



Nederland

**Gezondheidseffectscreening
Gezondheid en milieu in ruimtelijke planvorming**



2012

Handboek voor een gezonde inrichting van de leefomgeving

GEZONDHEIDSEFFECTSCREENING

Gezondheid en milieu in ruimtelijke planvorming

In opdracht van:



Ministerie van Infrastructuur en Milieu



Ministerie van Volksgezondheid,
Welzijn en Sport

Versie 1.6
juni 2012

Deze rapportage is een uitgave van de GGD Nederland en verkrijgbaar
Via www.rijksoverheid.nl (zoekterm GES) en www.ggdkennisnet.nl/thema/ges

Auteurs: T. Fast¹, P.J. van den Hazel² en D.H.J. van de Weerd²

¹ Fast Advies

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

© 2012 Bureau Medische Milieukunde en Fast Advies

Voorwoord

In opdracht van de ministeries van VWS en Infrastructuur en Milieu is de Gezondheidseffectscreening (GES) 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 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 zesde update (versie 1.6).

Algemeen:

- Zover van toepassing zijn het in werking treden van de Wet algemene bepalingen omgevingsrecht (Wabo) en de Crisis en Herstelwet en de relatie met de Wet Milieubeheer, het Activiteitenbesluit en Wet Geluidhinder beschreven.
- In hoofdstuk 2 (Achtergronden van GES) zijn toevoegingen gedaan om het aantal woningen in een plangebied inzichtelijk te maken.
- De module Wegverkeer en stank is verwijderd. Deze module wordt weinig gebruikt en de gegevens, waarop deze module gebaseerd is, zijn verouderd, terwijl er geen nieuwe gegevens beschikbaar zijn.

De volgende modules zijn waar nodig aangevuld, uitgebreid en geactualiseerd:

- De module Bedrijven en luchtverontreiniging: actualisatie van rekenmodellen en van het beleid voor prioritare stoffen, toevoeging van biologische aspecten als gevolg van intensieve veehouderijen, actualisatie van de gezondheidseffecten in relatie tot veehouderijbedrijven op basis van de resultaten van onderzoek van het IRAS en actualisatie van maatregelen bij intensieve veehouderijen.
- De module Bedrijven en geur: actualisatie van verspreidingsmodellen, NeR en Regeling geurhinder veehouderij, toevoeging van beschrijving van het Bestand Veehouderij Bedrijven (BVB), toevoeging van een GES-score 7 voor intensieve veehouderijen.
- De module Bedrijven en geluidhinder: actualisatie van de regels in het Activiteitenbesluit en de toevoeging van GES-scores voor het geluid van windturbines.
- De module Wegverkeer en luchtverontreiniging: grondige actualisatie en specifiek m.b.t. gezondheidseffecten van fijn stof. De GES-scores voor NO₂ en PM₁₀ zijn uitgebreid met extra tussencategorieën om het onderscheidend vermogen te vergroten.
- De modules Wegverkeer/Railverkeer en geluidhinder: actualisatie van Reken- en meetvoorschrift, de Wet Geluidhinder (SWUNG), de gezondheidseffecten van geluid en maatregelen.
- De module Waterverkeer en luchtverontreiniging: actualisatie n.a.v. nieuw onderzoek en nieuwe emissiemodellen.
- De module Waterverkeer en geluid: actualisatie van de regelgeving, toevoeging van een rekenprogramma.
- De module Vliegverkeer en geur: aanvulling op regelgeving geur Schiphol.
- De module Vliegverkeer en geluidhinder: actualisatie m.b.t. beleid en gezondheidseffecten van geluid.
- De module Bodemverontreiniging: grondige actualisatie en specifiek m.b.t. humane speedlocaties en lood.
- De modules Bedrijven/Wegverkeer/Waterverkeer/Railverkeer en externe veiligheid: toevoeging van een beschrijving van het populatiebestand, actualisatie van het Basisnet en opname van de afstand van het invloedsgebied in de GES-score methodiek.
- Vliegverkeer en externe veiligheid: actualisatie van het beleid.
- Indien mogelijk zijn mogelijke maatregelen en effectiviteit daarvan per module toegevoegd. Als leidraad zijn hiervoor de diverse Beoordelingskaders Gezondheid en Milieu en de GGD/RIVM Richtlijnen Medische Milieukunde gebruikt.

Tilly Fast, Peter van den Hazel & Rik van de Weerd

Samenvatting

Gezondheidseffectscreening: een instrument voor een gezonde inrichting van de woonomgeving

Nieuwe woningen, nieuwe wegen, nieuwe bedrijven. Gemeenten zijn in beweging en daardoor 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 geurhinder 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 (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 bij planvorming leidt tot een zo gezond mogelijke inrichting van de woonomgeving.

Wat is de GES?

De Gezondheidseffectscreening (GES) is een instrument waarmee vooraf inzicht verkregen wordt in de verschillende factoren die van invloed kunnen zijn op de gezondheid van de (toekomstige) bewoners. Een GES geeft een goed beeld van de gezondheidskundige knelpunten en kansen bij ontwikkelingsprojecten, wijzigingen in de ruimtelijke ordening of infrastructuur en landelijke herstructureringsprojecten. De Gezondheidseffectscreening is in 2000 ontwikkeld voor GGD'en in opdracht van de ministeries van VWS en VROM. In 2012 is de zesde actualisatie verschenen waarin de nieuwste inzichten zijn verwerkt.

Waarom een GES?

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 kan ook de blootstelling onder de wettelijke norm inzichtelijk gemaakt worden, 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-rapportage legt de basis van het gezondheidskundige advies dat door de GGD aan het lokale bestuur gegeven wordt.

De GES-methode: milieugezondheidskwaliteit en GES-score

Met de GES kan de blootstelling aan luchtverontreiniging, geluid, geurhinder, externe veiligheid en elektromagnetische velden gezondheidskundig worden beoordeeld. Alle relevante bronnen zoals bedrijven, wegen, spoorwegen, scheepvaart, vliegverkeer en hoogspanningslijnen kunnen hierbij worden betrokken. Daarnaast kunnen de gezondheidseffecten van bodemverontreiniging in beeld worden gebracht.

Op basis van de laatste stand van de beleidsmatige normering en meest recente wetenschappelijke dosis-respons relaties wordt het Maximaal Toelaatbaar Risico (MTR) per milieufactor (luchtverontreinigende stoffen, geluid en stank van verschillende bronnen, veiligheidsrisico's en elektromagnetische velden) bepaald. Dit niveau krijgt voor al deze milieufactoren een GES-score van 6 (onvoldoende milieugezondheidskwaliteit).

Vanuit het MTR worden de andere niveaus van blootstelling onder en boven het MTR in een logische reeks afgeleid. Vervolgens wordt een milieugezondheidskwaliteit en GES-score aan de verschillende niveaus van blootstelling toegekend¹. De milieugezondheidskwaliteiten variëren van 'zeer goed' (GES-score 0) tot 'zeer onvoldoende' (GES-score 8).

Er is naar gestreefd om de gezondheids- en hindereffecten van de verschillende typen van blootstelling per GES-score vergelijkbaar te maken om de verschillende milieufactoren met elkaar te vergelijken. Er wordt beoogd dat een GES-score 4 voor geluid dezelfde gezondheidskundige betekenis heeft als een GES-score 4 voor luchtverontreiniging door fijn stof.

Toepassingsgebied

GES is, zoals de naam al zegt, een screeningsinstrument. GES is bedoeld om toekomstige ruimtelijke planvarianten gezondheidskundig met elkaar te vergelijken. GES kan ook gebruikt worden om in een gebied voor de huidige situatie de omvang en ernst van de verschillende milieugezondheidsproblemen te bepalen. Hiermee kunnen milieugezondheidsproblemen en locaties gezondheidskundig worden gerangschikt. Feitelijk kan gesproken worden van twee soorten GES:

1. Plan-GES: Hierbij gaat het om het afwegen van ruimtelijke planvarianten voor wat betreft gezondheid of om plaanpassingen vanuit gezondheidsoptiek. Met een GES kan het meest gezondheidsvriendelijke plan worden aangegeven.
2. Gebieds-GES: Hierbij gaat het om het signaleren van gezondheidskundige knelpunten in een geografisch gebied. Op basis van de GES beoordeling kan beleid worden ontwikkeld (t.a.v. verkeer en vervoer, industrie) of kunnen prioriteiten in het beleid worden gesteld om de blootstelling van burgers te reduceren en daarmee de gezondheid te bevorderen.

Een GES en in het bijzonder de GES-scores zijn niet bedoeld voor het beoordelen van een (omgevings)vergunning. Voor het beoordelen van een vergunning gelden wettelijk vastgestelde toetsingskaders. Wel kunnen de in GES gehanteerde methoden voor het schatten van de blootstelling gebruikt worden. Een GES is slechts een middel om mogelijke gezondheidskundige knelpunten te signaleren en niet om een absoluut oordeel te geven over gezondheidsrisico's binnen een bepaald gebied. Hiervoor zijn kwantitatieve gezondheidskundige risicoschattingen meer geschikt.

De presentatie

De verschillende GES-scores worden per milieufactor 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). Voor elke milieufactor kan het aantal woningen, personen of gevoelige bestemmingen per GES-score worden bepaald en in tabel of op kaart worden aangegeven. Zo wordt in één oogopslag duidelijk waar zich knelpunten bevinden, maar ook waar gezondheidswinst te behalen is.

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 ruimtelijke 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.

¹ De indeling van milieugezondheidskwaliteiten en GES-scores wordt vastgesteld in de begeleidingscommissie waarin zitting hebben het Ministerie van IenM, het Ministerie van VWS, de GGD Nederland en het IPO.

Op stads- en regioniveau zal een GES ook gericht zijn op het bepalen van de ontwikkelingsmogelijkheden van een gebied. Vooral daar waar zich complexe ruimtelijke ontwikkelingen voordoen verdient het aanbeveling een GES uit te voeren.

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 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 beschikbaar bij verschillende instanties (bijvoorbeeld verschillende gemeentelijke afdelingen, Rijkswaterstaat, milieudienst en provincie). 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 in alle provincies². 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.

GES in het kort

<i>Mogelijkheden van GES</i>	Plan-GES	Gebieds-GES
	Afwegen ruimtelijke planvarianten, aangeven meest gezondheidsvriendelijke variant. Planaanpassingen vanuit gezondheidsoptiek.	Signaleren gezondheidkundige knelpunten, prioriteren voor beleid.
	Omvang en ernst gezondheidsprobleem vertalen in glijdende schaal van milieugezondheidskwaliteiten. Begrijpelijke kaartbeelden van gezondheidkundige knelpunten en kansen. Onderbouwing van gezondheidkundig advies t.a.v. ruimtelijke plannen. Eerste stap in gedetailleerde risicoanalyse.	
<i>Wat kan niet</i>	Toetsen omgevingsvergunning.	
<i>Tijdbesteding</i>	15 – 20 dagen.	
<i>Doorlooptijd</i>	Enkele maanden.	
<i>Voorwaarden GES</i>	GES kan in een vroeg stadium van planvorming worden ingebracht zodat er in de ruimtelijke inrichting nog keuzemogelijkheden zijn. Gezondheid speelt een rol in de besluitvorming. Blootstellingsgegevens zijn voorhanden. Er is differentiatie in blootstelling van betrokkenen en sprake van gezondheidseffecten van enige omvang. GES is ingebed in gezondheidsadvies (GES is een middel en geen doel).	

² De GES-methode is toegepast in het IPO-project PRISMA Gezondheid en Milieu voor het maken van een gezondheidkundige rangschikking van milieu- en gezondheidsproblemen.

Leeswijzer

Dit handboek bestaat uit twee onderdelen:

In **Deel I** wordt in de *Methodiek GES* de onderbouwing gegeven van de procedures om tot de GES te komen. Per bron (bijvoorbeeld een bedrijf) c.q. milieuaspect (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 scoringsystematiek.

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

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

In **Deel II** 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 meerdere 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 diverse commercieel verkrijgbare computertekentpakketten. Voor dit laatste is een keuze gemaakt voor het softwarepakket XaraX of Xara-Xtreme vanwege het gebruiksgemak, de krachtige en uitgebreide functionaliteit en bewezen prestaties in GES projecten. Van dit tekenpakket is een gebruikershandleiding in de Handleiding GES toegevoegd.
- b. De GES-score kan ook verwerkt worden via een Geografisch Informatiesysteem (GIS). Naast de krachtige grafische presentatie kunnen ook andere geografische variabelen, zoals het aantal woningen en bewonerssamenstelling, binnen een omschreven gebied bepaald worden.
- c. De GES-scores kunnen in een grafiek weergegeven worden via het bijgeleverde Excel grafiekbestand. Daaraan gekoppeld wordt in dezelfde grafiek weergegeven het (geschatte) aantal woningen 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. In de Handleiding GES is 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.

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

Inhoudsopgave

Deel I (Methodiek GES)

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 Aantal woningen en inwoners in het plangebied	20
2.4 Gebruik van GES in de planontwikkeling	24
3. Risicobeoordeling voor verschillende bronnen en milieuaspecten	29
A Bedrijven en luchtverontreiniging	29
B Bedrijven en geur	53
C Bedrijven en geluid	77
D Bedrijven en externe veiligheid	85
E Wegverkeer en luchtverontreiniging	93
F Wegverkeer en geluid	119
G Wegverkeer en externe veiligheid	137
H Railverkeer en geluid	141
I Railverkeer en externe veiligheid	147
J Waterverkeer en luchtverontreiniging	153
K Waterverkeer en geluid	163
L Waterverkeer en externe veiligheid	167
M Vliegverkeer en geur	171
N Vliegverkeer en geluid	173
O Vliegverkeer en externe veiligheid	183
P Bodemverontreiniging	187
Q Bovengrondse hoogspanningslijnen en elektromagnetische velden	201
4. Literatuur en bronverwijzing	209
Bijlage 1: Atmosferische depositie en humane risico's	217
Bijlage 2: Leden begeleidingscommissie	231

Deel II (Handleiding GES)

1. Richtlijn voor het uitvoeren van een GES	235
2. Hoofdpijnen handleiding	239
3. Handleiding per module	243
A Bedrijven en luchtverontreiniging	245
B Bedrijven en geur	259
C Bedrijven en geluid	269
D Bedrijven en externe veiligheid	271
E Wegverkeer en luchtverontreiniging	275
F Wegverkeer en geluid	279
G Wegverkeer en externe veiligheid	283
H Railverkeer en geluid	285
I Railverkeer en externe veiligheid	287
J Waterverkeer en luchtverontreiniging	289
K Waterverkeer en geluid	291
L Waterverkeer en externe veiligheid	293
M Vliegverkeer en geur	295
N Vliegverkeer en geluid	297
O Vliegverkeer en externe veiligheid	299
P Bodemverontreiniging	301
Q Bovengrondse hoogspanningslijnen en elektromagnetische velden	305
4. Verzamelstaat maximale GES-score	307
5. Grafische presentatie	309
5.1 Gebruik Excel grafiekbestand	315
5.2 XaraX / XaraXtreme	316
6. Voorbeeld van uitvoering van een GES	327
Bijlage 1: Gebruiksaanwijzing Excel grafiekbestand	343
Bijlage 2: Voorbeeld van tabellen en grafieken	345

DEEL I

Methodiek GES

Gezondheid en milieu in ruimtelijke planvorming

1. Inleiding – doelstelling GES

De kracht van GES

De Gezondheidseffectscreening (GES) is een krachtig instrument waarmee vooraf inzicht verkregen wordt in de verschillende factoren die van invloed kunnen zijn op de gezondheid van de (toekomstige) bewoners. Dit wordt ondersteund door de in 2010 uitgevoerde evaluatie van GES door Naeff & Partners in opdracht van het Minsiterie van VROM (Naeff, 2010). Een GES geeft een goed beeld van de gezondheidskundige knelpunten en kansen bij ontwikkelingsprojecten, wijzigingen in de ruimtelijke ordening of infrastructuur en landelijke herstructureringsprojecten. 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 over 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.

De kracht van GES ligt vooral in de kaarten waarop de gekleurde GES contouren met bijbehorende milieugezondheidskwaliteit getekend worden: er wordt direct duidelijk waar zich de gezondheidskundige knelpunten bevinden. Duidelijk wordt hiermee ook of met een andere ruimtelijke indeling van het gebied gezondheidswinst te behalen is. De grafische presentatie van de uitkomsten van een GES is ook een krachtig instrument om gezondheidsgevolgen van ruimtelijke ingrepen te communiceren met zowel bestuurders als bevolking.

GES: signalering van knelpunten bij RO planvorming

Dit handboek dient als handreiking 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 voor vergelijking van gezondheidsrisico's bij ruimtelijke planvorming- en RO ontwikkelingen voor zowel stedelijke als niet-stedelijke ontwikkelingprojecten. In dit kader is een handleiding ontwikkeld waarin de invloed van milieubelastende activiteiten op de gezondheid binnen een omschreven gebied gekwantificeerd wordt.

Er kunnen twee soorten GES onderscheiden worden: een plan-GES en een gebieds-GES. In een plan-GES gaat het om het afwegen van ruimtelijke planvarianten voor wat betreft gezondheid of om plaanpassingen vanuit gezondheidsoptiek. Met een plan-GES kan het meest gezondheidsvriendelijke plan worden aangegeven. In een gebieds-GES gaat het om het signaleren van gezondheidskundige knelpunten in een geografisch gebied. De uitkomsten kunnen bijvoorbeeld worden gebruikt bij het opstellen van een omgevingsplan of structuurvisie. Zo kan beleid worden ontwikkeld (t.a.v. verkeer en vervoer, industrie) of kunnen prioriteiten in het beleid worden gesteld om de blootstelling van burgers te reduceren en daarmee gezondheidswinst te boeken.

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.

Een voorbeeld van het laatste is het toepassen van GES bij de beoordeling van een omgevingsvergunning³. Het is niet wenselijk om de GES beoordeling (GES-scores en milieugezondheidsklassen) toe te passen als beoordelingsinstrument van omgevingsvergunningen. Het is wel mogelijk om de onderliggende methodiek te gebruiken voor het schatten van de blootstelling van mensen ten gevolge van activiteiten die de leefomgeving kunnen beïnvloeden.

Tevens wordt er op gewezen dat de GES-systematiek een screeningsinstrument is om mogelijke gezondheidskundige knelpunten te signaleren en niet om een absoluut oordeel te geven over gezondheidsrisico's binnen een bepaald gebied. Voor een kwantitatieve gezondheidskundige risicoschatting, ook wel aangeduid als Health Impact Assessment (HIA), zijn andere methoden meer geschikt.

³ Met ingang van 1 oktober 2010 is de Wet algemene bepalingen omgevingsrecht (Wabo) in werking getreden. In de Wabo is de Omgevingsvergunning geregeld. De omgevingsvergunning is één geïntegreerde vergunning voor bouwen, wonen, monumenten, ruimte, natuur en milieu. Het begrip milieuvergunning is hiermee komen te vervallen.

Daarbij moet dan gedacht worden aan risicoschattingen waarbij het voorkomen van specifieke gezondheidseffecten, die toegeschreven worden aan een bepaalde milieufactor, in een populatie wordt beoordeeld.

GES: meer dan Stad & Milieu

De GES is in eerste instantie opgezet als pilotproject voor Stad & Milieu projecten. Inmiddels is GES ook veelvuldig ingezet voor vergelijkbare activiteiten op het gebied van wijzigingen in de ruimtelijke ordening of infrastructuur.

