.

Gezondheidseffecten en beoordelingskader

In GES wordt een score opgesteld op basis van overschrijding van de toetsingswaarden in grond: Achtergrondwaarde (AW2000), de Humaan Toxicologische Maximale Waarde (HumToxMW) en het Humaan Toxicologische Saneringscriterium (HumToxSanscrit). De scores worden vastgesteld op basis van de meest kritische stoffen in grond en/of grondwater.

Milieubelasting

Uit het Nader Onderzoek van de bodem blijkt dat er sprake is van een redelijk homogene verontreiniging met lood en PAK. Als indicator voor PAK wordt B(a)P beschouwd. Het rekenkundig gemiddelde van de loodverontreiniging bedraagt 220 mg/kg d.s. Het rekenkundig gemiddelde van de B(a)P verontreiniging bedraagt 1,0 mg/kg d.s. De bodem bevat 5% organisch stof (OS) en 12% lutum (L). De bodemfuncties, die in het kader van de bodemverontreiniging van belang zijn, zijn Wonen met tuin en Plaatsen waar kinderen spelen. Het toetsingskader voor lood (Pb) en B(a)P voor de standaardbodem is gegeven in de tabel (concentraties in mg/kg d.s.):

Stof	AW2000	HumToxMW		HumToxSanscrit	
		Wonen met tuin	Plaatsen waar kinderen spelen	Wonen met tuin	Plaatsen waar kinderen spelen
Pb	50	268	364	536	727
B(a)P	0,12	1,4	3,7	270	371

De actuele bodemconcentratie van Pb wordt op basis van 5% OS en 12% L omgerekend naar de waarde voor de standaardbodem met behulp van het Excel werkblad Bodemtypecorrectie GES (te vinden op bijgeleverde CD-Rom en via www.vrom.nl/stadenmilieu en www.ggdkenisnet.nl). De loodconcentratie in de standaardbodem bedraagt dan 279 mg/kg d.s. Een bodemtypecorrectie voor B(a)P is niet nodig (blijft 1,0 mg/kg d.s.). De GES-scores voor de bodemfuncties zijn gegeven in de tabel:

Stof	GES-score scenario's	
	Wonen met tuin	Plaatsen waar kinderen spelen
Pb	HumToxMW<Cg<HumToxSanscrit = GES 4	AW<Cg<HumToxMW = GES 2
B(a)P	AW<Cg<HumToxMW = GES 2	AW<Cg<HumToxMW = GES 2

Beschouwing, conclusies en aanbevelingen

Een maximale GES-score van 4 wordt bereikt voor lood in het scenario Wonen met tuin. In dit scenario ligt de loodconcentratie tussen de HumToxMW en het HumToxSanscrit. Er is sprake van bodemverontreiniging waarbij gezondheidsrisico's mogelijk zijn voor de bodemfunctie Wonen met tuin. Er is nog geen overschrijding van het MTR maar de bodem is niet geschikt voor deze bodemfunctie. De verontreiniging doet zich voor in een klein gebied met woningscore 2. Voor Plaatsen waar kinderen spelen wordt een maximale GES-score van 2 bereikt. Ditzelfde geldt voor B(a)P in beide scenario's.

Een advies zou kunnen zijn om bij nieuwbouw van woningen de bodemkwaliteit te verbeteren tot het niveau van de Lokale Maximale Waarde (indien vastgesteld m.b.v. de bodemkwaliteitskaart) of anders op het niveau van de landelijk vastgestelde Generieke Maximale Waarde.

Beschouwing resultaten

In onderstaande overzichtstabel zijn de GES-scores samengevat.

Bron	Milieuqualiteitsfactor	GES-score	GES-score achtergrond	Woningscore (schaal 0 – 4)
Bedrijven	Geurhinder	4		3
Bedrijven	Geluidhinder	0		3
		1		2
Wegverkeer	Luchtverontreiniging	4*	4	3
		5*	4	2
Wegverkeer	Geurhinder	0		3
		2		2
Wegverkeer	Geluidhinder	0		3
		1		2
		2		3
		4		2
		5		2
Railverkeer	Geluidhinder	0		3
		1		3
		3		2
Combi weg + railverkeer	Geluidhinder	4		2
Railverkeer	Externe veiligheid	0		2
		2		3
		4		3
(Bedrijven)	Bodemverontreiniging stof 1	4		2
(Bedrijven)	Bodemverontreiniging stof 2	2		2
* De GES-score wordt in hoge mate beïnvloed door de heersende achtergrondconcentratie				

Indien de milieukwaliteit in het plangebied vanuit gezondheidskundig oogpunt beschouwd wordt, kan het volgende worden geconstateerd:

Geluid- en geurhinder:

- De hoogste GES-scores (4 – 5) treden op ten gevolge van wegverkeergeluid bij enkele aan de wegzijde gesitueerde woningen. Het verdient aanbeveling na te gaan of door bouwtechnische aanpassingen of vergroting van de afstand de geluidbelasting verlaagd kan worden.
- Door de gecumuleerde geluidbelasting door weg- en railverkeer van een woonblok komt de GES-score uit op 4 (uitgedrukt in de GES-score voor wegverkeer). Daarbij wordt verwacht dat ernstige hinder optreedt bij 5 – 9% van de bewoners en ernstige slaapverstoring bij 3 – 5% van de bewoners.
- Voor vrijwel het gehele geprojecteerde woongebied vormt stankhinder door de diervoederfabriek A het grootste aandachtspunt. Verwacht wordt dat de geur van deze fabriek bij circa 12 – 25 % van de toekomstige bewoners tot stankhinder aanleiding zal geven, waarvan 3 – 10% dit als ernstige hinder zal ervaren. Mogelijk dat ook diervoederfabriek B een bijdrage aan geur in het gebied kan leveren. Dit is niet conform de nationale doelstelling waarin gestreefd wordt naar hoogstens 12% geurgehinderden en geen ernstig geurgehinderden. Dit is een knelpunt dat een belangrijk aandachtspunt vormt in het verdere besluitvormingsproces.
- Het wegverkeer zal naar verwachting geen relevante bron van geurhinder vormen.

Blootstelling aan toxische stoffen:

- Blootstelling aan toxische stoffen kan plaatsvinden via de lucht of via de bodem. De gezondheidsrisico's van luchtverontreiniging worden vrijwel geheel door de regionale achtergrondconcentraties bepaald. Deze ligt weliswaar grotendeels onder de wettelijke luchtkwaliteitseisen, maar voor sommige componenten (PM₁₀) boven de niveaus waarbij gezondheidseffecten op kunnen treden.
- Deze effecten zijn veelal uitsluitend middels statistische onderzoeken aantoonbaar en moeilijk op individuniveau aan te tonen. Wegverkeer draagt slechts in geringe mate en op zeer korte afstand tot de weg in het plangebied bij aan deze concentraties. Bij deze heersende luchtkwaliteit zullen bij een klein percentage van de bevolking gezondheidseffecten op kunnen treden. Zoals in het voorbeeld duidelijk wordt is de GES score 5 gekoppeld aan een zeer matige luchtkwaliteit. Maar ook is duidelijk dat door de bijdrage van de achtergrondconcentratie deze lokaal nauwelijks beïnvloed kan worden.
- Humane gezondheidsrisico's door contactmogelijkheid met toxische stoffen vanuit de bodem zijn mogelijk voor de bodemfunctie Wonen met tuin. De bodem is niet geschikt voor deze bodemfunctie. Het is te verwachten dat de gemeente het verontreinigingsniveau zal terugbrengen tot onder de Maximale Waarde (lokaal of generiek).

Externe veiligheid:

- Veiligheidsrisico's door transport van gevaarlijke stoffen over de weg zijn op basis van de beschikbare informatie niet te verwachten.
- Er zijn wel verhoogde veiligheidsrisico's in het noordelijk deel van het plangebied, als gevolg van vervoer van gevaarlijke stoffen over het spoor. Hier bedraagt het Plaatsgebonden Risico meer dan 10⁻⁸. Bij de meest noordelijk gesitueerde woonblokken bedraagt het PR tussen 10⁻⁶ en 10⁻⁷. Afhankelijk van het totale aantal nieuwe woningen en kantoorwerkplekken kan ook sprake zijn van overschrijding van Groepsrisiconormen. Het verdient aanbeveling om nader te laten onderzoeken in hoeverre er inderdaad sprake kan zijn van overschrijding van veiligheidsnormen.

Conclusie

Op basis van deze GES kan het stedenbouwkundig plan nader beoordeeld worden. Geconstateerd is dat bij een aantal wooncomplexen in meer of mindere mate ernstige geluidhinder kan gaan optreden: in de nadere uitwerking dienen dan ook geluidreducerende maatregelen getroffen te worden (oriëntatie ruimten, isolatie etc.). Voor die locaties waar geluidhinder te verwachten is van wegverkeer (soms in combinatie met railverkeer) kunnen maatregelen getroffen worden door aanpassing van de woningen of door te bekijken of geluidsarm asfalt kan worden toegepast.