Het voormalige Ministerie van Verkeer en Waterstaat wilde gezondheid een plaats geven bij de aanleg van de hoofdinfrastructuur en was voornemens de GES methodiek toe te passen in de plan-m.e.r. in de verkennende fase in het planproces indien er sprake is van een vergelijking tussen verschillende tracé alternatieven, voor zover die in dichtbevolkte gebieden liggen (VenW, 2009). In toenemende mate wordt de GES-methodiek nu toegepast in m.e.r.-procedures, niet alleen bij infrastructurele projecten, maar ook bij gebiedsontwikkeling en structuurvisies. GES kan ook ingezet worden voor niet-stedelijke locaties, zoals landelijke herstructurering en -reconstructies.

In het IPO-PRISMA project Gezondheid en Milieu hebben de provincies de GES-methodiek gebruikt om de milieu- en gezondheidsproblemen te rangschikken en prioriteiten voor het beleid te stellen.

Het blijkt dat regelmatige bijstelling van het instrument GES aan de hand van praktijkervaringen noodzakelijk is en blijft.

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 milieugezondheidskundige screening te komen om ruimtelijke plannen met elkaar te kunnen vergelijken. Een GES hoeft niet uitsluitend uitgevoerd te worden door een GGD. Een GES kan ook door andere partijen uitgevoerd worden mits er de noodzakelijke milieugezondheidskundige kennis aanwezig is. Vervolgens wordt op basis van een GES door de GGD een gezondheidskundig advies gegeven. Dit advies 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: een consensusmodel

De vergelijkende milieugezondheidskwaliteiten en GES-scores hebben als uitgangspunt het Maximaal Toelaatbare Risico (MTR) voor blootstelling van de mens dat gebaseerd is op de laatste stand van de beleidsmatige normering en recente wetenschappelijke dosis-respons relaties. De GES-scores boven en onder het MTR zijn vervolgens in een logische reeks afgeleid en in consensus vastgesteld door de begeleidingscommissie GES. Hierin hebben zitting vertegenwoordigers van het Ministerie van IenM, het Ministerie van VWS, GGD Nederland, RIVM, de Provincies en het IPO.

GES is dus geen strikt wetenschappelijke methode maar meer een consensusmodel waarin een afweging is gemaakt tussen wetenschappelijke aanvaardbaarheid (uitgangspunt is het MTR), praktische realiteit (het verkrijgen van de juiste inputgegevens) en bestuurlijke bruikbaarheid (een eenvoudige doch heldere grafische presentatie).

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.

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 landelijk 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

Van kwalitatief naar kwantitatief

De eerste stappen die gezet moeten worden zijn kwalitatief van aard. Het gaat vooral 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 en of ruimtelijk weergegeven blootstellinggegevens beschikbaar zijn. 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*). De GES-methode is een methode voor risicobeoordeling die gebruiksvriendelijk is en dus niet te gedetailleerd of te gekwantificeerd. Desalniettemin kunnen gezondheidseffecten op basis van de resultaten wel met voldoende zekerheid voorspeld worden. Ook is de GES-methode onderscheidend genoeg om verschillende ruimtelijke plannen met elkaar te kunnen vergelijken of om verschillende milieu- en gezondheidsproblemen gezondheidskundig met elkaar te kunnen vergelijken. GES gaat uit van gangbare blootstellingmodellen; in GES zijn geen nieuwe blootstellingmodellen ontwikkeld.

De inhoudelijke kennis en werkwijze die beschreven is in de diverse modules sluit aan bij de GGD Richtlijnen Medische Milieukunde⁴. Indien er een GGD Richtlijn over het betreffende onderwerp is verschenen dan is dit in een voetnoot aangegeven.

Bron-effect keten

Voor de kwantificering van gezondheidsrisico's in GES wordt de bron-effect keten gevolgd:

⁴ Via het RIVM (www.rivm.nl) is onder Home > Onderwerpen > G > GGD Richtlijnen voor Medische Milieukunde een overzicht te verkrijgen van alle richtlijnen.

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.

Toetsingskader van GES

De vertaling van de berekende blootstelling in GES-scores is gedaan op basis van de meest recente humane dosis-respons relaties van het specifieke agens. De onderbouwing van de scores wordt bij ieder onderwerp besproken. 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. Vanuit het MTR worden de andere niveaus van blootstelling onder en boven het MTR in een logische reeks afgeleid. Vervolgens wordt een milieugezondheidskwaliteit en GES-score aan de verschillende niveaus van blootstelling toegekend en in consensus⁵ vastgesteld. De GES-score loopt meestal van score 0 tot score 6 en in een enkel geval tot score 8.

Voor de verschillende milieuaspecten ziet dat er als volgt uit:

Lucht Verontreiniging ¹	Geurhinder		Geluid (wegverkeer) ²		Externe Veiligheid		GES-score ⁴
	Hinder (%)	Ernstige hinder(%)	L _{den} (dB)	Ernstige hinder (%)	Plaatsgebonden risico	>Groepsrisico ³	
< 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

¹: Voor sommige luchtverontreinigende stoffen is ook GES-score 7 en 8 van toepassing.

²: 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.

³: Bedoeld wordt een overschrijding van de Oriëntatiewaarde Groepsrisico.

⁴: Sommige GES-scores zijn niet voor alle milieufactoren van toepassing.

⁵ De toekenning van milieugezondheidskwaliteiten c.q. GES-scores wordt vastgesteld in de begeleidingscommissie waarin zitting hebben het Ministerie van VROM, het Ministerie van VWS, de GGD Nederland en het IPO.

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 geluid en geur. Voor de meeste stoffen en externe veiligheidsrisico's zijn formele MTR-niveaus vastgesteld. Dit is niet het geval voor blootstelling aan geluid en geur. Er is geen formeel MTR-niveau gekoppeld aan hinder door geluid of geur. In het kader van deze rapportage is wel voor geluid en geur 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 geluid- en geurhinder een minder hard gegeven. Voor luchtverontreinigende stoffen wordt het MTR over het algemeen vastgesteld op het 'no-effect level'. Voor een aantal stoffen, zoals fijn stof, is er geen drempel voor gezondheidseffecten. Voor deze stoffen is GES-score 6 voornamelijk gebaseerd op wettelijke grenswaarden.

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 scorings-systematiek wel mogelijk om relatieve vergelijkingen te maken. Om die reden zijn de scores met elkaar in overeenstemming gebracht.

Soms is de variatie in blootstellingconcentraties zo klein dat de concentraties in het plangebied binnen één GES-score vallen. Dit kan zich voordoen bij de concentraties van PM₁₀ in lucht. Op veel locaties in Nederland liggen alle concentraties tussen 20 en 30 µg/m³ en daarmee wordt voor het gehele gebied een GES-score 4 gevonden. Om hierin meer onderscheid aan te brengen zijn er voor PM₁₀ en NO₂ binnen de GES-categorie één of meerdere subcategorieën aangebracht, namelijk 4a en 4b of 5a en 5b. Indien er behoefte bestaat om nog meer differentiatie aan te brengen binnen één GES-categorie dan staat het de opsteller van GES vrij om dit te doen. Het is daarbij noodzakelijk de keuze van de subcategorieën te beargumenteren.

Milieugezondheidskwaliteit

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 en kleuren:

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

De gebruikt kleuren zijn conform het standaard kleurenpalet van het tekenprogramma Xara Photo & Graphic Designer MX (zie Deel II, hoofdstuk 5 – Grafische presentatie). Wil men bij het tekenen van contouren op de kaart een meer globale indeling maken, dan kan gebruik gemaakt worden van de samengevoegde kleurenzones (groen, geel, oranje, rood). In de praktijk blijkt dat de milieugezondheidskwaliteiten die via de GES systematiek worden gepresenteerd goed aansluiten bij de belevingswereld van bevolking en lokaal bestuur.

2.3 Aantal woningen en inwoners in het plangebied

Een belangrijke stap in GES is het inzichtelijk maken van de blootgestelde populatie binnen de verschillende GES-categorieën. Daarmee kan immers een beoordeling gegeven worden van de omvang van het milieugezondheidsprobleem. In GES wordt getracht een beste schatting te geven van het aantal woningen of betrokken bewoners binnen een bepaalde GES-score.

Aantal personen in woningen en bijzondere gebouwen

In 2011 woonden er in Nederland gemiddeld 2,20 personen per particulier huishouden (CBS Statline). Dit getal kan gebruikt worden om het aantal bewoners van woningen te schatten.

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. Indien een schatting gemaakt wordt van het aantal woningen binnen een GES-contour is het mogelijk om voor het bijzondere gebouw een surrogaat aantal woningen te schatten. Aan de hand van de verblijftijd in het gebouw, het gemiddeld aantal personen in het gebouw en het gemiddeld aantal personen per woning kan zo een surrogaat aantal woningen bepaald worden. Omdat het slechts om een schatting gaat is gekozen voor gemiddeld 2 personen per woning (in plaats van 2,20).

Bijvoorbeeld: in een school verblijven 400 personen gedurende 6 uur per dag. Dat wil zeggen 100 personen als etmaalgemiddelde $[400:(24:6)]$. Dit is equivalent aan circa 50 woningen $(100:2)$.

Bij deze omrekening is geen rekening gehouden met kwetsbare groepen of risicogroepen in de samenleving. Voor de rapportage of de uiteindelijke beoordeling van een gebied kan het juist wenselijk zijn te weten dat er een school of ander gebouw met een gevoelige populatie staat. Het verdient daarom aanbeveling om in de rapportage een tabel (zie Handleiding: Verzamelstaat) met bijzondere gebouwen in het gebied op te nemen.

CBS-gegevens

Meer gedetailleerde gegevens over het aantal inwoners per gemeente zijn te vinden op de website van het CBS. Daarbij kunnen ook specifieke leeftijdscategorieën onderscheiden worden. Deze data zijn te vinden op <http://statline.cbs.nl/statweb/>. Via Thema's > Bevolking komt men dan bij deze gegevens terecht, waar per provincie, regio, gemeente of postcode de bevolkingsopbouw wordt getoond. CBS heeft ook een plug-in voor Google Earth. Deze applicatie is te vinden via:

<http://www.cbs.nl/nl-NL/menu/themas/dossiers/nederland-regionaal/cijfers/cartografische-toegang/gearth.htm>. Daarvoor moet eerst Google Earth geïnstalleerd worden en dan kan men de plug-in draaien. Op een kaart van Google Earth kunnen bij inzoomen allerlei nuttige gegevens per postcode-regio (4cijfers2letters) gevonden worden.

Een voorbeeld is gegeven in de figuur. In deze Google Earth figuur is de wijkindeling van Arnhem Zuid gegeven waarbij een aantal sociaaldemografische variabelen van de wijk Rijkerswoerd-Oost is uitgelicht via de CBS plug-in.

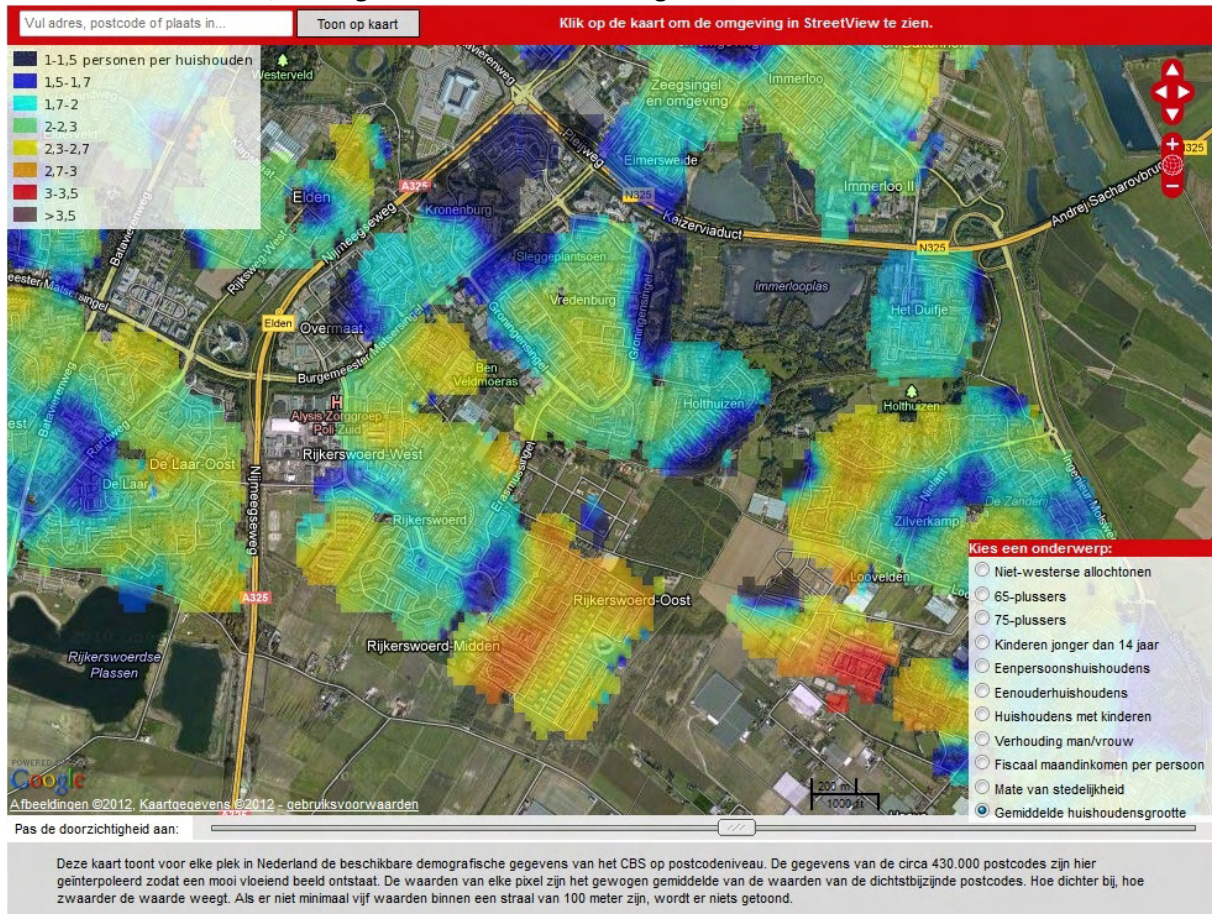
Kaart Google Earth met CBS plug-in



De CBS buurtgegevens zijn direct te benaderen via de CBS internetpagina Kerncijfers Wijken en Buurten via de link <http://www.cbs.nl/nl-NL/menu/methoden/dataverzameling/kerncijfers-wijkbuurt-kob.htm>. Hierin wordt verwezen naar de plug-in voor Google Earth, de website [cbsinuwbuurt](http://www.cbsinuwbuurt.nl) en de interactieve kaarten (Geoservices) van het CBS.

Een voorbeeld van het gebruik van de CBS informatie is de interactieve kaart die is gemaakt door het NRC. Hierin zijn per postcode demografische gegevens zichtbaar gemaakt. Via de link <http://www.nrc.nl/nieuws/2012/02/14/statistiek-saai-cbs-cijfers-komen-tot-leven-op-een-kaart/> is het mogelijk om de verdeling van de demografische gegevens zichtbaar te maken. Een voorbeeld, ook weer van Arnhem-Zuid, is gegeven in de onderstaande figuur.

Interactieve kaart NRC/CBS – gemiddelde huishoudensgrootte



Basisregistratie Adressen en Gebouwen (BAG)

Het Kadaster verzamelt gegevens over registergoederen zoals huizen en appartementen in Nederland, houdt deze bij in openbare registers en op kadastrale kaarten en stelt deze gegevens tegen een vergoeding beschikbaar aan particulieren, bedrijven en andere belanghebbenden in de samenleving. De BAG is de Basisregistratie Adressen en Gebouwen. Gemeenten zijn bronhouders van de BAG. Zij zijn verantwoordelijk voor het opnemen van de gegevens in de BAG en voor de kwaliteit ervan. Alle gemeenten stellen gegevens over adressen en gebouwen centraal beschikbaar via de Landelijke Voorziening (BAGLV). Het Kadaster beheert de BAGLV en stelt de gegevens beschikbaar aan de diverse afnemers. In opdracht van het Ministerie van IenM en het Kadaster is de BAG-viewer ontwikkeld. Met de BAG-viewer kan de bestemming (wonen, winkel, sport, onderwijs, gezondheidszorg, e.d.) van allerlei gebouwen op de kaart gevisualiseerd worden. Tevens worden enkele kenmerken van de gebouwen gegeven, zoals bouwjaar en oppervlakte. Gebouwen zijn ook op deze kenmerken te selecteren. Een nuttig hulpmiddel is dat de gebouwen binnen het zichtvenster automatisch geteld worden. De BAG-viewer is te bereiken via de link <http://kadaster.nl/bag/bagviewer/>.

In onderstaande figuren wordt een voorbeeld gegeven van de BAG-viewer voor woningen en onderwijsgebouwen. Panden zijn individueel aan te klikken voor nadere informatie (in rechterscherm). Het betreffende pand licht dan oranje op.

BAG-viewer woningen (555 panden)

BAG-viewer Gegevens maart 2012

Deze viewer demonstreert de mogelijkheden van de **Basisregistraties Adressen en Gebouwen**.

Printen

Locatie Zoek adres, plaats of postcode

Zoeken

Selecteren Zoom in om te selecteren

Bouwjaar: **alles**

< sleep om selectie aan te passen >

Oppervlakte: **alles**

< sleep om selectie aan te passen >

Gebruiksdoel: 1 gebruiksdoel

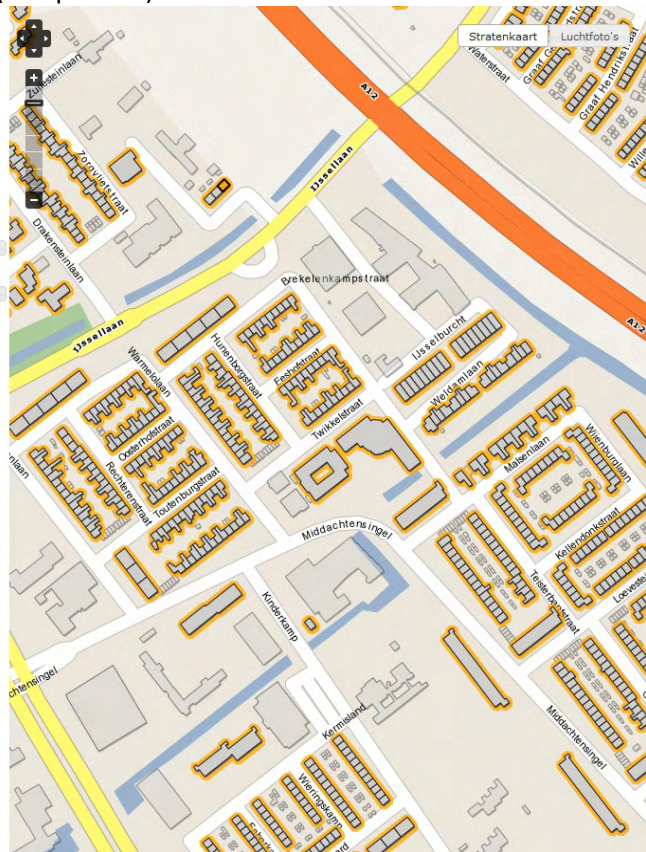
- Wonen
- Winkel
- Kantoor
- Industrie
- Sport
- Bijeenkomst
- Cel
- Gezondheidszorg
- Logies
- Onderwijs
- Overig

Toepassen Verbergen

Panden

Identificatie	Bouwjaar
0202100000202244	1964
0202100000202245	1964
0202100000202280	1970
0202100000202285	1954
0202100000202501	2008
0202100000202510	1968
0202100000202519	1968
0202100000202520	1968
0202100000202630	2008
0202100000202631	2008

555 pand(en)



Selectie

Type	Pand
Identificatie:	0202100000217403
Status:	Pand in gebruik
Bouwjaar:	1954

Verblijfsobjecten

Identificatie	Gebruiksdoel
0202010000417598	Wonen

1 verblijfsobject(en)

Details

Verblijfsobject	
Identificatie:	0202010000417598
Status:	Verblijfsobject in gebruik
Gebruiksdoel:	Wonen
Oppervlakte:	105 m²
Adres	
Adres:	IJssellaan 95
Postcode:	6825AZ
Plaatsnaam:	Arnhem

BAG-viewer onderwijsgebouwen (8 panden)

BAG-viewer Gegevens maart 2012

Deze viewer demonstreert de mogelijkheden van de **Basisregistraties Adressen en Gebouwen**.