Bij het realiseren van geluidreducerende maatregelen dient aandacht te zijn voor voldoende ventilatiemogelijkheden van de woning, en eventuele belemmeringen voor bewonersgedrag, om een gezond binnenklimaat te waarborgen.

Het verdient aanbeveling na te gaan of verdergaande geurreducerende maatregelen bij het diervoederbedrijf A mogelijk zijn om te voorkomen dat toekomstige bewoners (ernstige) geurhinder gaan ondervinden. Het verdient tevens aanbeveling aspirant bewoners te informeren over de aanwezigheid van een diervoederfabriek. Hiermee kan voorkomen worden dat irritatie en hinder ontstaat omdat men niet wist dat deze geur regelmatig waarneembaar is in het gebied. In het ontwerp van ventilatievoorzieningen van grote gebouwen aan de zuidzijde van het gebied, dichtbij de diervoederfabriek, kan rekening gehouden worden met de aanwezigheid van geur van de diervoederfabriek.

Ten aanzien van veiligheid wordt opgemerkt dat door de realisatie van een fors aantal nieuwe woningen en kantoorplekken aan de spoorzijde overschrijding van Groepsrisiconormen mogelijk is. Het verdient aanbeveling om dit nader te laten onderzoeken.

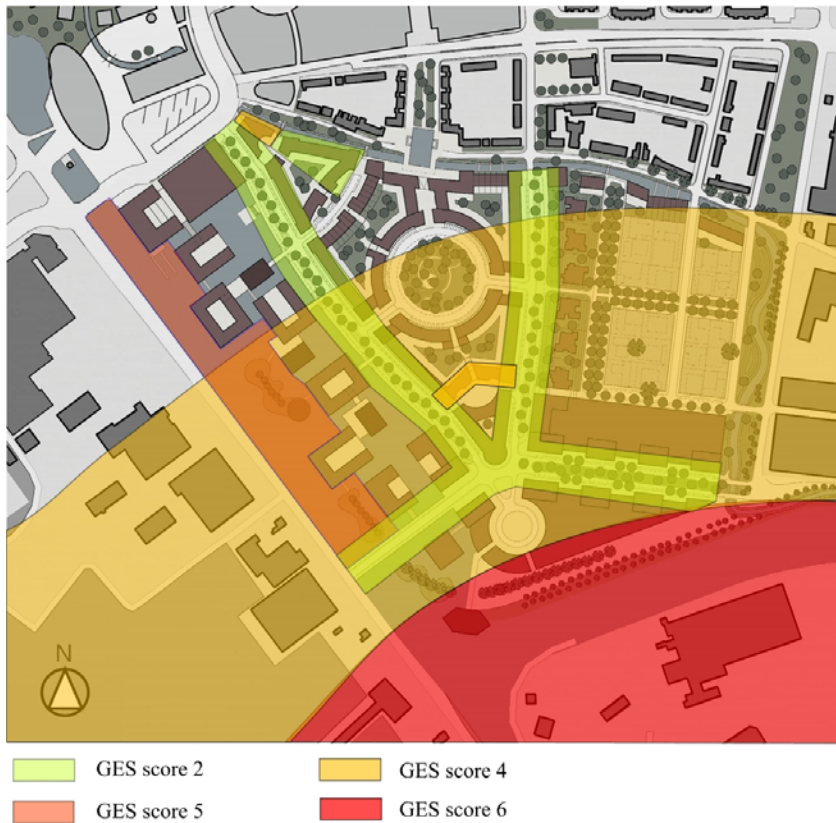
De bodem is door de verontreiniging plaatselijk niet geschikt voor de bodemfunctie Wonen met tuin. Hiervoor zal de gemeente het verontreinigingsniveau terug moeten brengen tot onder het niveau van de Maximale Waarde (lokaal of generiek).

Grafische presentaties

Grafische presentaties van GES contouren zijn mogelijk met de op CD-Rom bijgeleverde GES-score Viewer en met het commercieel verkrijgbare softwarepakket XaraX c.q. Xara Xtreme. In het onderstaande voorbeeld worden de GES contouren (uitgezonderd de bodemverontreiniging) zichtbaar gemaakt met het softwareprogramma XaraX.