Printen

Locatie Zoek adres, plaats of postcode

Zoeken

Selecteren Zoom in om te selecteren

Bouwjaar: **alles**

< sleep om selectie aan te passen >

Oppervlakte: **alles**

< sleep om selectie aan te passen >

Gebruiksdoel: 1 gebruiksdoel

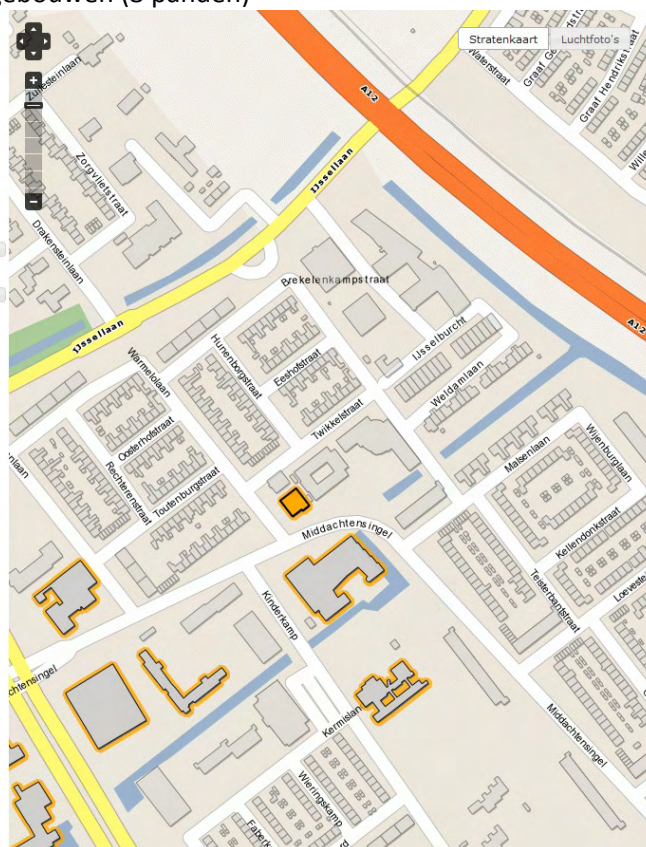
- Wonen
- Winkel
- Kantoor
- Industrie
- Sport
- Bijeenkomst
- Cel
- Gezondheidszorg
- Logies
- Onderwijs
- Overig

Toepassen Verbergen

Panden

Identificatie	Bouwjaar
0202100000211121	1968
0202100000211530	1964
0202100000229356	1966
0202100000230054	1971
0202100000260718	1900
0202100000267354	1963
0202100000273428	2007
0202100000835527	1975

8 pand(en)



Selectie

Type	Pand
Identificatie:	0202100000835527
Status:	Pand in gebruik
Bouwjaar:	1975

Verblijfsobjecten

Identificatie	Gebruiksdoel
0202010000835528	Bijeenkomst
0202010000835528	Logies
0202010000835528	Onderwijs

1 verblijfsobject(en)

Details

Verblijfsobject	
Identificatie:	0202010000835528
Status:	Verblijfsobject gevormd
Gebruiksdoel:	Bijeenkomst
Oppervlakte:	296 m²
Adres	
Adres:	Middachtensingel 37
Postcode:	6825HG
Plaatsnaam:	Arnhem

GES en GIS

Integratie van de GES-scores en inwonersdichtheid in een GIS (geografisch informatie systeem) ligt voor de hand maar is vaak complex. Samenwerking met een GIS deskundige is daarbij noodzakelijk. In toenemende mate is GIS deskundigheid aanwezig bij de lokale en provinciale overheid. Ook binnen de veiligheidsregio's is GIS deskundigheid aanwezig bij de brandweer en de GHOR. Het kadaster stelt de TOP10NL gratis ter beschikking aan de veiligheidsregio's. TOP10NL is het digitale topografische bestand van het Kadaster dat bruikbaar is op schaalniveau tussen 1: 5000 en 1: 25000. Het bevat gedetailleerd kaartmateriaal dat bijzonder geschikt is voor diverse geografische toepassingen, bijvoorbeeld als achtergrondkaart voor Xara Photo & Graphic Designer MX en als basiskaart voor GIS applicaties.

2.4 Gebruik van GES in de planontwikkeling

Het belangrijkste doel van GES is gezondheidsaspecten mee te laten wegen in de besluitvorming rond ruimtelijke ontwikkeling en gebiedsvisies. Dit 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.

2.4.1 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

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, geurhinder 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 of provinciaal niveau aangegeven. Ook op dit stadsniveau en 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.

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. Geluidisolierende 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/Geurhinder		Geluid	Externe Veiligheid
	Bedrijven	Wegverkeer		
Initiatiefase	Locatie van gevoelige functies			
		Verkeersmaatregelen op wegen rond het plangebied (verkeersstromen, snelheid, vrachtvervoer enz.)		
		Snelheidsmaatregelen railverkeer		
Ontwerpfase	Emissiereductie	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 milieukwaliteitgegevens 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. Om uitspraken te kunnen doen over gezondheid moeten de ruimtelijke milieukwaliteitgegevens gecombineerd worden met de locaties van woningen of andere gevoelige bestemmingen. In paragraaf 2.3 is aangegeven dat voor de locatie van deze bestemmingen verschillende bestanden beschikbaar zijn.

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.

2.4.2 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 gezondheidskundige 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 gezondheidskundig 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 gezondheidskundige 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. De GGD kan de resultaten van een GES gebruiken voor de gezondheidskundige advisering aan het lokaal bestuur.

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 GES-rapportage verwacht wordt. Tussentijds kan wellicht volstaan worden met een korte notitie vergezeld van een kaart; de onderbouwing volgt in een later stadium met de volledige rapportage.

2.4.3. GES in relatie tot andere methoden om gezondheid in beeld te brengen

Naast GES zijn er andere methoden beschikbaar om gezondheid in beeld te brengen in de planvorming of in m.e.r. De methoden variëren van kwalitatief naar kwantitatief, van blootstelling naar gezondheidseffecten, van kleine naar grote schaal en van minder naar meer onzekerheid. De meest geschikte methode moet per project bepaald worden, afhankelijk van het doel en de vraagstelling. Het is ook mogelijk om meer methoden parallel of na elkaar toe te passen.

De meest kwalitatieve methode bestaat uit een checklist met criteria, aan de hand waarvan bepaald kan worden welke thema's van belang zijn en verder worden uitgewerkt in de planvorming.

Dan volgt de 'afstand'-methode, waarbij op een kaart vaste afstandslijnen tot verschillende bronnen worden getrokken. Gevoelige bestemmingen binnen deze afstandslijnen worden weergegeven en geteld. Dit is een eenvoudige, snelle methode, waarvoor geen milieugegevens nodig zijn. Deze methode sluit aan bij advies van de Gezondheidsraad en de GGD Richtlijn Luchtkwaliteit en gezondheid over de te hanteren afstand van gevoelige bestemmingen tot drukke wegen. De methode is echter vaak te grof om verschillen tussen planvarianten te kunnen bepalen. Ook is het niet mogelijk om rekening te houden met lokale omstandigheden.

De GES-methode kwantificeert de blootstelling door woningen en andere gevoelige bestemmingen binnen de verschillende GES-scores te tellen. Door het gebruik van GES-scores is de milieubelasting kwalitatief gezondheidkundig te beoordelen en is de ruimtelijk cumulatieve van effecten van verschillende bronnen gezondheidkundig te vergelijken. Door de woningen en GES-scores voor verschillende milieufactoren als contouren in de bijbehorende kleuren op één kaart weer te geven is snel te zien waar gezondheidkundige knelpunten liggen, op welke locaties zich een stapeling voordoet en waar gezondheidswinst te behalen is.

Bij volgende stappen worden de schattingen van gezondheidseffecten steeds kwantitatiever. Zo is het mogelijk om op basis van de resultaten van een GES (het aantal personen in de verschillende blootstellingklassen) te schatten wat de omvang van de gezondheidseffecten is door gebruik te maken van de dosis-respons relaties.

Nog een stap verder is de berekening van het aantal verloren gezonde levensjaren in een populatie oftewel van het aantal DALY's⁶. Hierbij wordt het aantal personen met een gezondheidseffect vermenigvuldigd met de gemiddelde duur en een wegingsfactor voor de ernst van het gezondheidseffect. Het voordeel van berekening van DALY's is dat, in tegenstelling tot GES-scores, het aantal DALY's van de verschillende milieufactoren bij elkaar opgeteld kan worden. Zo kan het totaal aantal DALY's van gecombineerde blootstelling berekend worden.

Bij het kwantificeren van gezondheidseffecten zijn er onzekerheidsmarges. In het DALY concept nemen deze toe, omdat er naast de onzekerheid in blootstelling en dosis-effectrelaties ook onzekerheid is in de weegfactor en de duur van de aandoening. In principe is het kwantificeren van gezondheidseffecten en het berekenen van DALY's hierdoor alleen betrouwbaar op grotere schaal (stads- of regioniveau). Bij de advisering en communicatie door de GGD blijkt het DALY concept door de abstractheid lastig uit te leggen zowel naar bevolking als lokaal bestuur. In het algemeen kan de beoordeling op gezondheid ook, en vaak eenvoudiger en begrijpelijker, worden gebaseerd op de blootstelling, zoals bij GES. Bijkomend voordeel is dat de beoordeling niet wordt beperkt tot alleen die effecten waarvoor een dosis-respons relatie bekend is (en daarmee een onderschatting geeft). Bovendien kan met een GES de milieugezondheidskwaliteit op kaarten inzichtelijk en vergelijkbaar worden gemaakt.

⁶ Disability Adjusted Life Year. Het aantal DALY's is het aantal verloren gezonde levensjaren in een populatie.

3. Risicobeoordeling voor verschillende bronnen en milieuaspecten

A - Bedrijven en luchtverontreiniging⁷

Bij luchtverontreiniging van bedrijven worden industriële bedrijven en landbouwbedrijven waar nodig apart besproken.

Emissie en verspreiding door industriële bedrijven

Emissie

Vergunningsplicht en Activiteitenbesluit

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 Besluit Algemene Regels voor Inrichtingen Milieubeheer (Activiteitenbesluit). Bedrijven die vallen onder de algemene regels en niet op de limitatieve lijst staan hebben geen milieuvergunning meer nodig. Met de inwerkingtreding van het Activiteitenbesluit (eerste fase) verviel voor minstens 37.000 bedrijven de milieuvergunning (VROM, 2008). In de tweede fase worden in vier tranches nog meer bedrijven onder algemene regels gebracht, waardoor zij niet langer een vergunning nodig hebben. De derde tranche wijzigingen zijn op 11 november 2011 voorgepubliceerd en treden op 1 januari 2013 in werking.

Op 1 oktober 2010 is de Wet algemene bepalingen omgevingsrecht (Wabo), de omgevingsvergunning, in werking getreden. De omgevingsvergunning is één geïntegreerde vergunning voor bouwen, wonen, monumenten, ruimte, natuur en milieu. Hiermee is een deel van de Wet Milieubeheer, zoals hoofdstuk 8 Inrichtingen, overgegaan in de Wabo. De Wabo (artikel 2.1 onder e) en het hierbij behorende Besluit omgevingsrecht (Bor) bepalen of er sprake is van omgevingsvergunningplicht.

Voor het starten van een aantal activiteiten uit het Activiteitenbesluit moeten bedrijven sinds 1 januari 2011 eerst toestemming vragen aan het bevoegd gezag. Deze toestemming vooraf wordt een Omgevingsvergunning beperkte milieutoets (OBM) genoemd en is geregeld in de Wabo, artikel 2.1 onder i. Het Activiteitenbesluit en de omgevingsvergunning kunnen informatie geven over de toegestane aard en hoogte van de emissie en over de procesvoering. Meer informatie over vergunningplicht en het Activiteitenbesluit is te vinden bij het Kenniscentrum Infomil (www.infomil.nl).

IPPC-richtlijn

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) gemaakt. Daarin zijn met de beste beschikbare technieken haalbare emissies opgenomen.

⁷ Gerelateerd aan dit onderwerp is de GGD Richtlijn Luchtkwaliteit en Gezondheid verschenen met aanvullende informatie en het GGD Informatieblad Intensieve Veehouderij en Gezondheid - update 2011 waarop het GGD Standpunt Intensieve Veehouderij en Gezondheid dd 27 oktober 2011 is gebaseerd.

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.

NeR

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 (www.infomil.nl). De vergunning 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.

Emissieregistratie

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 350 beleidsrelevante stoffen en stofgroepen van Nederlandse bedrijven verzameld. In een database zijn niet alleen de gegevens voor de bedrijfstak maar ook van individuele bedrijven opgeslagen.

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.

Via de website van de Emissieregistratie (www.emissieregistratie.nl) kan een bedrijfsrapport van een individueel bedrijf ingezien worden. Hierin zijn alle voor de Emissieregistratie bekende emissies, in kg/jaar, naar lucht, water en bodem opgenomen.

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, bewolgingsgraad, temperatuur
- Ruwheid van het terrein: bij een lage ruwheid zijn de concentraties op leefniveau hoger en reikt de invloed van de emissie het verst.

Metingen en berekeningen

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. Metingen zijn relatief kostbaar, en zijn daarom vooral zinvol in situaties waar berekeningen niet goed werken. Dat speelt bijvoorbeeld in gevallen waar er sprake is van een aanzienlijke diffuse emissie, waar het nodig is om pieken in de emissie te detecteren of waar het nodig is om emissieberekeningen te verifiëren. Door het momentane karakter van metingen hebben modelberekeningen echter de voorkeur. Met deze modellen kan berekend worden wat de gemiddelde concentraties over een jaar zijn op verschillende afstanden. Ook kan 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.

Nieuw Nationaal Model (NNM)

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

Tot 1998 was het Lange Termijn Frequentie Distributiemodel (LTFD-model) het nationaal model voor de berekening van de verspreiding van luchtverontreiniging. 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-uur-model. De berekeningen worden uitgevoerd met de uurlijkse meteo-omstandigheden. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van datasets 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.

Er zijn verschillende applicaties van het NNM tegen betaling verkrijgbaar, 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. Rekenmodellen moeten voldoen aan de regels uit de Regeling beoordeling luchtkwaliteit 2007. Standaard RekenMethode 3 (SRM3) schrijft voor waaraan berekeningen van de bijdragen van industriële en agrarische punt- of oppervlaktebronnen aan de bestaande of toekomstige concentraties in Nederland moeten voldoen.

Vereenvoudigde versie van het NNM ISL3a

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. De laatste versie van dit rekenmodel is ISL3a versie 2011, dat samen met een handleiding te downloaden is via de website van Infomil (<http://www.infomil.nl/onderwerpen/klimaat-lucht/luchtkwaliteit/rekenen-meten/isl3a/>). In ISL3a versie 2011 zijn onder andere de achtergrondconcentraties en meteorologische gegevens geactualiseerd. Wanneer alle gegevens zijn ingevoerd berekent het model vervolgens op de meest belangrijke punten op verschillende afstanden van de bron de concentraties uit. Voor fijn stof zijn dit zowel het jaargemiddelde als het daggemiddelde.

Overige modellen

Ook OPS van het RIVM en PBL wordt veel gebruikt, maar is vooral bedoeld voor bovenlokale verspreidingsberekeningen. OPS leent zich ook goed voor depositieberekeningen. 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 Immision 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 daarom 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 (zie Handleiding Module A Bedrijven en luchtverontreiniging).

Voor het opstellen van deze tabellen zijn verspreidingsberekeningen uitgevoerd met Stacks versie 2006 onder reële worstcase omstandigheden. Deze omstandigheden houden in: gebruik van het meteobestand van Eindhoven, een open terrein, een relatief lage uittredesnelheid (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 worstcase omstandigheden.

De eerste beoordelingsmethode IPPC is uitgetest bij vijf IPPC-bedrijven, waaronder ook veehouderijbedrijven. 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) worstcase 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 geassocieerde 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 Bijlage1 “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 (worstcase) scenario is de bijdrage van de inname via depositie aan de TDI maximaal 26% (arseen bij houtverduurzaming). Uit de depositieminuten rond het metaalbewerkingsbedrijf volgt een hoogste bijdrage van 27% voor lood.

Gezien het feit dat de risicoschatting gebaseerd is op een worstcase 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.

Maatregelen

De volgende (groepen van) maatregelen zijn te nemen om de emissie, verspreiding en immissie van luchtverontreiniging te kunnen reduceren. Het gaat veelal om maatwerk, zodat het moeilijk is om de effectiviteit van deze maatregelen in zijn algemeenheid aan te geven.

Maatregelen	Reductie
Emissie	
Productievermindering	
Aanpassen van het productieproces	
Biowassers/gaswassers	ca. 40%
Naverbranding van de afgassen	ca. 80%
“Good housekeeping” zoals het voorkomen van diffuse emissies	
Verspreiding en immissie	
Schoorsteenverhoging	0 – 100%*
Verhoging uittredesnelheid rookgassen door middel van een ventilator of via verwarming	tot 20%

*: Schoorsteenverhoging heeft een grotere verdunning en lagere concentraties op leefniveau tot gevolg. De mate van reductie is vooral afhankelijk van de mate van verhoging, de afstand tot de schoorsteen en de schoorsteen-temperatuur. Voor schoorsteenhoogten tot 50 meter en drie verschillende temperaturen is de mate van reductie af te lezen uit de bovengenoemde tabellen van de eerste beoordelingsmethode IPPC.

Emissie en verspreiding door intensieve veehouderijen

Emissies

Bij intensieve veehouderijen zijn er emissies van fijn stof, geur en ammoniak uit stallen. Ook kunnen biologische agentia, zoals veegerelateerde virussen, bacteriën en daaraan gerelateerde componenten zoals toxines en afbraakproducten, zich vanuit stallen naar de omgeving verspreiden.

Een belangrijke ontwikkeling in de veehouderij is het toenemend gebruik van mestvergistingsinstallaties en van stookinstallaties op biomassa. De mestvergisters kunnen leiden tot emissies van methaan maar ook van zwavelhoudende verbindingen, waaronder H₂S en van stank in het geval van storingen.

De installaties voor verbranden van biomassa dienen vaak om stallen te verwarmen. Afhankelijk van de brandstof kan er sprake zijn van emissies van fijn stof, roet en stikstofoxiden.

In deze module wordt vooral ingegaan op de emissies van fijn stof uit stallen. Bij de biologische agentia worden zoönosen en antibioticaresistente bacteriën besproken. Ook wordt ingegaan op endotoxinen. Dit zijn bestanddelen van de celwand van bacteriën. Voor de geurstoffen wordt verwezen naar Module Bedrijven en geur. Daarnaast kan er ook nog sprake zijn van emissies van gewasbeschermingsmiddelen en van meststoffen die nadelige gevolgen kunnen hebben voor de kwaliteit van de lucht, de bodem en het oppervlaktewater. Gezien het lokale karakter van deze emissies worden deze hier niet besproken.

Wabo, IPPC-Richtlijn en Activiteitenbesluit

In tegenstelling tot industriële bedrijven hebben alle intensieve veehouderijen in principe een omgevingsvergunning in het kader van de Wabo nodig. Bij de aanvraag van een nieuwe vergunning of aanpassing van een bestaande vergunning moet nagegaan worden wat de gevolgen zijn voor de luchtkwaliteit. Deze worden conform hoofdstuk 5 van de Wet Milieubeheer, oftewel de Wet luchtkwaliteit, beoordeeld en getoetst.

Met de derde tranche van de tweede fase van het Activiteitenbesluit worden intensieve veehouderijen naar verwachting 1 januari 2013 ondergebracht bij het Activiteitenbesluit. Dit houdt in, dat er voor intensieve veehouderijen dan geen omgevingsvergunning meer nodig is. In veel gevallen zullen intensieve veehouderijen bij uitbreidingen wel eerst toestemming moeten vragen, dat wil zeggen een Omgevingsvergunning beperkte milieutoets (OBM) moeten aanvragen en laten goedkeuren.

Grotere varkens- en kippenbedrijven, met meer dan 40.000 pluimvee, 2.000 mestvarkens (van meer dan 30 kg) of 750 zeugen hebben te maken met de IPPC-richtlijn. Deze bedrijven hebben een omgevingsvergunning nodig. Met de derde tranche van het Activiteitenbesluit worden deze bedrijven aangewezen als zogenoemde type-C inrichtingen waardoor voorschriften van hoofdstuk 3 van het Activiteitenbesluit aanvullend van toepassing zijn.

Stikstofoxiden

Voor wat betreft de emissie van NO_x levert de landbouw een bescheiden bijdrage (4% van de totale emissie).

Ammoniak

De emissie van ammoniak wordt voor het grootste gedeelte geleverd vanuit de landbouw (ruim 90%). Vooral de intensieve veehouderij is door de hoge dierdichtheid een belangrijke ammoniakbron. De bijdrage hierin vanuit de varkenshouderij ligt op ongeveer 25% en die van rundvee op 40%. De laatste twintig jaren is deze emissie gedaald met een factor 2. Deze daling wordt vooral veroorzaakt door het emissiearm opslaan en aanwenden van de mest, door afname in het aantal dieren (vooral in de tweede helft van de jaren 90 tot ongeveer 2003) en door een toename in het aandeel emissiearme huisvesting. In gebieden met veel intensieve veehouderijen zijn de laatste jaren achtergrondconcentraties aan ammoniak gemeten van 15 – 20 µg/m³ (Meijdam en van Dam, 2011). Hiervan wordt geen extra gezondheidsrisico verwacht. Ammoniak wordt dan ook verder in dit handboek niet besproken.

Via de uitstoot van ammoniak draagt de veehouderijsector wel in belangrijke mate bij aan de vorming van secundair fijn stof in de vorm van aërosolen van nitraten (vooral aanwezig in de PM_{2,5}-fractie).

Fijn stof

Naast verkeer en industrie levert de landbouw een grote bijdrage, gemiddeld 20 - 23%, aan de emissie van fijn stof in Nederland. In regio's in Noord-Brabant, Limburg en Gelderland, waar het aantal veehouderijen en de dierdichtheid in stallen in vergelijking met andere provincies erg hoog is, kan dit percentage nog veel hoger liggen.

De pluimveesector en de varkenssector zijn voor bijna 80% verantwoordelijk voor het aandeel aan emissie van fijn stof uit de landbouw. De grootste bijdrage aan fijn stof levert de pluimveesector, vooral als er sprake is van uitlooprennen of bedrijven met voliëresysteem.

Het stof van de landbouw is voor het grootste gedeelte afkomstig van strooisel, mest- en diervoerbstanddelen (ruim 95%). Overige bronnen, zoals stof afkomstig van opslag van landbouwproducten of van een tractor zijn vergeleken met de directe stofbijdragen uit de stallen minimaal.

Emissiefactoren voor fijn stof

Zoals in de Regeling beoordeling luchtkwaliteit 2007 staat aangegeven moet voor de berekening van de concentraties fijn stof in de omgeving voor verschillende typen veehouderijbedrijven gebruik worden gemaakt van de meest recente emissiefactoren. Deze worden gepubliceerd op de website van de overheid (<http://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/luchtkwaliteit/meten-en-rekenen/invoergegevens-2011-luchtkwaliteit>).

De emissiefactoren zijn een maat voor de hoeveelheid fijn stof die dieren produceren. In de lijst is vermeld hoeveel fijn stof een bepaald dier per jaar produceert per diercategorie, huisvestingssysteem en nazuiveringstechniek, zoals luchtwassers. De Animal Sciences Group (ASG) van de Universiteit Wageningen stelt de factoren op die de minister van IenM accordeert. Zo nodig worden deze op basis van wetenschappelijk onderzoek bijgesteld.

Er zijn emissiefactoren voor runderen, varkens, geiten, kippen, kalkoenen, eenden, nertsen en parelhoenders vastgesteld. Voor een aantal diercategorieën of huisvestingssystemen, zoals voor schapen, zijn er nog onvoldoende gegevens om een emissiefactor vast te stellen.

Zolang die er niet zijn zal volgens jurisprudentie het bevoegd gezag zelf moeten beoordelen of mogelijk sprake is van een relevante emissie van fijn stof. Wanneer een bepaalde maatregel wordt toegepast zal het bevoegd gezag moeten onderbouwen welk reductiepercentage voor die maatregel moet worden toegepast.

Bestand Veehouderij Bedrijven (BVB)

Web-BVB (Bestand Veehouderij Bedrijven) is een database waarin per gemeente de agrarische vergunninggegevens of meldingen van veehouderijbedrijven staan. De database is opgezet om de milieubelasting van ammoniak en fijnstof en de ontwikkelingsruimte van agrarische bedrijven in de provincie in kaart te brengen. De database is voor iedereen toegankelijk. De gemeenten zijn verantwoordelijk voor de inhoud van gegevens. Gemeenten actualiseren 2x per jaar de data in het BVB. Web-BVB is beschikbaar voor Gelderland (www.webbvb.gelderland.nl), Noord-Brabant (<https://bvb.brabant.nl/>), Utrecht (utrecht.vaa.com/webbvb/), Overijssel (overijssel.vaa.com/webbvb/) en Limburg (<http://limburg.vaa.com/webbvb/>).

In de database zijn de gemeente, het adres, de XY-coördinaat, het bedrijfstype, het aantal dieren per diercategorie en de PM10-emissie (kg/jaar) van alle veehouderijen opgenomen. Op een interactieve kaart zijn alle veehouderijen en landbouwontwikkelingsgebieden (LOG) weergegeven en worden het adres en de PM10-emissie van een geselecteerd bedrijf in een pop-up scherm getoond.

Verspreiding van fijn stof

Uit verkennende studies blijkt dat de extra bijdrage van een intensieve veehouderij aan de fijnstofconcentratie tot op een afstand van 100 – 200 meter identificeerbaar is (van der Ree, Morgenstern en Dusseldorp, 2010).

Regionaal kan in concentratiegebieden van intensieve veehouderij de bijdrage van fijn stof zodanig zijn dat de vigerende grenswaarden voor fijn stof worden overschreden. Dit geldt met name voor de norm waarbij maximaal 35 dagen per jaar de concentratie groter mag zijn dan $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. De grenswaarde van $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ geeft in het algemeen veel minder problemen. De verwachting is dat de komende jaren in deze concentratiegebieden de problemen kleiner zullen worden als gevolg van de Reconstructiewet en het vervangen van oude stallen door modernere stallen, waarbij de beste beschikbare technieken worden ingezet om de emissie van fijn stof te reduceren, zoals bijv. het inzetten van luchtwassers.

Overschrijdingen van de dagnorm bij veehouderijen worden in het kader van het Nationaal Samenwerkingsprogramma Luchtkwaliteit (NSL) aangepakt.

Uit in het kader van het NSL in 2009 en 2010 uitgevoerd onderzoek bleek dat bij 145 veehouderijen sprake was van een potentiële overschrijding van de grenswaarde (dagnorm) voor fijn stof in 2011. Bij ruim 360 woonadressen werd de fijn stof grenswaarde overschreden.

Door de daling in achtergrondconcentratie en het treffen van maatregelen is het aantal veehouderijen en woningen waar een overschrijding plaats vindt afgenomen. In 2011 was er bij 60 veehouderijen en 170 adressen nog een overschrijding. De veehouderijen liggen verspreid over 24 gemeenten in met name Noord-Brabant, Gelderland, Limburg en Utrecht. Van deze bedrijven is 90% een pluimveebedrijf (IenM, 2011; Beijck et al., 2011).

Bij 40 van deze bedrijven wordt dit veroorzaakt door het bedrijf zelf. Verwacht wordt dat het merendeel van deze knelpunten in 2012 opgelost zal worden met maatregelen bij het bedrijf zelf. Bij 20 bedrijven, 15 in de gemeente Nederweert en 5 in de gemeente Asten, is de overschrijding mede het gevolg van een hoge achtergrondconcentratie waardoor ook maatregelen bij omliggende bedrijven in een brede gebiedsgerichte aanpak vereist zijn. Uitgangspunt is dat alle vereiste maatregelen uiterlijk in 2013 zijn genomen.

De achtergrondconcentraties op een bepaalde locatie zijn te vinden in de digitale kaarten van het RIVM de zogenaamde GCN-kaarten (<http://www.rivm.nl/nl/themasites/gcn/concentratiekaarten/index.html>). Voor fijn stof zijn kaarten voor 2010, 2015 en 2030 beschikbaar. De GCN-kaarten zijn gebaseerd op een combinatie van modelberekeningen en metingen. De PM₁₀-emissies uit veehouderijbedrijven zijn beschikbaar op een 1x1 km resolutie en zijn gebaseerd op Geografische Informatie Agrarische Bedrijven (GIAB) gegevens en tellingen van het werkelijke dierenaantal.

Berekeningen van verspreiding met ISL3a

Om de verspreiding van fijn stof in de omgeving van een veehouderijbedrijf te berekenen is, net als bij industriële bedrijven, het rekenprogramma ISL3a ((Implementatie Standaard Rekenmethode Luchtkwaliteit 3a) te gebruiken. Speciaal voor agrarische bronnen is er een invulinstructie opgesteld die samen met het model te downloaden is via de website van Infomil (<http://www.infomil.nl/onderwerpen/klimaat-lucht/luchtkwaliteit/rekenen-meten/isl3a/>). In het rekenmodel moeten alle bedrijfsspecifieke detailgegevens van de veehouderij ingevoerd worden, zoals de meest recente emissiefactoren, dierenaantallen, emissiepunten (zoals aantal, hoogte en diameter van uitstroomopeningen, uittredesnelheid, ligging ten opzichte van omgeving) en gebouwgegevens.

ISL3a en V-Stacks

ISL3a is vergelijkbaar met het rekenprogramma voor geur uit stallen V-Stacks (zie Module B Bedrijven en geur). Nieuw ten opzichte van V-Stacks is dat in ISL3a meer gedetailleerde gebouwkenmerken moeten worden ingevoerd. Bij V-Stacks hoeft alleen de gemiddelde hoogte ingevoerd worden, in ISL3a gaat het per stal om de lengte, breedte en oriëntatie. Deze zijn te herleiden uit de vergunning, maar die bevat vaak onvoldoende (detail)informatie.

Om rekening te houden met meteorologie kan in V-stacks alleen een keuze gemaakt worden voor meteo Schiphol of meteo Eindhoven. In ISL3a wordt op basis van de ingevoerde coördinaten de meteo ter plaatse genomen die is gebaseerd op een meer glijdende schaal.

Schatten van concentraties met de eerste beoordelingsmethode IPPC

Net als bij industriële bedrijven is ook voor veehouderijbedrijven de eerste beoordelingsmethode IPPC te gebruiken (Fast, Mooij & Mennen, 2008). Aan de hand van enkele gegevens is snel inzicht te krijgen in de bijdrage aan de fijn stofconcentraties op verschillende afstanden van een veehouderijbedrijf bedrijf, bijvoorbeeld bij een nieuwvestiging of een uitbreiding van een pluimveebedrijf en is een inschatting te maken of gedetailleerdere verspreidingsberekeningen nodig zijn.

Handreiking fijn stof en veehouderijen

Een stappenplan hoe de emissie van fijn stof afkomstig van een veehouderij in relatie tot luchtkwaliteit beoordeeld moet worden is uitgewerkt in de 'Handreiking fijn stof en veehouderijen', die te downloaden is via de Infomil website (<http://www.infomil.nl/onderwerpen/landbouw-tuinbouw/fijn-stof/beoordelen-fijn-stof/>). Verder wordt hierbij verwezen naar een zeer ondersteunend rapport van de SRE Milieudienst Eindhoven, (Fijn Stof, Inzoomactie veehouderij, 2009).

Endotoxinen

Endotoxinen zijn bestanddelen van de celwand van bacteriën. Hoge concentraties endotoxinen komen voor in stallen, bij veevoerproductie en in de directe omgeving van veehouderijbedrijven. De methode van het uitrijden en verspreiden van mest op de weilanden en de aanwezigheid van slachthuizen zijn van invloed op de aanwezige endotoxineconcentraties. In buitenlandse studies zijn in de omgeving van varkens- en melkveebedrijven verhoogde concentraties van endotoxinen geconstateerd.

Ook uit een beperkt aantal metingen van het IRAS (Heederik en IJzermans, 2011) blijkt dat in de nabije omgeving van veehouderijbedrijven hogere concentraties endotoxinen voorkomen. Binnen de varkenshouderij- en pluimveehouderijbedrijven werden zeer hoge endotoxineconcentraties, rond de 1000 EU/m³, gemeten⁸. Binnen in een nertsenbedrijf werden zeer lage endotoxineconcentraties gevonden, tot maximaal 10 EU/m³. Dit type bedrijven lijkt aan de endotoxinebelasting amper bij te dragen. De varkens- en pluimveehouderijen droegen bij aan verhoogde endotoxineniveaus in de directe omgeving. De verhoging nam af met toenemende afstand benedenwinds. Op 250 meter afstand was de verdunning zodanig dat de gemeten concentratie vergelijkbaar was met het achtergrondniveau. Bij varkenshouderijen bleven de maximale endotoxineconcentratie in de omgeving onder de 10 EU/m³. De niveaus rond het pluimveebedrijf waren het sterkst verhoogd. Hoogste benedenwindse niveaus werden gemeten op een afstand van 30 meter van de stal en bedroegen rond de 50 EU/m³. In woningen in de directe omgeving van veehouderijen was de concentratie endotoxinen niet verhoogd.

Zoönosen en antibioticaresistente bacteriën

Zoönosen zijn infectieziekten die van dieren (of producten van dieren) op mensen kunnen worden overgedragen. Besmetting van de mens kan plaatsvinden via direct contact door de lucht (aërosolen of via stofdeeltjes) of door contact met lichaamsvloeistoffen (bloed, slijm, urine, ontlasting, baarmoedervocht). Ook door indirect contact (via besmette voorwerpen, instrumenten en dierproducten als wol en mest) en via zogenaamde vectoren als vliegen, muggen en teken kan besmetting plaatsvinden. Infecties kunnen ook ontstaan na het eten van bijvoorbeeld vlees, rauwe melk(producten) en eieren. Voor mensen in de omgeving van intensieve veehouderijen zijn vooral Q-koorts en vogel- en varkensgriep van belang.

Antibiotica zijn nodig bij de bestrijding van bacteriële infecties bij mens en dier. Als bacteriën resistent worden tegen antibiotica is dat een bedreiging voor zowel de humane als de dierlijke gezondheid. De laatste decennia is er een toename van resistentie van bacteriën, terwijl er bijna geen nieuwe antibiotica meer worden ontwikkeld die deze infecties kunnen bestrijden. Voorbeelden hiervan zijn veegerelateerde-MRSA en ESBL-bacteriën.

Q-koorts

Q-koorts is een ziekte die veroorzaakt wordt door een bacterie (*Coxiella Burnetti*), die met name geiten en schapen, maar ook andere dieren bij zich dragen. De bacteriën die Q-koorts veroorzaken komen vooral vrij tijdens de lammerperiode van februari tot en met mei. Als besmette geiten of schapen bevallen of een vroeggeboorte krijgen komen er miljarden bacteriën vrij. De bacterie zit in mindere mate ook in de melk, mest en urine. De bacteriën kunnen zich vanuit een besmet bedrijf verspreiden naar de omgeving via de lucht. Mensen die in de buurt van het bedrijf wonen of recreëren kunnen de bacterie inademen en ziek worden. Aangenomen wordt dat er een verhoogde kans is op het oplopen van Q-koorts in een cirkel van 5 km rond een besmet bedrijf.

In Nederland zijn er de afgelopen jaren verschillende veterinaire bestrijdingsmaatregelen genomen, waaronder het vaccineren van geiten en schapen. Eind 2009 en in het voorjaar van 2010 zijn drachtige dieren geruimd op besmette bedrijven. Hierna is het aantal besmette bedrijven en patiënten met Q-koorts sterk afgenomen.

⁸ De concentratie is uitgedrukt in Endotoxine Unit (EU) ten opzichte van een internationale standaard. Een concentratie van 10 Endotoxine Units/m³ is ongeveer gelijk aan 1 ng/m³.

Vogel- en varkensgriep

Vogelgriep komt vrij algemeen voor bij in het wild levende vogels. Recentelijk is er ook een aantal besmettingen vogelgriep geconstateerd bij pluimveebedrijven (www.vwa.nl). Deze vogelgriep wordt veroorzaakt door een laagpathogeen (mild) virus. Er is een risico dat als laagpathogeen virus in een groot koppel pluimvee binnenkomt het zich snel verspreidt en dan verandert in een hoogpathogeen (ernstig ziekmakend) virus. Dit kan leiden tot (ernstige) infecties bij mensen. In 2003 is er op deze manier in Nederland een uitbraak ontstaan van een voor pluimvee erg besmettelijk subtype (H7N7) van vogelgriep (Meijdam en van Dam, 2011). Op dit moment komt er geen hoogpathogene vogelgriep voor.

Mensen, die met varkens werken, kunnen worden besmet met het varkensgriepvirus. Dit leidt in het algemeen niet tot ernstige klachten. In 1997 brak voor het laatst in Nederland klassieke varkenspest uit (www.vwa.nl).