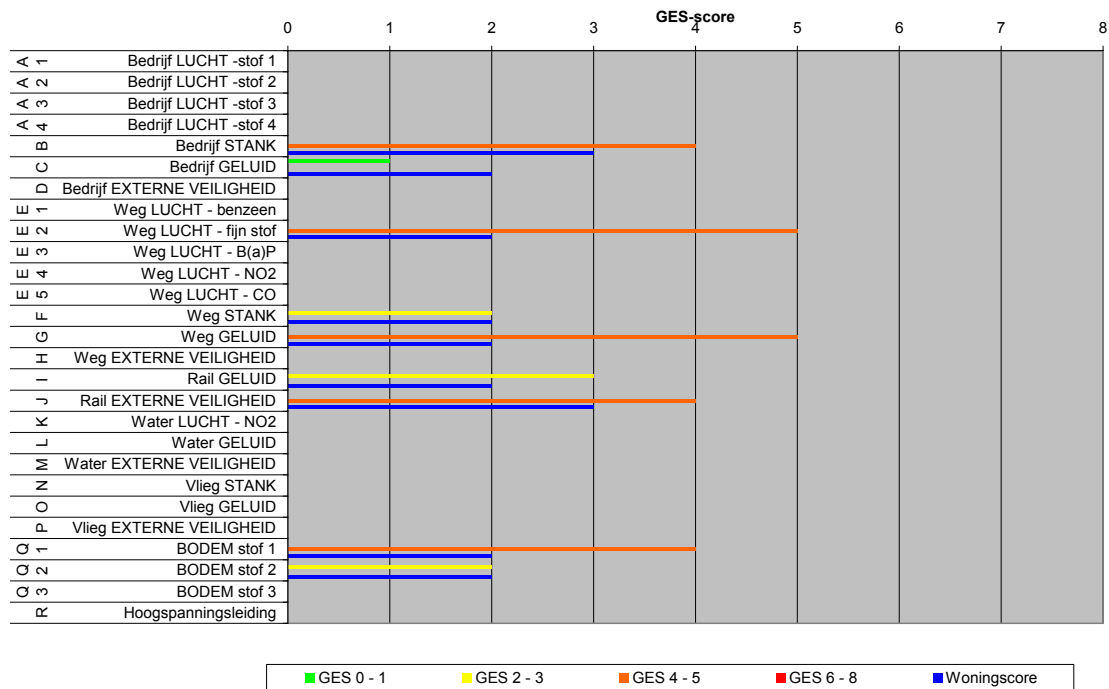
Voorbeeld van een figuur gemaakt met het softwareprogramma XaraX.

Geur- en geluidhinder weg-, railverkeer en bedrijven



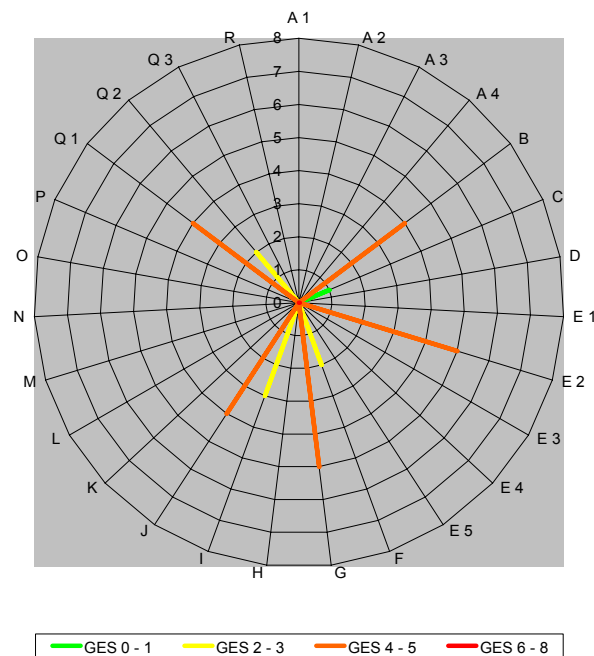
De presentatie van de resultaten kan ook met de grafische mogelijkheden van MS-Excel gedaan worden. Als voorbeeld is gekozen voor het presenteren van de GES-scores en de woningscores in een staafdiagram en voor een presentatie van de GES-scores in een radardiagram. Het voordeel van het staafdiagram is dat hierin ook de woningscores zichtbaar gemaakt kunnen worden.

Voorbeeld van een staafdiagram gemaakt in Excel.