MRSA

Methicilline-resistente *Staphylococcus aureus* (MRSA) is een bacterie die niet gevoelig is voor methicilline en voor de meeste andere antibiotica. Hierdoor zijn infecties met MRSA moeilijker te behandelen. De veegerelateerde MRSA-stammen blijken minder goed overdraagbaar tussen mensen onderling dan andere typen MRSA. Het risico voor het oplopen van de veegerelateerde MRSA bestaat vooral voor mensen die intensief met varkens en vleeskalveren werken. Zij zijn vaker MRSA-dragers dan hun gezinsleden die niet met de varkens in aanraking komen. Besmetting met MRSA bij mensen vindt vooral plaats door direct lichamelijk contact, vooral via de handen. Soms raakt men besmet via ingeademde bacteriën. Uit onderzoek van het IRAS (Heederik en IJzermans, 2011) blijkt, dat de veespecifieke MRSA-bacterie vaker en in hogere concentraties in de lucht wordt teruggevonden in een straal van 1000 meter rond veehouderijbedrijven.

Het RIVM deed in 2008/2009 onderzoek naar de transmissie vanuit varkensstallen naar omwonenden. Het blijkt dat inwoners van varkensrijke gemeenten geen verhoogd risico lopen op dragerschap van veegerelateerde MRSA (van Cleef, 2010).

ESBL

ESBL staat voor extended spectrum betalactamase producerende bacterie. Het gaat om bacteriën die een enzym produceren dat bepaalde antibiotica (penicillines en cefalosporines) onwerkzaam kan maken. Hierdoor kunnen deze antibiotica niet meer voor de behandeling gebruikt worden.

Er is een toename van ESBL-producerende bacteriën bij voor voedsel geproduceerde dieren, vooral bij vleeskuikens. ESBL-producerende bacteriën zijn ook aangetroffen in rauw vlees en vleeswaren zoals kip, kalkoen, varkensvlees en kalfsvlees. In Nederland komen ESBL producerende bacteriën bij mensen vooral voor in ziekenhuizen en verpleeghuizen. De overdracht van patiënt naar patiënt gaat door direct contact met bijvoorbeeld de urine van een besmet persoon of indirect via de handen van de medewerkers. De verspreiding van de ESBL via de voedselketen en door direct contact met dieren, is nog maar zelden aangetoond. Uit een pilot onderzoek onder pluimveehouders zijn er aanwijzingen dat direct contact met dieren een rol speelt (Dierikx et al. 2010). Het is nog onduidelijk of omwonenden worden blootgesteld aan ESBL-producerende bacteriën.

Maatregelen

Met behulp van allerlei technieken, zowel binnen de stallen als in de overdracht naar buiten, zijn de fijn stofconcentraties te reduceren, maar een groot deel van de ontwikkelingen van deze technieken staat, vooral voor pluimvee, nog steeds in de kinderschoenen.

Er zijn twee onderzoeksprogramma's voor het ontwikkelen van technische maatregelen: het Programma Gecombineerde Luchtwaters (PGL) en het Programma bedrijfsoplossingen voor fijn stofreductie in de pluimveehouderij. Onderzochte maatregelen zijn bijvoorbeeld het binden van stof door er een oliedeklaag overheen te leggen of het zuiveren van de uitgaande lucht met een water- of een luchtwasser. De onderzochte technische maatregelen zijn innovatief en relatief nieuw, en zijn in de praktijk getoetst. Hierdoor zijn de effectiviteit en de kosten in principe bekend (IenM, 2011).

Er lopen nog verschillende onderzoeken bij Wageningen UR Livestock Research naar nieuwe technieken om de emissies van fijn stof (zowel PM₁₀ als PM_{2,5}) te reduceren, maar ook om bestaande technieken te optimaliseren. Zo wordt ook nog steeds onderzoek verricht om de efficiëntie van luchtwassers, voor alle diergroepen, te verbeteren.

Ook binnen de stallen zijn er verschillende methoden beschikbaar om de stofconcentraties te verminderen. Daarbij kan men denken aan het voer (bijv. meer gebruik van vloeibaar voer), aan hoe om te gaan met mest en stro (bijv. door eerder te verversen of door indroging van mest te voorkomen) of aan hoe stofopname in de lucht te voorkomen (bijv. door olie of water te sproeien of te vernevelen of door activiteiten te beperken).

De rendementen van de reducerende maatregelen zijn veelal gebaseerd op onderzoek bij een gering aantal veehouderijen. De rendementen die in de Emissiefactorenlijst gehanteerd worden zijn gemiddelden. Onderzoeken van Wageningen UR Livestock Research van technieken bij enkele veehouderijen gaven grote standaarddeviaties te zien.

In de praktijk worden deze rendementen ook niet altijd gehaald. Bij controles blijken luchtwassers om verschillende redenen niet altijd goed te werken en ook is de controle op de werking van luchtwassers soms lastig. Zo komen er veel storingsen voor in het procesregelsysteem en staat de wasser wel eens uitgeschakeld. Er wordt onderzoek gedaan naar een elektronisch monitoringssysteem om de werking van luchtwassers eenvoudig te kunnen controleren.

Samenvattend zijn de volgende maatregelen voor fijn stof mogelijk:

Maatregelen intensieve veehouderijen	Reductie fijn stof (PM10)		
Emissie			
Vermindering aantal dieren (met Y %) ¹	Y % ¹		
Aanpassing van voer (bijv. meer vloeibaar)	10 – 20 %		
Staltechnieken mest: eerder verversen, indroging voorkomen, sproeien met water	30 – 90 %		
	Emissie Factoren lijst 2011	Praktijkonderzoeken WUR Livestock Research	
		PM ₁₀ Gemiddelde (± sd)	PM _{2,5} Gemiddelde (± sd)
Chemische luchtwassers	35 %		
90% NH ₃ -reductie		32,7 ± 16,9 % ²	28,4 ± 22,3 % ²
70% NH ₃ -reductie		41,1 ± 18,8 % ³	32,9 ± 23,3 % ³
Biologische luchtwassers met korte verblijftijd	60 %	48,4 ± 3,6 % ⁴	36,6 ± 15,8 % ⁴
Biologische luchtwassers met lange verblijftijd	75 %	74,4 ± 13,1 % ⁵	75,2 ± 10,5 % ⁵
Gecombineerde luchtwassers (alleen voor varkenshouderij)	80 %	34-71% ⁶	22-44% ⁶
Waterwassers	33 %	63 ± 21 % ⁷	
		31 ± 8 % ⁷	
Biofilter	80 %		
Oliefilmsysteem met drukleidingen ⁷	54 %		
Ionisatiefilter	60 %		
Ionisatiesysteem met negatieve coronadra- den ⁸	49 %		
Immissie			
Uitlaat verhogen			

¹: Stel dat het aantal dieren (met eenzelfde emissiefactor) met 50% afneemt, dan neemt de emissie ook met 50% af

- ²: Mosquera et al., 2011; 3 pluimveestallen. Het rendement van PM10 lag hoger dan de eerder gehanteerde emissiefactor van 30% voor pluimvee (30% reductie).
- ³: Mosquera et al., 2011; 2 varkens- en 1 pluimveestal. Het rendement van PM10 lag lager dan de eerder gehanteerde emissiefactor van 60% voor varkens, maar hoger dan de eerder gehanteerde emissiefactor van 30% voor pluimvee.
- ⁴: Mosquera et al., 2011; 1 varkens- en 1 pluimveestal. Het rendement van PM10 lag lager dan de eerder gehanteerde emissiefactor van 60% voor varkens.
- ⁵: Mosquera et al., 2011; 1 varkensstal. Het rendement van PM10 lag hoger dan de eerder gehanteerde emissiefactor van 60% voor varkens en was vergelijkbaar met de eerder gehanteerde emissiefactor van 70% voor pluimvee.
- ⁶: Wageningen UR Livestock Research (WUR LR) onderzocht de werking van vijf experimentele gecombineerde luchtwassers bij twee pluimveestallen en drie varkenstallen (Melse et al., 2011a). Er was frequent sprake van storingen en ongunstige procescondities. Ook al was er sprake van 'normale' procescondities, het gewenste minimumrendement van 70% werd niet voor elke wasser behaald.
- ⁷: Melse et al., 2011b; 2 pluimveebedrijven. Bij de opfokleghennenstal werd een veel hoger rendement behaald dan bij de vleeskuikenstal. Dit werd mogelijk veroorzaakt door de langere luchtverblijftijd bij de opfokleghennenstal.
- ⁸: Er wordt een oliefilm op de strooisellaag van de stal aangebracht waardoor stofdeeltjes vastplakken. De oliefilm wordt dagelijks verversd via een enkele seconden durende verneveling van koolzaadolie.
- ⁹: Stofdeeltjes worden negatief geladen door middel van coronadraden die onder het stalplafond over de volledige stallengte zijn aangebracht. Hierdoor hechten de stofdeeltjes aan oppervlaktes en worden deze niet geëmitteerd.

Voor de beperking van het risico op zoönosen zijn de volgende maatregelen mogelijk:

Maatregelen zoönosen*	Reductie
Huisvestingsysteem	
Binnenhuisvesting van de dieren (geen vrije uitloop)	
Professionele expertise en een dierenarts betrekken bij het stalontwerp	
Bedrijfsvoering	
Gesloten bedrijfsvoering om insleep van micro-organismen te verminderen	
Microbiologische eisen aan dieren en voer (voor toeleveranciers)	
Toepassing van diersectorspecifieke hygiëne en/of IKB-voorschriften (het kwaliteitssysteem Integrale KetenBeheer met o.a. aandacht voor reiniging en desinfectie, mestafvoer, plaagdierbestrijding); deelnemen aan het keurmerk zoönosen	
Minimaal gebruik van antibiotica	
Goed opgeleid, vakbekwaam personeel	
Monitoring van dieren en personeel op het voorkomen van enkele specifieke zoönosen	
Geen activiteiten gericht op fysieke interactie met de bevolking Apart lammeren: op bedrijven met een publieksfunctie drachtige dieren vier weken voor en twee weken na het lammeren gescheiden houden	
Vaccinatie van melkgeiten en melkschapen en schapen en geiten op bedrijven met een publieksfunctie	Na de vaccinatiecampagne in 2010 is het aantal meldingen van Q-koorts afgenomen van 2354 in 2009 tot 83 in 2011.
Een dik pak stro in de stal leggen en tijdens lammerperiode tenminste eenmaal per dag vers stro strooien ter voorkoming van stof.	
Kleine stallen regelmatig mest en strooisel verwijderen. Grote potstallen niet uitmesten tijdens en tot een maand na de lammerperiode. Potstal vochtig maken voor het uitmesten.	
Geen mest uit rijden op het land	
Ruimtelijke Ordening	

Afstand tussen pluimveebedrijven en varkenshouderijen van minstens 1 – 2 kilometer aanhouden	
Afstand vergroten tussen intensieve veehouderijen en woningen en andere gevoelige bestemmingen	

*: Zie Kornalijnslijper, Rahamat-Langendoen en van Duynhoven (2008), Nijdam en van Dam (2011) en de website <http://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/dieren/q-koorts>

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 Lucht-kwaliteit 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 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).

In 2009 heeft het ministerie van VROM het traject "Vernieuwde visie op normstelling" in gang gezet omdat de huidige systematiek van normstelling niet meer aansloot bij nieuwe ontwikkelingen, zoals nieuwe Europese wet- en regelgeving (bijvoorbeeld REACH) en een veranderende verdeling van verantwoordelijkheden tussen bedrijfsleven en overheid. Door het ministerie van IenM wordt nu nader invulling gegeven aan de nieuwe opzet van het nationale stoffenbeleid.

In dit kader heeft het RIVM heeft in 2010 een inventarisatie uitgevoerd van de luchtnormen in Nederland (Road-map Normstelling). Hieruit is gebleken dat er voor eenzelfde type norm meerdere getalswaarden circuleren. In het rapport "Luchtnormen geordend" is een overzicht gegeven van alle luchtnormen en zijn de beschermingsdoelen van de afzonderlijke normen beschreven, zoals de mens of het ecosysteem, evenals hun onderbouwing, bijvoorbeeld wetenschappelijk of beleidsmatig (de Jong & Janssen, 2010). In een vervolgrapportage uit 2011 zijn de luchtnormen beschreven van 31 prioritaire stoffen (de Jong & Janssen, 2011) die inmiddels door het ministerie van IenM zijn vastgesteld en zijn gepubliceerd op de RIVM website "risico's van stoffen" (www.rivm.nl/rvs). Voor het samenstellen van een normenlijst ten behoeve van GES is gekozen voor de meest recente, wetenschappelijk onderbouwde gezondheidskundige norm. Deze normen zijn vooral afkomstig uit de publicatie van Fast, Mooij & Mennen uit 2008 en geverifieerd aan de hand van de bovengenoemde RIVM rapportages uit 2010 en 2011.

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.compendiumvoordeleefomgeving.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 <http://www.rivm.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 µg/m ³	Opmerkingen
Gechloroerde 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-dichloorpropan	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 ^{-9d}	
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	

Stof	Achtergrond concentratie $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Opmerkingen
Overige organische verbindingen		
CO	400 – 1.200 P98 ^b	Grote ruimtelijke variatie; zie http://www.rivm.nl/nl/themasites/gcn/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 http://www.rivm.nl/nl/themasites/gcn/index.html
PM ₁₀	23 – 36 ^b	Grote ruimtelijke variatie; zie http://www.rivm.nl/nl/themasites/gcn/index.html
H ₂ S	0,2 ^l	
HCN	0,1 ^d	
Ammoniak (NH ₃)	5 ^a	
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.compendiumvoordeleefomgeving.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.rivm.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 fluoridecon-

concentratie 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 µg/m³ met een landelijk jaargemiddelde concentratie van 0,07 µg/m³. 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 ordegrootte van 0,0005 tot 0,02 µg/m³.

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 (REACH)

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 beheeren. 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. De uitvoering en handhaving van de REACH verordening is in Nederland geregeld in een nieuw hoofdstuk 9 van de Wet milieubeheer (Wm). Na de eerste registratie verplichting van REACH per 1 december 2010 zijn de gevaarsgegevens van circa 4300 stoffen geregistreerd, waarvan circa 400 zeer ernstige zorgstoffen.

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 2006 is de Voortgangsrapportage milieubeleid voor Nederlandse prioritaire stoffen aangeboden aan de Tweede Kamer. In deze voortgangsrapportage zijn de stoffen en stofgroepen beschreven die vóórkomen op de (huidige) Nederlandse prioritaire stoffenlijst uit 2006. Deze lijst is samengesteld uit de 50 bestaande (oude) prioritaire stoffen en 162 aanvullende prioritaire stoffen en gepubliceerd op www.rivm.nl/rvs/stoffen/prio/totale_prior_stoffenlijst.jsp.

De nieuwe informatie uit REACH werkt door in het beleid ten aanzien van prioritaire stoffen. Uit REACH komt immers ook informatie beschikbaar over andere stoffen dan de huidige Nederlandse prioritaire stoffen. Deze ontwikkelingen leiden tot nieuwe inzichten over het vóórkomen van zeer gevaarlijke stoffen in Nederland en de gevaren en mogelijke risico's voor mens en milieu. Dit was voor het ministerie van IenM aanleiding om te starten met een actualisatie van het beleid voor prioritaire stoffen.

De voortgang van het beleid is beschreven in een brief van de Staatssecretaris van IenM aan de Tweede Kamer (Ministerie van IenM, 2011). In het geactualiseerde prioritair stoffenbeleid is het voornemen tot de realisatie van een systematiek voor het prioritair stellen van stoffen, in plaats van het beschikbaar stellen van een concrete, statische stoffenlijst. Een ander belangrijk onderdeel van het geactualiseerde beleid is het opnieuw vaststellen van de criteria op basis waarvan stoffeigenschappen kunnen leiden tot de toekenning van de status van Nederlandse prioritair stof. De systematiek is beschreven in een RIVM briefrapport (de Poorter, Hogendoorn & Luit, 2011).

Prioritaire stoffen spelen een rol 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 het vaststellen van de stoffen die onder de minimalisatieverplichting vallen is onder meer uitgegaan van de Nederlandse prioritair stoffenlijst, aangevuld aan de hand van internationale stoffenlijsten met informatie vanuit REACH. Voor informatie over de minimalisatieplichtige stoffen (MVP stoffen) wordt verwezen naar de website van infomil (www.infomil.nl).

Effecten van relevante stoffen in relatie tot veehouderijbedrijven

Fijn stof

Een belangrijk verschil met het fijn stof dat afkomstig is van het verkeer en van de landbouw is de samenstelling en de grootteverdeling van het stof. Fijn stof uit verkeer bevat vooral ultrafijne deeltjes ($PM_{0,1-1,0}$), waaronder roet, en is met allerlei chemische stoffen beladen. Het fijn stof uit de landbouw bestaat voor een groter deel uit de 'grove' fijn stof fractie ($PM_{2,5-10}$); het aandeel van de fractie $<PM_{2,5}$ ligt lager dan bij verkeersemissies. Op immissieniveau is de verhouding $PM_{2,5}/PM_{10}$ van veehouderijbedrijven circa 0,5 en van verkeer circa 0,6 - 0,7. De fractie $PM_{2,5}$ afkomstig uit de landbouw bevat vooral de deeltjes die ontstaan door condensatie van verbrandingsproducten of door de reactie van gasvormige verbindingen. Daarnaast is landbouwstof vooral beladen met allerlei biologische agentia, zoals bacteriën, virussen, parasieten, schimmels en endotoxinen.

Dit betekent ook dat de mogelijke gezondheidseffecten van het fijn stof uit de landbouw anders zijn dan die van het fijn stof afkomstig van verkeer.

Vroegtijdige sterfte en de effecten op het hart- en vaatsysteem hangen vooral samen met de blootstelling aan de relatief kleine verkeersgerelateerde deeltjes ($<PM_{2,5}$ en roet). Bij de gezondheidseffecten als gevolg van blootstelling aan fijn stof uit stallen denkt men daarom eerder aan directe effecten op de luchtwegen, in de vorm van toename van luchtwegklachten en -ontstekingen, zoals bekend is uit werknemersstudies (Dusseldorp et al., 2008). Tot op dit moment echter is er nagenoeg geen onderzoek bekend dat een goede relatie geeft tussen de blootstelling aan landbouw gerelateerd fijn stof en de effecten ervan op de gezondheid.

Uit recent IRAS-onderzoek blijkt dat, ondanks de hogere blootstelling aan fijn stof, astma niet vaker maar zelfs minder vaak voorkomt bij omwonenden van veehouderijbedrijven. Bewoners die eenmaal astma of COPD hebben, hebben wel meer complicaties of infecties aan de bovenste luchtwegen. Ook hebben omwonenden van nertsbedrijven vaker astma. Longontsteking komt vaker voor in de nabijheid van pluimvee en geitenbedrijven (Heederik en IJzermans, 2011).

Omdat onder andere twijfel is gerezen over de detaillering in de huisartsenregistratie gaat het IRAS nader onderzoek doen of deze astmagerelateerde effecten daadwerkelijk optreden (Nijdam & van Dam, 2011).

Epidemiologisch onderzoek dat tot nu toe bekend is heeft verder aangetoond dat blootstelling aan de hoeveelheid fijn stof (maar dan uitgedrukt in PM_{10}) in de buitenlucht samenhangt met een breed scala aan gezondheidseffecten zoals (meer ziekenhuisopnamen voor) luchtwegklachten en vervroegde sterfte. Het gaat daarbij voornamelijk om verergering van bestaande aandoeningen.

Risicogroepen voor het optreden van gezondheidseffecten van fijn stof zijn ouderen, patiënten met al bestaande luchtweg- of hartaandoeningen en kinderen met al bestaande luchtwegklachten. Ook gezonde kinderen kunnen gevoelig zijn voor fijn stof. Maar zoals gezegd is dit niet direct te extrapoleren naar situaties in de directe omgeving van veehouderijbedrijven.

Endotoxinen

Inademing van endotoxinen kan leiden tot ontstekingen van de luchtwegen. Verschijnselen zoals droge hoest, kortademigheid met verminderde longfunctie en koorts kunnen direct optreden. Uit onderzoek blijkt dat langdurige blootstelling aan endotoxinen kan leiden tot chronische bronchitis en vermindering van de longfunctie. De Gezondheidsraad (2010) heeft in een eerdere evaluatie geconstateerd dat acute veranderingen van de longfunctie vanaf het niveau van ongeveer 50 EU/m³ waarneembaar zijn gedurende een blootstelling over een werkdag (Gezondheidsraad 2010). De evaluatie van de Gezondheidsraad is van toepassing op werknemers. Onder omwonenden zullen zich echter eerder individuen bevinden met een verhoogde gevoeligheid door de aanwezigheid van bepaalde aandoeningen en mogelijk zijn kinderen gevoeliger bij eenzelfde blootstelling.

Bij varkenshouderijen is het minder waarschijnlijk dat bij de endotoxineniveaus in de omgeving gezondheidseffecten waarneembaar zijn. Door de hogere endotoxineniveaus op korte afstand van pluimveebedrijven zijn acute effecten op de luchtwegen op deze afstand niet uitgesloten.

Er is nog te weinig bekend over de endotoxineconcentraties in de omgeving en er ontbreekt nog een kwantitatieve dosis-effectrelatie.

Q-koorts

Een groot deel (60%) van de mensen die een Q-koortsinfectie doormaken heeft geen ziekteverschijnselen. Mensen die wel klachten krijgen hebben vaak een griepachtig ziektebeeld en/of longontsteking. Bij een ernstiger verloop begint de ziekte meestal acuut met heftige hoofdpijn en hoge koorts. Meestal geneest acute Q-koorts spontaan na 1 à 2 weken. Bij ongeveer 20% van de geïnfecteerde personen met ziekteverschijnselen leidt Q-koorts tot ziekenhuisopname. Zelden is er sprake van een dodelijke afloop (sterfte < 1% van de onbehandelde klinische gevallen). Zes maanden na de eerste verschijnselen is ongeveer de helft van de patiënten met klinische symptomen klachtenvrij. Veel patiënten beschrijven na de acute episode nog een periode van vermoeidheid. Dit gaat in een groot deel van de gevallen binnen zes maanden over en na een jaar is 76% klachtenvrij. De overige 24% van de patiënten krijgt last van het 'post-Q-koortsvermoeidheid' syndroom. Zij hebben langer dan een jaar na het doormaken van een acute infectie nog steeds vermoeidheidsklachten. Behalve abnormale vermoeidheid kunnen overmatig (nacht)zweeten, hoofdpijn, spier- en gewrichtspijnen, kortademigheid en concentratie- en slaapproblemen voorkomen.

Vogel- en varkensgriep

De symptomen van vogelgriep bij de mens kunnen verschillen van heel mild tot heel ernstig. Symptomen zijn koorts, koude rillingen, hoofdpijn, spierpijn en een droge hoest. De hoest kan lang aanhouden, de overige klachten verdwijnen meestal na 2 tot 7 dagen. Bepaalde vogelgriepvirussen veroorzaken meestal alleen lichte griepklachten en/of een lichte oogontsteking. Dat was onder meer het geval bij een uitbraak van een voor pluimvee erg besmettelijk subtype (H7N7) van vogelgriep in Nederland in 2003. Dit leidde tot een ruiming van een groot aantal professionele bedrijven en hobbypluimvee koppels. Er zijn 89 werknemers, betrokken bij de ruiming, besmet geraakt. Eén dierenarts, bij wie het verloop wel ernstig was, overleed.

Het H5N1-virus veroorzaakt naast klachten als keelpijn, hoesten of hoofdpijn vaak hoge koorts en longontsteking. Ook kan de functie van bepaalde organen uitvallen. In Azië en het Midden-Oosten komt deze hoogpathogene griepvariant al enige jaren voor in wilde vogels. Van daaruit worden af en toe (ernstige) infecties van H5N1 gerapporteerd bij mensen, vrijwel altijd na contact met ziek pluimvee dat buiten gehouden wordt. Tijdens recente uitbraken is meer dan de helft van de met het vogelgriep besmette mensen overleden. De meeste slachtoffers zijn kinderen en jongvolwassenen, die daarvoor niet ziek waren.

Hoewel directe overdracht van vogelgriepvirussen naar de mens gevaarlijk kan zijn is infectie van de mens zeldzaam, zelfs bij intensief contact. Overdracht van H5N1 van mens op mens is nog niet voorgekomen.

Het komt voor dat mensen, die met varkens werken, worden besmet met het varkensgriepvirus. Dit leidt in het algemeen niet tot ernstige klachten.

MRSA

MRSA-dragerschap is over het algemeen niet gevaarlijk, gezonde personen merken er meestal niets van. Bij een verminderde weerstand of bij pas geopereerde patiënten kan MRSA infecties veroorzaken, zoals huid- en wondinfecties. In zeldzame gevallen kan een bloedvergiftiging, botinfectie of longontsteking ontstaan.

ESBL

De bacteriën die ESBL's kunnen produceren (*Klebsiella*, *Escherichia coli*), zijn gewone darmbacteriën. Zulke bacteriën zijn onschadelijk zolang ze zich in de darm bevinden van gezonde personen, maar kunnen infecties veroorzaken, soms zelfs ernstig, bij heel jonge en bij oude mensen met een verstoord immuunsysteem. Met name in het ziekenhuis vormen infecties met deze bacteriën een probleem. ESBL-producerende bacteriën veroorzaken infecties, zoals urineweginfecties en bloedbaaninfecties.

Omwonenden van intensieve-veehouderijbedrijven zijn potentieel blootgesteld aan fijn stof, aan een aantal specifieke micro-organismen en aan endotoxinen. Op kortere afstand van de bedrijven, vooral als het meerdere bedrijven zijn, kan deze blootstelling effecten geven op de gezondheid, met name op de luchtwegen. Het is nog niet duidelijk om welke afstand tot bedrijven het nu precies gaat en bij welke concentraties gezondheidseffecten optreden. Daarvoor is vooral nodig dat er op meer locaties wordt gemeten (verschillende typen bedrijven) en ook bij specifieke activiteiten (uitrijden mest, dierentransport).

Wet Luchtkwaliteit

Eind 2007 is de Wet Luchtkwaliteit van kracht geworden⁹. De belangrijkste wet- en regelgeving uit de Wet Luchtkwaliteit die van belang is voor industriële- en veehouderijbedrijven, is het Besluit en Regeling 'Niet in betekende mate bijdragen' (NIBM) en de Regeling Beoordeling Luchtkwaliteit 2007, inclusief de wijzigingen van 2008 en 2009. De grenswaarden voor luchtkwaliteit uit de Wet Luchtkwaliteit gelden ook voor bedrijven die onder het Activiteitenbesluit vallen. Het Activiteitenbesluit houdt hier rekening mee met het onderbrengen van activiteiten onder het Besluit en door zonodig voorschriften te stellen.

Besluit en regeling NIBM

Voor nieuwe industriële - en veehouderijbedrijven of bedrijfsuitbreidingen dient in eerste instantie altijd 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% van de jaargemiddelde grenswaarde van PM₁₀ of NO₂ toeneemt. Dit komt overeen met 1,2 µg/m³ voor zowel PM₁₀ en NO₂. Wanneer een bedrijf NIBM bijdraagt aan de luchtverontreiniging van PM₁₀ en NO₂ behoeft voor deze stoffen geen verdere berekening meer gemaakt te worden. Bij veehouderijen leidt dit er toe dat een expliciete toetsing aan de grenswaarden van de Wet Luchtkwaliteit in weinig gevallen plaats vindt. De bijdrage van NIBM-projecten aan de luchtverontreiniging wordt binnen het Nationaal Samenwerkingsprogramma Luchtkwaliteit (NSL) gecompenseerd met algemene maatregelen.

⁹ Sinds 15 november 2007 zijn de belangrijkste bepalingen over luchtkwaliteitseisen opgenomen in de Wet milieubeheer (hoofdstuk 5, titel 5.2 Wm). Omdat titel 5.2 handelt over luchtkwaliteit staat deze ook wel bekend als de 'Wet luchtkwaliteit'. Specifieke onderdelen van de wet zijn uitgewerkt in onderliggende regelingen.

Regeling beoordeling Luchtkwaliteit 2007

De Regeling Beoordeling Luchtkwaliteit 2007 geeft de regels aan waaraan de rekenmodellen moeten voldoen die gebruikt worden om de emissie en verspreiding van fijn stof in de omgeving van een industrieel- of veehouderijbedrijf (conform Standaard Rekenmethode 3, SRM3). Verder bevat de regeling voorschriften over metingen en berekeningen om de concentratie en depositie van luchtverontreinigende stoffen vast te stellen. Ook schrijft de regeling voor dat er gerapporteerd moet worden over de uitkomsten van metingen en berekeningen en dat er een plan met maatregelen moet zijn om een goede luchtkwaliteit te bewerkstelligen in geval van overschrijding. In de Regeling staat verder dat IenM elk jaar de generieke gegevens (zoals achtergrondconcentraties, te gebruiken emissiefactoren voor dieren, correctiegegevens voor dubbeltellingen en meteorologische gegevens) bekend maakt die gebruikt moeten worden bij het uitvoeren van berekeningen (zie <http://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/luchtkwaliteit/meten-en-rekenen>). Deze berekeningen moeten worden uitgevoerd met de standaardrekenmethoden uit de regeling. Andere rekenmethoden mogen alleen worden gebruikt wanneer deze methoden zijn goedgekeurd door de minister van IenM. Naast de Wet milieubeheer geldt er voor intensieve veehouderijbedrijven ook nog andere regelgeving, zoals de Wet ammoniak en veehouderij of de Wet geurhinder veehouderij.

De grenswaarde voor fijn stof waaraan getoetst moet worden is naast de jaargemiddelde grenswaarde van $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ fijn stof, ook de daggemiddelde grenswaarde van $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, die maximaal 35 dagen per jaar mag worden overschreden. Bij fijn stof puntbronnen zoals veehouderijbedrijven blijkt de daggemiddelde grenswaarde bijna altijd bepalend te zijn. Alleen toetsen aan de jaargemiddelde grenswaarde is daarom niet voldoende.

Via het Nationaal Samenwerkingsprogramma Luchtkwaliteit (NSL) worden fijn stof knelpunten opgelost. In een apart traject worden de overschrijdingen bij veehouderijen aangepakt. De bedoeling is dat er in 2013 geen overschrijdingen meer van de grenswaarden bij veehouderijen voorkomen. Voor wat het NSL verder inhoudt wordt verwezen naar de module 'Wegverkeer en luchtverontreiniging', evenals voor de meest recente veranderingen in de Wet luchtkwaliteit.

Wetgevingen en richtlijnen voor biologische agentia

Voor de biologische agentia zijn er geen normen of grenswaarden voor de emissie of het gehalte in stallen of in de omgeving. Er zijn wel voorschriften of adviezen die de risico's voor de gezondheid zoveel mogelijk moeten beperken. Voor Q-koorts, vogel- en varkensgriep is er een meld- en bestrijdingsplicht op grond van de Gezondheids- en Welzijnswet voor Dieren. Ook moeten alle melkgeiten, melkschapen en de geiten en schapen op bedrijven met een publieksfunctie gevaccineerd worden.

Om insleep van micro-organismen, het voorkomen en verspreiden van (dier)ziekten zoveel mogelijk te beperken ontraadt het RIVM sterk het op één bedrijf huisvesten van zowel grotere aantallen varkens als pluimvee. Er wordt aangeraden minimaal een afstand van 1 à 2 kilometer tussen bedrijven aan te houden (Kornalijnslijper, Rahamat-Langendoen en van Duynhoven, 2008).

GGD Nederland geeft aan, dat de intensieve veehouderij moet worden gekenschetst als een industriële bedrijfstak, waar hoge eisen worden gesteld aan de bedrijfsvoering. Daar hoort ook een advies over een gezonde afstand tussen bedrijven en woonkernen bij. Er wordt aanbevolen om bij nieuwbouw en planontwikkeling een minimale afstand van 250 meter te hanteren tussen een intensieve veehouderij en gevoelige bestemmingen. Bij innovatieve planvorming kan er reden zijn om een meer specifieke risico-beoordeling te maken. Binnen de afstand van 250 – 1000 meter tussen een landbouwbouwtontwikkelingsgebied (LOG) of bedrijf tot een woonkern of lintbebouwing wordt aanbevolen bij vergunningverlening een aanvullende gezondheidkundige risicobeoordeling uit te voeren. In het daaruit voortvloeiende advies kunnen bedrijfsspecifieke kenmerken zoals diersoort, bouwtype (open/gesloten stal), ligging, windrichting en andere ruimtelijke ordeningsaspecten meegewogen worden.

GES-score

Industriële bedrijven

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

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	$0,5 - 0,75 \times \text{MTR}$
$0,75 \times 10^{-4} - 1,0 \times 10^{-4}$	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 x 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

Gezondheidkundige advieswaarden (MTR) van een groot aantal stoffen zijn in de tabel weergegeven. In de tabel zijn ook de wettelijke grenswaarden opgenomen (Fast, Mooij & Mennen, 2008). De gezondheidkundige advieswaarden zijn tevens vergeleken met en getoetst aan de RIVM rapportages in het kader van de ordening van luchtnormen (Road-map Normstelling). Omdat in GES een gezondheidkundige toetsing plaatsvindt wordt aan de gezondheidkundige advieswaarde getoetst. Voor een aantal stoffen, waaronder benzeen, ligt de beleidsmatige wettelijke grenswaarde lager. Het is van belang hiervan melding te maken bij de interpretatie van een GES.

Stof	Gezondheidkundige 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	60 ^v (cis) 60 ^v (trans)	
Trichlooretheen	200 ^b	
Tetrachlooretheen	250 ^b	
1,2-dichloorpropan	12 ^f	

Stof	Gezondheidskundige advieswaarde Jaargemiddelde $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Grenswaarden Jaargemiddelde $\mu\text{g}/\text{m}^3$
1,4-dichloorbenzeen	670 ^b	
Dichloorbenzenen (som)	600 ⁿ	
Chloorbenzeen	500 ^f	
Trichloorbenzenen (som)	50 ^b	
Dichloormethaan	3.000 ^b	
Trichloormethaan (chloroform)	100 ^b	
Tetrachloormethaan	60 ^b	
Vinylchloride	3,6 ^w	
Polychloorbifenylen (PCB's), niet dioxineachtigen	0,5 ^b	
Dioxinen (in i-TEQ)	7.10 ^{-6j}	
Aromatische verbindingen		
Benzeen	20 ^b	5 ^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	
Aceetaldehyde	300 ^o	
Acroleïne	0,5 ⁿ	
Aceton	31.200 ^r	
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	

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

- a: Wet Luchtqualiteit; voor SO₂ 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 H₂S. De WHO geeft een Air Quality Guideline van 0,15 mg/m³ (24-uursgemiddelde) en beveelt een maximale waarde van 7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ aan om substantiële geurklachten te voorkomen (30 minuten gemiddelde). De Gezondheidsraad beschouwt als kritisch effect weefselschade in de neus dat in dierstudies is gevonden. Op grond daarvan is een gezondheidskundige advieswaarde voor de werkplek afgeleid van 2,3 mg/m³ (Gezondheidsraad (2006) – Hydrogen sulphide. No 2006/070SH). De US-EPA leidde op basis van de weefselschade 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 SO₂ 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 SO₂. 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.
- j: Voor dioxine is de TDI 2 pg/kg lg/dag (recentste waarde van de EU en de WHO-JECFA). Uitgaande van een ademvolume van 20 m³ per dag voor een volwassene van 70 kg lichaamsgewicht wordt een waarde van 7*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 mg/m³ 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 gezondheidkundige 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 gezondheidkundige 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 gezondheidkundige advieswaarde van $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ voor PM_{10} afgeleid op basis van een gezondheidkundige 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 gezondheidkundige advieswaarde beschikbaar wegens gebrek aan toxicologische gegevens.
- v: Tiesjema, B. & A.W. Baars (2009) - Re-evaluation of some human-toxicological Maximum Permissible Risk levels earlier evaluated in the period 1991-2001. Rapportnr. 711701092. RIVM, Bilthoven.
- w: Conform Baars, A.J. et al. (2001) gebaseerd op een extra kankerrisico bij levenslange blootstelling van 1 : 10.000. In Fleuren, R.H.L.J. et al. (2009) wordt een MTR voorgesteld van $0,036 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gebaseerd op een extra kankerrisico bij levenslange blootstelling van 1 : 1.000.000. In: Fleuren, R.H.L.J., P.J.C.M. Janssen & L.R.M. de Poorter (2009) – Environmental risk limits for twelve volatile aliphatic hydrocarbons. An update considering human-toxicological data. Rapportnr. 601782013. RIVM, Bilthoven.

Intensieve veehouderijen

De concentraties van fijn stof als gevolg van emissies van veehouderijbedrijven worden getoetst aan de hand van de bestaande grenswaarden voor PM_{10} , zonder dat daarbij rekening wordt gehouden met het wezenlijke verschil in samenstelling. Gezien dit essentiële verschil is het de vraag of het wel terecht is de GES-scores te gebruiken, zoals die afgeleid zijn voor PM_{10} en $\text{PM}_{2,5}$, waarbij van een vaste verhouding $\text{PM}_{2,5}/\text{PM}_{10}$ wordt uitgegaan. Er is echter nog geen dosis-effect relatie voor het fijn stof van veehouderijbedrijven bekend. Vooralsnog en noodgedwongen wordt dus toch uitgegaan van deze GES-scores. Zie hiervoor verder de module 'Wegverkeer en luchtverontreiniging'.

Voor endotoxinen is ook nog geen kwantitatieve dosis-effectrelatie bekend. Er zijn ook slechts beperkt metingen gedaan in de omgeving van veehouderijen. Het is daarmee nog niet mogelijk om GES-scores af te leiden voor endotoxinen.

Voor de zoönosen worden door het RIVM en GGD Nederland minimale afstanden aanbevolen tussen bedrijven onderling en tussen bedrijven en gevoelige bestemmingen. Hier liggen niet direct kwantitatieve dosis-effectrelaties aan ten grondslag. Vooralsnog is er voor gekozen om zoönosen nog niet in de systematiek van GES-scores op te nemen. Aangeraden wordt wel bij een gezondheidseffectscreening bij intensieve veehouderijen in kwalitatieve zin in te gaan op zoönosen en de voorwaarden waaronder de risico's voor de gezondheid in de omgeving zoveel mogelijk beperkt kunnen worden.

B - Bedrijven en geur¹⁰

Bij geur 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

Wabo, Wet Milieubeheer, Activiteitenbesluit en NeR

Voor de beoordeling van geur 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 milieu- of omgevingsvergunning in het kader van de Wet Milieubeheer en Wabo voor het betreffende bedrijf is of dat er algemene regels voor geur voor de betreffende activiteit in het Activiteitenbesluit zijn opgenomen (zie Module A Bedrijven en luchtverontreiniging).

De 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 geurhinder kan optreden. De NeR heeft daarvoor een specifieke hindersystematiek. Vanaf 1 januari 2013 zal deze hindersystematiek zijn opgenomen in de Handleiding geur, waarnaar de NeR zal verwijzen.