In het staafdiagram zijn de GES-scores weergegeven van de betreffende modules. Daarnaast is de woningscore weergegeven die bij de betreffende GES-score past. Bijvoorbeeld: GES-score 4 voor stank van het diervoederbedrijf geldt voor woningscore 3, dat wil zeggen dat voor 100 – 1000 woningen (woningen score 3) in het plangebied een matige milieu-gezondheidswaarde (GES-score 4) gevonden wordt.

Voorbeeld van een radargrafiek gemaakt in Excel.



Bijlage 1

Gebruiksaanwijzing Excel grafiekbestand op bijgeleverde CD-Rom

De grafieken die bijgeleverd zijn dienen alleen als voorbeeld voor het grafisch weergeven van de GES-scores en woningscores. In ieder ander spreadsheetprogramma of database kunnen vergelijkbare grafieken gemaakt worden.

De bijgeleverde voorbeelden zijn zo opgesteld dat door het invullen van de getallen de grafieken zichzelf aanpassen. Vervolgens kunnen de grafieken gekopieerd worden en in een rapport verwerkt worden.

Op de CD-Rom staat het bestand "Excel grafiekbestand GES-scores" Dit bestand kan geopend worden met een gangbare MS Excel versie. Het bestand bestaat uit 3 tabbladen die gevonden kunnen worden onderaan het werkblad. Hieronder volgt voor ieder voorbeeld een korte beschrijving. Alle voorbeelden zijn bijgevoegd.

Algemene aanwijzingen bij het gebruik

De categorie of module aanduidingen in de tabellen en grafische bestanden komen overeen met die van de handleiding.

Vul per categorie de GES-score in. Verwijder geen rijen of kolommen!

Vul per categorie de woningscore in. Verwijder geen rijen of kolommen!

Als geen score bekend is vul dan een nul in. Er is een keuze gemaakt voor twee verschillende weergaven van de GES-scores en de woningscores. Het is aan de gebruiker om een keuze te maken welke tabellen of grafieken gebruikt worden voor presentatie. De geoefende Excel gebruiker kan zelf de grafieken aanpassen. De kleurstelling past bij de beschrijving van de milieugezondheidskwaliteit zoals beschreven is in hoofdstuk 2 van de GES Methodiek (Achtergronden van GES) en dient daarom niet gewijzigd te worden.

Tabblad: Tabel GES+Woningscore

Dit tabblad bevat de tabel die ingevuld kan worden vanuit de verzamelstaat van de GES- en woningscores. Per categorie/module kan de GES-score ingevuld worden in de betreffende kolommen respectievelijk GES 0 – 1, GES 2 – 3, GES 4 – 5, GES 6 – 8 en Woningscore. De volgende kleuren worden automatisch toegekend aan de GES-scores:

GES 0 – 1: groen

GES 2 – 3: geel

GES 4 – 5: oranje

GES 6 – 8: rood

Woningscore: blauw

Optioneel kan ook de achtergrond GES-score ingevuld worden.

Tabblad: Staafdiagram GES+Woningscore

Dit tabblad genereert automatisch het staafdiagram van de GES-scores en de woningscore per categorie/module. De as met GES-scores is vastgezet op GES-score 8 maar kan ook een lagere waarde krijgen afhankelijk van de uitkomsten van de GES. In het uitgewerkte voorbeeld in hoofdstuk 6 is de as vastgezet op GES 6 omdat de maximale GES-score 5 bedroeg.

Tabblad: Radargrafiek GES-score

Dit tabblad genereert automatisch een radargrafiek van de GES-scores per categorie/module. De woningscore is in dit soort grafieken lastiger zichtbaar te maken. Dit zou mogelijk zijn via een separate radargrafiek van de woningscore.

De as met GES-scores is vastgezet op GES-score 8 maar kan ook een lagere waarde krijgen afhankelijk van de uitkomsten van de GES. In het uitgewerkte voorbeeld in hoofdstuk 6 is de as vastgezet op GES 6 omdat de maximale GES-score 5 bedroeg.

In Bijlage 2 van de Handleiding GES zijn bovengenoemde voorbeelden weergegeven.