Ook het Activiteitenbesluit sluit aan bij de NeR. Op basis van het Activiteitenbesluit krijgt het bevoegd gezag wel de mogelijkheid om in aanvulling op de NeR maatvoorschriften te stellen als blijkt dat de geurhinder een aanvaardbaar niveau overschrijdt.

Emissie

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

Vanaf 2007 is de gehanteerde geurmaat voor emissie het aantal Europese odourunits per uur (ou_E /uur). In het verleden werd de geuremissie uitgedrukt in aantal geureenheden per uur (ge /uur). Voor odourunits en geureenheden geldt een vaste verhouding van $1 ou_E = 2 ge$.

Voor de bepaling van de geuremissie is er een gestandaardiseerde meetmethode (de CEN-norm voor geurmeting NEN-EN 13725). 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 het gehele panel ruikt wordt op $1 ou_E/m^3$ gesteld. De hierbij behorende verdunningsfactor geeft de bronsterkte aan. Is er bijvoorbeeld 10x verdund, dan is de geursterkte van het oorspronkelijke monster $10 ou_E/m^3$. Gecombineerd met het debiet van de luchtstroom uit de pijp (aantal m^3 per uur) kan dan de geuremissie (aantal ou_E /uur) bepaald worden.

Verspreidingsmodellen

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) voorgescreven (zie Module A Bedrijven en luchtverontreiniging). Er kunnen dan geurcontouren, lijnen die punten met dezelfde geurconcentratie verbinden, getekend worden. Zo geeft de geurcontour van $1 ou_E/m^3$ als 98-percentiel aan waar een geurconcentratie van $1 ou_E/m^3$ 2% van de tijd wordt overschreden.

Ook de vereenvoudigde versie van het NNM, ISL3a, dat ontwikkeld is voor de berekening van de verspreiding van PM_{10} en NO_2 in eenvoudige situaties (zie Module A) is in principe te gebruiken voor geur. De resultaten die op het scherm en in een PDF-document worden gepresenteerd zijn echter totaalconcentraties: de bijdrage van de bron wordt opgeteld bij de achtergrondconcentraties voor PM_{10} en NO_2 .

¹⁰ Gerelateerd aan dit onderwerp is de [GGD Richtlijn Geurhinder](#) verschenen met aanvullende informatie.

Alleen een bestand dat in te lezen is met een teksteditor als Notepad en desnoods met MS-Excel geeft de bijdrage van de bron apart weer en is dus te gebruiken voor geur.

Snuffelploegen

Geurconcentraties in de omgeving kunnen niet zoals bij de emissie met behulp van een olfactometer en een panel vastgesteld worden. De geurconcentratie is te laag, waardoor er te weinig verdunningsstapen 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 $0,5 ou_E/m^3$. 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.

De afstand waarop een bedrijf nog te ruiken is

Er wordt van uitgegaan, dat de invloed van een bedrijf tot op een met een verspreidingsmodel berekende afstand van de geurcontour van $0,5 ou_E/m^3$ (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 piekemissies 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. Ook 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.
- Storingen en incidenten kunnen een belangrijke oorzaak zijn van geurhinder.
- Juist bij geur moeten verspreidingsmodellen met zeer veel voorzichtigheid gehanteerd worden. Het vaststellen van hinder bij omwonenden blijft veelal noodzakelijk.

Nederlandse Emissie Richtlijnen (NeR)

Naast de vergunning en het Activiteitenbesluit 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 bedrijfscategorieën waarvoor geen regelingen zijn opgesteld is het aan het bevoegd gezag om het acceptabele hinderniveau vast te stellen.

Voor de volgende bedrijfstakken is een Bijzondere Regeling voor geur opgenomen in de NeR:

Bedrijfstak	Emissie	Opmerkingen
Aardappelverwerkende industrie	Door grote spreiding in emissiegegevens, is het niet mogelijk om emissiefactoren vast te stellen.	
Asfaltmenginstallaties	Geuremissie is 11×10^6 ou _E */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, $55 - 620 \times 10^6$ ge/ton	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: 20×10^6 ge/ton Koken deelbeslag: 38×10^6 ge/ton Diffuse bronnen: 13×10^6 ge/ton Koken van de wort: 530×10^6 ge/ton	
Cacaobonen verwerkende industrie	Tot ca. 1150×10^6 ou _E */ton cacao-bonen	Geuremissie vooral bij bonen voorbereiden, prepareren, roosten en malen. De afgassen van deze laatste drie bronnen zijn aangesloten op een schoorsteen.
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 piekemissies 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.	De geuremissiefactoren (ou _E /ton product) zijn gebaseerd op de emissie van de koelers van de persinstallatie(s). De geuremissiefactoren zijn afhankelijk van de diersoort waarvoor het voer is bestemd, het eiwitgehalte en de meeltemperatuur. Geuremissiefactoren zijn gedefinieerd voor geperste voeders voor varkens, pluimvee, rundvee en overige landbouwhuisdieren. Het rekenprogramma is beschikbaar op de website www.geurnormdiervoeder.nl .
GFT-compostering	Er zijn emissiefactoren vastgesteld (zie NeR) Totale emissie tot meer dan 10.000×10^6 ge/uur.	Emissie afhankelijk van oppervlak, aanvoer en hoeveelheid aan (tussen)product en aanwezigheid luchtafzuiging met of zonder luchtbehandeling.
Groenvoerdrogerijen	Gras: 3500×10^6 ge/ton (schoorsteen) 160×10^6 ge/ton (dak- of grondniveau)	De regeling van de NeR geldt vooral voor drogerijen van gras en luzerne, omdat voor deze inrichtingen generieke maatregelen op te stellen zijn.

Bedrijfstak	Emissie	Opmerkingen
	Luzerne: 700 x 10 ⁶ ge/ton (schoorsteen) 630 x 10 ⁶ ge/ton (dak- of grond niveau)	
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	
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.
Vleesindustrie a. Slachterijen b. Vetsmelterijen c. Vleeswarenbedrijven (incl. vleesbereiding)	Geuremissiefactoren voor slachterijen, vetsmelterijen en vleeswarenbedrijven in NeR. Totale emissie tot 1000 x 10 ⁶ /uur.	

* Tussen odourunits en geureenheden geldt een vaste verhouding van 1 ou_E = 2 ge.

Schatten van geurconcentraties in de omgeving van het bedrijf

Als er geen verspreidingsberekeningen zijn gedaan kan toch inzicht in optredende geurconcentraties in de omgeving van het bedrijf verkregen worden met behulp van de 'eerste beoordelingsmethode'. Deze methode 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 hiervan kan op basis van de geuremissiesterkte, de schoorsteenhoogte en de temperatuur eenvoudig geurconcentraties (98-percentielen) op verschillende afstanden in een tabel afgelezen worden.

Voor het opstellen van deze tabellen zijn verspreidingsberekeningen uitgevoerd met Stacks versie 2006 onder reële worstcase omstandigheden. Deze omstandigheden houden in: gebruik van het meteobestand van Eindhoven, een open terrein, een relatief lage uittredesnelheid (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.

Mogelijke maatregelen ter vermindering van de emissie, verspreiding of belasting

Er zijn verschillende mogelijkheden om de emissie, de verspreiding en de geurbelasting op leefniveau te verminderen. Het gaat veelal om maatwerk, zodat het moeilijk is om de effectiviteit van deze maatregelen in zijn algemeenheid aan te geven. Bedacht moet worden dat genoemde theoretische reducties in de praktijk niet altijd gehaald worden.

De volgende maatregelen zijn mogelijk:

Maatregelen bij industriële bedrijven	Reductie
Emissie	
Productievermindering	
Aanpassen van het productieproces	
Biowassers/gaswassers	ca. 40%
Adsorptie (vooral actief kool)	
Oxidatie van geurcomponenten met actieve zuurstof	>70%
Doekenfilters op de koelers	
Naverbranding van de afgassen	80%
“Good housekeeping” zoals het goed afdekken van geurende materialen, het gesloten houden van ramen en deuren en andere ventilatieopeningen en het voorkomen van diffuse emissies	
Geurbelasting	
Schoorsteenverhoging	0 - 100%*
Vergroten uittreesnelheid afgas (pluim stijgt hoger, meer verdunning)	
Vergroten warmte-inhoud afgas (pluim stijgt hoger, meer verdunning)	
Hinder	
Communicatie over geursituatie en maatregelen	

*: Schoorsteenverhoging heeft een grotere verdunning en lagere concentraties op leefniveau tot gevolg. De mate van reductie is vooral afhankelijk van de mate van verhoging, de afstand tot de schoorsteen en de schoorsteen-temperatuur. Voor schoorsteenhoogten tot 50 meter en drie verschillende temperaturen is de mate van reductie af te lezen uit de bovengenoemde tabellen van de eerste beoordelingsmethode IPPC.

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 geurreggeving voor de landbouw.

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

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

Vooraf intensieve veehouderijbedrijven met grote aantallen legkippen, slachtkuikens, varkens of mestkalveren en nertsenfokkerijen zorgen in de omgeving voor geurhinder.

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 Agritechneik (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.

Geuremissiefactoren

In de Regeling geurhinder en veehouderij (Rgv) 2006 Bijlage 1, die in 2007, 2009, 2010 en 2011 is gewijzigd, 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 de in 2007, in 2009, in 2010 en 2011 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
	– biologische luchtwasser (45% reductie)	19,6
A 5	Vleesstierkalveren tot 6 maanden	35,6
A 6	Vleesstieren en overig vleesvee van 6 tot 24 maanden (roodvlees-productie)	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
	– gecombineerd luchtwassysteem BWL 2011.07 (45% reductie)	3,0
	– gecombineerd luchtwassysteem BWL 2006.14.V2 (70% reductie)	1,6
	– gecombineerd luchtwassysteem BWL 2007.01.V2; BWL 2007.02.V1; BWL 2010.02; BWL 2011.08 (75% reductie)	1,4
	– gecombineerd luchtwassysteem BWL 2006.15.V3 (80% reductie)	1,1
	– gecombineerd luchtwassysteem BWL 2009.12 (85% reductie)	0,8
	Overige huisvesting	7,8
	– chemische luchtwasser (30% reductie)	5,5

RAV-nr.	Diercategorie	Geuremissiefactor ou _E /s
	– biologische luchtwater (45% reductie)	4,3
	– gecombineerd luchtwatersysteem BWL 2011.07 (45% reductie)	4,3
	– gecombineerd luchtwatersysteem BWL 2006.14.V2 (70% reductie)	2,3
	– gecombineerd luchtwatersysteem BWL 2007.01.V2; BWL 2007.02.V1; BWL 2010.02; BWL 2011.08 (75% reductie)	2,0
	– gecombineerd luchtwatersysteem BWL 2006.15.V3 (80% reductie)	1,6
	– gecombineerd luchtwatersysteem BWL 2009.12 (85% reductie)	1,2
D 1.2	Kraamzeugen (inclusief biggen tot spenen)	
	Emissiearme en overige huisvesting	27,9
	– chemische luchtwater (30% reductie)	19,5
	– biologische luchtwater (45% reductie)	15,3
	– gecombineerd luchtwatersysteem BWL 2011.07 (45% reductie)	15,3
	– gecombineerd luchtwatersysteem BWL 2006.14.V2 (70% reductie)	8,4
	– gecombineerd luchtwatersysteem BWL 2007.01.V2; BWL 2007.02.V1; BWL 2010.02; BWL 2011.08 (75% reductie)	7,0
	– gecombineerd luchtwatersysteem BWL 2006.15.V3 (80% reductie)	5,6
	– gecombineerd luchtwatersysteem BWL 2009.12 (85% reductie)	4,2
D 1.3	Guste en dragendezeugen	
	Emissiearme en overige huisvesting	18,7
	– chemische luchtwater (30% reductie)	13,1
	– biologische luchtwater (45% reductie)	10,3
	– gecombineerd luchtwatersysteem BWL 2011.07 (45% reductie)	10,3
	– gecombineerd luchtwatersysteem BWL 2006.14.V2 (70% reductie)	5,6
	– gecombineerd luchtwatersysteem BWL 2007.01.V2; BWL 2007.02.V1; BWL 2010.02; BWL 2011.08 (75% reductie)	4,7
	– gecombineerd luchtwatersysteem BWL 2006.15.V3 (80% reductie)	3,7
	– gecombineerd luchtwatersysteem BWL 2009.12 (85% reductie)	2,8
D 2	Dekberen, 7 maanden en ouder	
	Emissiearme en overige huisvesting	18,7
	– chemische luchtwater (30% reductie)	16,1
	– biologische luchtwater (45% reductie)	12,7
	– gecombineerd luchtwatersysteem BWL 2011.07 (45% reductie)	12,7
	– gecombineerd luchtwatersysteem BWL 2006.14.V2 (70% reductie)	5,6
	– gecombineerd luchtwatersysteem BWL 2007.01.V2; BWL 2007.02.V1; BWL 2010.02; BWL 2011.08 (75% reductie)	4,7
	– gecombineerd luchtwatersysteem BWL 2006.15.V3 (80% reductie)	3,7
	– gecombineerd luchtwatersysteem BWL 2009.12 (85% reductie)	2,8
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 luchtwater (30% reductie)	12,5
	– biologische luchtwater (45% reductie)	9,8
	– gecombineerd luchtwatersysteem BWL 2011.07 (45% reductie)	9,8
	– gecombineerd luchtwatersysteem BWL 2006.14.V2 (70% reductie)	5,4
	– gecombineerd luchtwatersysteem BWL 2007.01.V2; BWL 2007.02.V1; BWL 2010.02; BWL 2011.08 (75% reductie)	4,5
	– gecombineerd luchtwatersysteem BWL 2006.15.V3 (80% reductie)	3,6
	– gecombineerd luchtwatersysteem BWL 2009.12 (85% reductie)	2,7
	Overige huisvesting	23,0
	– chemische luchtwater (30% reductie)	16,1
	– biologische luchtwater (45% reductie)	12,7
	– gecombineerd luchtwatersysteem BWL 2011.07 (45% reductie)	12,7
	– gecombineerd luchtwatersysteem BWL 2006.14.V2 (70% reductie)	6,9
	– gecombineerd luchtwatersysteem BWL 2007.01.V2; BWL 2007.02.V1; BWL 2010.02; BWL 2011.08 (75% reductie)	5,8
	– gecombineerd luchtwatersysteem BWL 2006.15.V3 (80% reductie)	4,6

RAV-nr.	Diercategorie	Geuremissiefactor ou _E /s
	– gecombineerd luchtwassysteem BWL 2009.12 (85% reductie)	3,5
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
	– chemische luchtwasser BWL 2007.08.V3 (40% reductie)	0,11
	– biologische luchtwasser (45% reductie)	0,10
	– biofilter (45% reductie)	0,10
	Niet-batterijhuisvesting	
	Emissiearme en overige huisvesting	0,18
	– chemische luchtwasser (30% reductie)	0,13
	– chemische luchtwasser (BWL 2007.08.V3) (40% reductie)	0,11
	– biologische luchtwasser (45% reductie)	0,10
	– biofilter (45% reductie)	0,10
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
	– chemische luchtwasser BWL 2007.08.V3 (40% reductie)	0,21
	– biologische luchtwasser (45% reductie)	0,19
	– biofilter (45% reductie)	0,19
	Niet-batterijhuisvesting	
	Emissiearme en overige huisvesting	0,34
	– chemische luchtwasser (30% reductie)	0,23
	– chemische luchtwasser (BWL 2007.08.V3) (40% reductie)	0,20
	– biologische luchtwasser (45% reductie)	0,19
	– biofilter (45% reductie)	0,19
E 3	(Groot-)ouderdieren van vleeskuikens in opfok, jonger dan 19 weken	
	Emissiearme en overige huisvesting	0,18
	– chemische luchtwasser (30% reductie)	0,13
	– chemische luchtwasser (BWL 2007.08.V3) (40% reductie)	0,11
	– biologische luchtwasser (45% reductie)	0,10
	– biofilter (45% reductie)	0,10
E 4	(Groot-)ouderdieren van vleeskuikens	
	Emissiearme en overige huisvesting	0,93
	– chemische luchtwasser (30% reductie)	0,65
	– chemische luchtwasser (BWL 2007.08.V3) (40% reductie)	0,56
	– biologische luchtwasser (45% reductie)	0,51
	– biofilter (45% reductie)	0,51
E 5	Vleeskuikens	
	Emissiearme en overige huisvesting	0,24
	– uitbroeden en opfokken tot 13 dagen en vervolghuisvesting	0,22
	– uitbroeden en opfokken tot 19 dagen en vervolghuisvesting	0,19
	– chemische luchtwasser (30% reductie)	0,17
	– chemische luchtwasser (BWL 2007.08.V3) (40% reductie)	0,14
	– biologische luchtwasser (45% reductie)	0,13
	– biofilter (45% reductie)	0,13
Kalkoenen		
F 1	Ouderdieren van vleeskalkoenen in opfok tot 6 weken	0,29
	– chemische luchtwasser (30% reductie)	0,20
	– chemische luchtwasser (BWL 2007.08.V3) (40% reductie)	0,17

RAV-nr.	Diercategorie	Geuremissiefactor ou _E /s
	– biologische luchtwasser (45% reductie)	0,16
	– biofilter (45% reductie)	0,16
F 2, F 3	Ouderdieren van vleeskalkoenen in opfok vanaf 6 weken	1,55
	– chemische luchtwasser (30% reductie)	1,09
	– chemische luchtwasser (BWL 2007.08.V3) (40% reductie)	0,93
	– biologische luchtwasser (45% reductie)	0,85
	– biofilter (45% reductie)	0,85
F 4	Vleeskalkoenen	1,55
	– chemische luchtwasser (30% reductie)	1,09
	– chemische luchtwasser (BWL 2007.08.V3) (40% reductie)	0,93
	– biologische luchtwasser (45% reductie)	0,85
	– biofilter (45% reductie)	0,85
Eenden		
G 1	Ouderdieren van vleeseenden	0,49
	– chemische luchtwasser (30% reductie)	0,34
	– chemische luchtwasser (BWL 2007.08.V3) (40% reductie)	0,29
	– biologische luchtwasser (45% reductie)	0,27
	– biofilter (45% reductie)	0,27
G 2	Vleeseenden	0,49
	– chemische luchtwasser (30% reductie)	0,34
	– chemische luchtwasser (BWL 2007.08.V3) (40% reductie)	0,29
	– biologische luchtwasser (45% reductie)	0,27
	– biofilter (45% reductie)	0,27
Parelhoenders		
J 1	Parelhoenders voor de vleesproductie	0,24
	– chemische luchtwasser (30% reductie)	0,17
	– chemische luchtwasser (BWL 2007.08.V3) (40% reductie)	0,14
	– biologische luchtwasser (45% reductie)	0,13
	– biofilter (45% reductie)	0,13
Overig		
M 1	Landbouwhuisdieren die in veehouderijen worden gehouden	niet vastgesteld

Bestand Veehouderij Bedrijven (BVB)

Web-BVB (Bestand Veehouderij Bedrijven) is een database waarin per gemeente de agrarische vergunninggegevens of meldingen van veehouderijbedrijven staan. De database is opgezet om de milieubelasting van ammoniak en fijnstof en de ontwikkelingsruimte van agrarische bedrijven in de provincie in kaart te brengen. De database is voor iedereen toegankelijk. De gemeenten zijn verantwoordelijk voor de inhoud van gegevens. Gemeenten actualiseren 2x per jaar de data in het BVB.