Bijlage 2

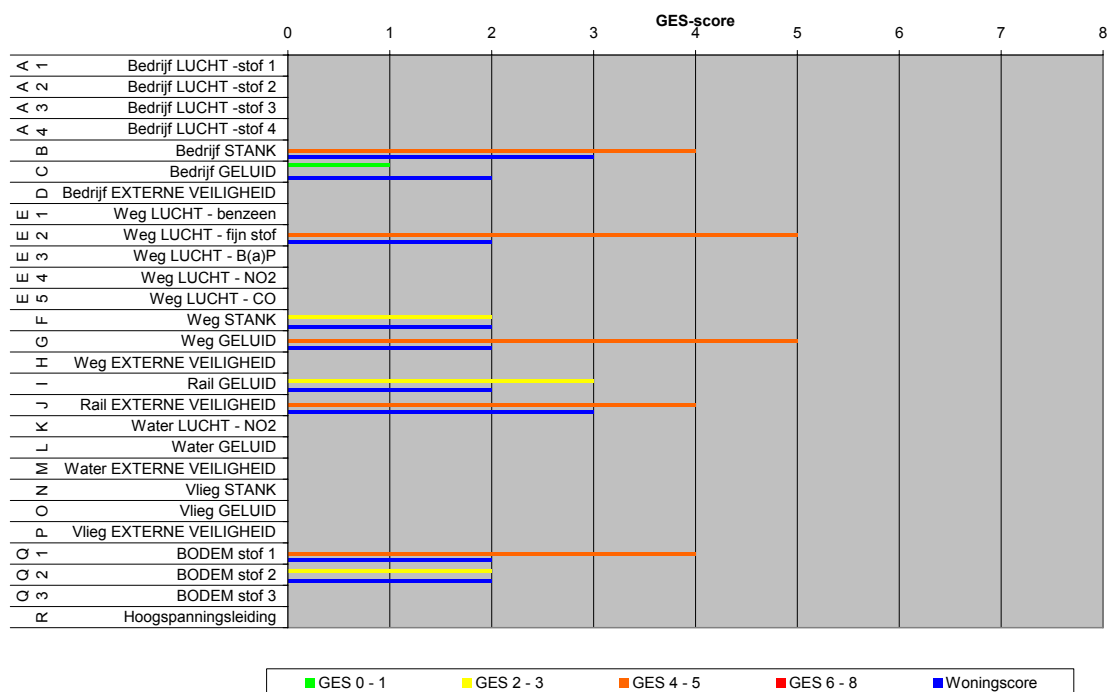
Voorbeeld van tabellen en grafieken

Tabblad Tabel GES+Woningscore

Tabel GES+Woningscores

Categorie	Module	GES 0 - 1	GES 2 - 3	GES 4 - 5	GES 6 - 8	GES Achtergrond	Woningscore
A 1	Bedrijf LUCHT -stof 1	0	0	0	0	0	0
A 2	Bedrijf LUCHT -stof 2	0	0	0	0	0	0
A 3	Bedrijf LUCHT -stof 3	0	0	0	0	0	0
A 4	Bedrijf LUCHT -stof 4	0	0	0	0	0	0
B	Bedrijf STANK	0	0	4	0	0	3
C	Bedrijf GELUID	1	0	0	0	0	2
D	Bedrijf EXTERNE VEILIGHEID	0	0	0	0	0	0
E 1	Weg LUCHT - benzeen	0	0	0	0	0	0
E 2	Weg LUCHT - fijn stof	0	0	5	0	4	2
E 3	Weg LUCHT - B(a)P	0	0	0	0	0	0
E 4	Weg LUCHT - NO ₂	0	0	0	0	0	0
E 5	Weg LUCHT - CO	0	0	0	0	0	0
F	Weg STANK	0	2	0	0	0	2
G	Weg GELUID	0	0	5	0	0	2
H	Weg EXTERNE VEILIGHEID	0	0	0	0	0	0
I	Rail GELUID	0	3	0	0	0	2
J	Rail EXTERNE VEILIGHEID	0	0	4	0	0	3
K	Water LUCHT - NO ₂	0	0	0	0	0	0
L	Water GELUID	0	0	0	0	0	0
M	Water EXTERNE VEILIGHEID	0	0	0	0	0	0
N	Vlieg STANK	0	0	0	0	0	0
O	Vlieg GELUID	0	0	0	0	0	0
P	Vlieg EXTERNE VEILIGHEID	0	0	0	0	0	0
Q 1	BODEM stof 1	0	0	4	0	0	2
Q 2	BODEM stof 2	0	2	0	0	0	2
Q 3	BODEM stof 3	0	0	0	0	0	0
R	Hoogspanningsleiding	0	0	0	0	0	0

Tabblad staafdiagram GES+Woningscore



Tabblad radargrafiiek GES-score