Web-BVB is beschikbaar voor Gelderland (www.webbvb.gelderland.nl), Noord-Brabant (<https://bvb.brabant.nl/>), Utrecht (utrecht.vaa.com/webbvb/), Overijssel (<http://overijssel.vaa.com/webbvb/>) en Limburg (<http://limburg.vaa.com/webbvb/>).

In het BVB zijn de gemeente, het adres, de XY-coördinaat, het bedrijfstype en de geuremissie (ou_E/s) van alle veehouderijen opgenomen. Deze gegevens worden in een excelsheet getoond als geklikt wordt op Rapportages/Actuele situatie en vervolgens bij Rapport op Bedrijfstotalen en Toon. Als bij Rapport geklikt wordt op diercategorieën worden in een excelsheet de gemeente, het adres, de XY-coördinaat en het aantal dieren per diercategorie getoond.

Een interactieve kaart met alle veehouderijen en landbouwontwikkelingsgebieden (LOG) verschijnt als op Rapportages/Geo-rapportages wordt geklikt. Als op een bedrijf (en op de 'i') wordt geklikt worden het adres en de geuremissie in een pop-up scherm getoond.

Geurconcentratie en afstand bepalen met verspreidingsberekeningen

Net als bij industriële bedrijven kunnen verspreidingsmodellen gebruikt worden om op basis van bovenstaande emissiekengetallen en het aantal gehuisveste dieren de verspreiding van geur te berekenen (zie ook module A bedrijven en luchtverontreiniging).

Op 1 januari 2007 is de Wet geurhinder en veehouderij (Wgv) van kracht geworden (VROM, 2006). Deze is in de plaats gekomen van de Wet stankemissie veehouderijen in landbouwonwikkelings- en verwerkingsgebieden, de bijbehorende regeling en de Richtlijn veehouderij en stankhinder 1996. In deze wet werd aangesloten op de regelgeving voor de industrie. In plaats van eerder gehanteerde 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. Hiertoe heeft het ministerie van IenM aan gemeenten een op het Nieuw Nationaal Model gebaseerd vereenvoudigd verspreidingsmodel, V-Stacks, ter beschikking gesteld.

Met het invoeren van een aantal locatiespecifieke gegevens zoals de geuremissie, de hoogte, de uit-treedsnelheid en de diameter van de stalluchtuitlaat, de hoogte van het gebouw en de XY-coördinaten van geurgevoelige locaties kunnen de geurconcentraties (P98) op deze locaties berekend worden. Zo kan met het programma V-Stacks vergunning getoetst worden of de geur uit de stal van een veehouderij voldoet aan de Wet geurhinder en veehouderij.

Het programma V-Stacks gebied berekent de verspreiding van geur rond meerdere veehouderijen in een gebied. Hiermee kan dus de achtergrondbelasting worden berekend. De programma's V-Stacks vergunning en V-Stacks gebied zijn in 2010 vernieuwd. Ze zijn gratis te downloaden via de Infomil website (http://www.infomil.nl/onderwerpen/landbouw-tuinbouw/geur-veehouderijen/wetgeving-geurhinder/item_100804).

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 ventilatieuitlaat en de temperatuur kunnen de P98-geurimmissieconcentraties op verschillende afstanden in tabellen afgelezen worden. De laagste temperatuur en hoogte van de ventilatie-uitlaat ('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 ventilatie-uitlaat dan de in de eerste beoordelingsmethode gehanteerde 5 meter.

Afstand bepalen voor pelsdieren

Voor pelsdieren, zoals nertsen, zijn geen geuremissiefactoren bekend. In Bijlage 2 van de Regeling Geurhinder Veehouderij 2006, die in 2009 is gewijzigd, 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	1001 - 1500	1.501 - 3.000	3.001 - 6.000	6.001 - 9.000
Binnen bebouwde kom	175	200	225	250	275
Buiten bebouwde kom	100	125	150	175	200
Emissiearme huisvesting; buiten bebouwde kom	75	100	125	150	175

Indien meer dan 9.000 fokteven (nertsen) worden gehouden, wordt de afstand voor elke extra 3.000 fokteven met 25 meter extra vergroot.

Voor een bedrijfswoning die deel uitmaakt van een andere veehouderij of daar tot 19 maart 2000 deel van heeft uitgemaakt geldt een afwijkende minimum afstand: 100 meter voor binnen de bebouwde kom en 50 meter voor buiten de bebouwde kom.

Mogelijke maatregelen ter vermindering van de emissie, verspreiding of belasting

Voor intensieve veehouderijen zijn er verschillende mogelijkheden om de geuremissie, verspreiding en geurbelasting te verminderen. Van een aantal maatregelen is de reductie in geuremissie te geven. Bedacht moet worden dat theoretische reducties in de praktijk niet altijd gehaald worden. Uit praktijkcontroles blijken luchtwassers niet altijd goed te werken. Zo komen er veel storingen voor in het procesregelsysteem en staat de luchtwasser ook wel eens uitgeschakeld. Er wordt onderzoek gedaan naar een elektronisch monitoringssysteem om de werking van luchtwassers eenvoudig te kunnen controleren. In een onderzoek van Wageningen UR Livestock Research (WUR LR) zijn geurrendementen (met standaarddeviatie) bepaald bij enkele diercategorieën en voor verschillende staltypen (Mosquera et al., 2011). De rendementen voor elk luchtwassysteem liepen flink uiteen. Over het algemeen lagen deze onder de in de Rgv opgenomen rendementen.

Van andere maatregelen zijn geen standaard reducties te geven.

De volgende maatregelen zijn mogelijk:

Maatregelen bij intensieve veehouderijen	Reductie
Emissie	
Vermindering aantal dieren (met Y %)	Y %*
Emissiearme huisvesting	
Biologische luchtwasser	45%
Chemische luchtwasser	30 - 40%
Gecombineerde luchtwasser	70 - 80%
“Good housekeeping” zoals het goed afdekken van geurende materialen en voorkomen van diffuse emissies	
Verplaatsen bedrijf	
Geurbelasting	
Verhoging uitstroomopening (en verticaal laten uitstromen)	
Hinder	
Communicatie over geursituatie en maatregelen	

*Bij bijvoorbeeld een vermindering van het aantal dieren met 50% daalt de emissie ook met 50%

Gezondheidskundige beoordeling

Gezondheidseffecten

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 geschat 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, vertrouwd/aangename geuren niet meer kunnen ruiken, minder diep ademen 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 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.

Methoden om hinder te bepalen

De blootstelling aan geur 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 over het algemeen 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. Er wordt alleen een beeld van de lange termijn en niet van de actuele situatie verkregen. 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 geurhinder 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.

Het aantal klachten en klagers zijn niet zondermeer goede indicatoren voor de omvang van de geurhinder is. Er zijn vele factoren, zowel persoonlijke- als omgevingsfactoren, die mede bepalen of een hinderervaring zich uiteindelijk zal uiten in het indienen van een klacht. De belangrijkste zijn: weten waar je naar toe kan met je klacht en hoop hebben dat je klacht wat uithaalt. Uit onderzoek rondom Schiphol blijkt er wel een duidelijke relatie te zijn tussen het jaargemiddelde geluidniveau en het aantal klagers (RIVM, 2005). In het Rijnmondgebied is een relatie vastgesteld tussen de geurbelasting (P99,5) en de fractie klagers (Milan, van Belois en Veenstra, 2009)

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

Gezondheidskundige beoordeling van geur van industriële bedrijven

Ontwerpgrenswaarde en nationale doelstelling

Tot 1995 werd de ontwerpgrenswaarde van $1 \text{ ge}/\text{m}^3$ 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 $10 \text{ ge}/\text{m}^3$. 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.

Bijzondere Regelingen NeR en maximale immissieconcentraties

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, geurbelasting 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 hinder en immissie en aanvaardbare niveaus zijn beschreven in de Bijzondere Regelingen van de NeR:

Bedrijfstak	Relatie immissie-hinder	Opmerkingen
Aardappelverwerkende industrie		Geen relatie tussen geurbelasting en hinder vastgesteld.
Asfaltmenginstallaties	Aanvaardbare immissieniveaus: - voor bestaande situaties $2 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ (P98), $10 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ (P99,99) - voor nieuwe situaties $1 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ (P98) $5 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ (P99,99)	Er zijn 2 bronnen met eigen hedonische waarde (H): de schoorsteen en de bitumenoverslag. Schoorsteen: bij een P98 van $1 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ is er kans op hinder (H=0,5); bij een P98 van $5 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ is er kans op ernstige hinder (H=-2). Bitumenoverslag: bij een P98 van $1 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ is er kans op hinder (H=0,5); bij een P98 van $2 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ is er kans op ernstige hinder (H=-2).
Beschuit- en banketindustrie	Bij $10 \text{ ge}/\text{m}^3$ als P98: 12% gehinderden. Op basis hiervan en van de technisch mogelijke maatregelen en economische gegevens is een waarde van $10 \text{ ge}/\text{m}^3$ als P98 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.

Bedrijfstak	Relatie immissie-hinder	Opmerkingen
Bierbrouwerijen	Voor grote brouwerijen (>200.000 hl bier): grenswaarde 3 ge/m ³ (P98) voor nieuwe situaties. Voor bestaande situaties geldt deze geurconcentratie als signaleringswaarde, omdat deze geurconcentratie ter plaatse van woningen vaak niet haalbaar wordt geacht.	Uit enkele hinderonderzoeken rond grote brouwerijen is gebleken dat geurhinder kan gaan optreden bij geurconcentraties boven 2 à 3 geureenheden per m ³ als P98. Laboratoriumonderzoeken geven waarden van 2,7 - 6 geureenheden.
Cacaobonen verwerkende industrie	In beginsel wordt een maximale immissieconcentratie van 5 ou _E /m ³ (P98) als milieuhygiënische referentiewaarde gehanteerd. Voor nieuwe situaties wordt uitgegaan van een bovengrens van 2,5 ou _E /m ³ (P98).	
Compostering van groenafval in de open lucht	Bij 1,5 ou _E /m ³ is de hinder vermoedelijk aanvaardbaar. Maximale immissieconcentratie: 1,5 ou _E /m ³ (P98) 3 ou _E /m ³ (P99,5) 6 ou _E /m ³ (P99,9)	Voor installaties met een doorzet van meer dan 20.000 ton/jaar. Geen relatie vastgesteld tussen geurbelasting en hinder.
Diervoederbedrijven	Maximale immissieconcentratie Bestaande situaties: 1,4 ou _E /m ³ als P98 Nieuwe situaties: 0,7 ou _E /m ³ als P98	Tot maart 2008 was een waarde van 2 ge/m ³ (1 ou _E /m ³) als P98 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)
GFT-compostering	Maximale immissieconcentratie Bestaande bedrijven: 6 ge/m ³ als P98. Bij 3 - 6 ge/m ³ als P98: uitsluitel geven of hinder aanvaardbaar is Nieuwe bedrijven: maximale concentratie van 3 ge/m ³ en een tussengebied van 1 tot 3 ge/m ³ als P98	
Groenvoerdrogerijen	De maximale immissieconcentratie: 5 ge/m ³ als P98	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.
Grote bakkerijen	Er is geen kwantitatieve geurnorm opgenomen. Een kwalitatieve beoordeling wordt toereikend geacht.	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.

Bedrijfstak	Relatie immissie-hinder	Opmerkingen
Koffiebranderijen	Maximale immissieconcentratie: 7 ge/m ³ als P98. 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
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. Bestaande situaties: 5 ge/m ³ (P98). Bij concentratie tussen 1,9 en 5 ge/m ³ (P98) moet bevoegd gezag afwegen of meer maatregelen nodig zijn. Nieuwe situaties: 1,9 ge/m ³ P98	

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

Vaststellen acceptabel hinderniveau

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.

In de NeR wordt het proces om te komen tot een acceptabel hinderniveau beschreven aan de hand van de zogenaamde hindersystematiek. Deze is beschreven in §2.9 en §3.6 van de NeR.

De mate van hinder moet afgewogen worden tegen de inspanningen die de initiatiefnemer moet leveren om de hoeveelheid hinder te verminderen. Deze inspanningen moeten conform BBT (Beste Beschikbare Technieken) zijn. In de hindersystematiek worden de aspecten genoemd die van belang zijn voor de afweging of het hinderniveau acceptabel is. Dit zijn enerzijds de mate van hinder, de aard en waardering van de geur, de omvang van de blootstelling en het klachtenpatroon. Anderzijds zijn dit aspecten zoals mogelijk extra maatregelen, de planologische situatie, sociaaleconomische aspecten en historische aspecten.

De NeR wordt geactualiseerd, ook omdat steeds meer bedrijven worden opgenomen in het Activiteitenbesluit. De geurparagrafen 2.9 en 3.6 worden vervangen door een Handleiding geur voor het vaststellen van het aanvaardbaar hinderniveau voor geur van bedrijven. Deze door Kenniscentrum InfoMil opgestelde handleiding verschijnt in de loop van 2012.

Enkele provincies en gemeenten hebben de hindersystematiek nader uitgewerkt en een specifiek geurbeleid opgesteld. De meeste 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).

Algemene dosis-effect relatie

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, industriële, geurbronnen:

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

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

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 sociaaleconomische 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 geur van intensieve veehouderijen

Relatie tussen geurbelasting en hinder

Ter voorbereiding van de begin 2007 van kracht geworden nieuwe stankwet, die niet op mestvarken-eenheden en stankcirkels maar op geurhinder en geurconcentraties gebaseerd is, voerde PRA (nu PRA Odournet) in 1999 een 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 in de oude wetgeving omschreven omgevingscategorieën en over concentratie/niet-concentratiegebieden gekozen. De indeling in deze gebieden is gebaseerd op de ammoniakemissie door de landbouw in dat gebied (meer of minder dan 150 ton NH₃ per 25 km²). Concentratiegebieden komen voor in Gelderland, Utrecht, Overijssel, Noord-Brabant en Limburg. 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 geurimmissieconcentratie (P98) en het percentage gehinderden. Ook het percentage ernstige hinder nam toe met de geurimmissieconcentratie. Vergeleken met de industrie was het percentage ernstige hinder laag in verhouding tot het percentage hinder. Verwacht was dat in de bebouwde kom, omgevingscategorie I, de meeste hinder bij vergelijkbare geurimmissieconcentratie 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 geurimmissieconcentratie (ge/m³) 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 uittredesnelheid, 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). 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. Voor de omzetting van ge/m³ naar ou_E/m³ werd nog een factor 2 toegepast.

De verschilfactor tussen het NNM (P98 ou_E/m³) en het LTFD-model (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:

Omgevingscategorïe ¹	Geurconcentratie (P98)		Hinder (%)	Ernstige hinder (%) ²
	LTFD ge/m ³	NNM ou _E /m ³		
	1	1	5	
	3	2	11	
	5	3	16	
I	7	5	20	3
II	10	6	25	5
	13	8	29	
	16	10	33	
III	20	13	38	8
	22	14	39	
	30	19	46	
IV	46	29	54**	17 ³

¹: De in de oude regelgeving voor gevoelige objecten gehanteerde omgevingscategorïeën lopen van meest stedelijk (I) tot meest landelijk (IV) gebied; I en II zijn woningen in de bebouwde kom; III en IV zijn woningen in het buitengebied

²: Alleen bij de geurconcentraties behorende bij de vier 'oude' omgevingscategorïeën is het percentage ernstige hinder bepaald

³: 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 (ge/m³) 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 ou _E /m ³		
	1	1	2	
	3	2	6	
	5	3	8	
I	7	4	11	2
II	10	6	14	2
		8	17	
		10	20	
III	20	12	22	4
		14	25	
	30	17	29	
IV	46	27	36**	8**

^{*} : Alleen bij de geurconcentraties behorende bij de vier 'oude' omgevingscategorïeën 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.

Wet geurhinder en veehouderij en geurnormen

De Wet geurhinder en veehouderij is begin 2007 van kracht geworden (VROM, 2006). 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 odourunits per m³ (P98). Zoals vermeld is er een vaste verhouding met geureenheden van $1 \text{ ou}_E/\text{m}^3 = 2 \text{ ge}/\text{m}^3$.

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 /m ³	0,1 – 14,0 ou _E /m ³
buiten bebouwde kom:	14,0 ou _E /m ³	3,0 – 35,0 ou _E /m ³

Buiten een concentratiegebied

binnen bebouwde kom:	2,0 ou _E /m ³	0,1 – 8,0 ou _E /m ³
buiten de bebouwde kom:	8,0 ou _E /m ³	2,0 – 20,0 ou _E /m ³

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).

Afwijken van hoogste toegestane geurbelastingen

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

Geurhinder bij hoogste toegestane geurbelasting en bandbreedte

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 ($P98 \text{ ou}_E/\text{m}^3$), en bijbehorend percentage gehinderden voor concentratie- en niet-concentratiegebieden. Deze tabel is gebaseerd op de relaties die door PRA zijn vastgesteld (PRA, 2007).

In Bijlage 6 wordt onderscheid gemaakt in voorgrond- en achtergrondbelasting. De voorgrondbelasting is de geurbelasting van die veehouderij die de meeste geur bij het geurgevoelig object veroorzaakt. Deze veehouderij is groot of ligt dicht bij het geurgevoelig object. In Bijlage 6 is een tabel opgenomen met geurbelastingen en hinderpercentages voor de voorgrondbelasting en een tabel voor de achtergrondbelasting. De relatie tussen de geurbelasting en de hinder verschilt namelijk. Bij gelijke geurbelastingen is de verwachte hinder door de voorgrondbelasting veel hoger dan die door de achtergrondbelasting. Als vuistregel geldt dat als de voorgrondbelasting meer dan de helft van de achtergrondbelasting bedraagt de voorgrondbelasting bepalend is voor de hinder. Aangezien de maximaal toegestane geurbelasting in de Wgv gelden voor één veehouderij zijn de hinderpercentages van de voorgrondbelasting aangehouden.

Het geschatte percentage hinder bij de toegestane waarden in de Wgv is dan 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 $10 \text{ ge}/\text{m}^3$ ($5 \text{ ou}_E/\text{m}^3$). Deze bovengrens krijgt een GES-score van 6, omdat deze grens als een soort MTR wordt beschouwd. Het MTR van geur is niet te vergelijken met het MTR van toxische stoffen.

Toch wordt bij geur 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:

Geurconcentratie P98 (ge/m ³)	Geurconcentratie P98 (ou _E /m ³)	Hinder (%)	Ernstige hinder (%)	GES-score
0	0	0	0	0
0 – 1	0 – 0,5	0 – 5	0	1
1 – 3	0,5 – 1,5	5 – 12	0 – 3	3
3 – 10	1,5 – 5	12 – 25	3 – 10	4
≥ 10	≥ 5	≥ 25	≥ 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	0,7 – 1,4 ou _E /m ³	4
	≥ 1,4 ou _E /m ³	6
Asfaltmenginstallaties	0,5 – 1 ou _E /m ³	4
	≥ 1 ou _E /m ³	6
Bierbrouwerijen Compostering groenafval Rioolwaterzuivering Slachterijen	1 – 3	4
	≥ 3	6
Groenvoerdrogerijen Vleeswarenbedrijven	1 – 5	4
	≥ 5	6
GFT-compostering	1 – 6	4
	≥ 6	6
Geur- smaakstoffenindustrie Koffiebranderijen	1 – 7	4
	≥ 7	6
Cacaobonen Beschuit- en banketindustrie Grote bakkerijen	1 – 10	4
	≥ 10	6

* 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)*	Geurconcentratie P98 (ou _E /m ³)	GES-score
Overige bedrijfstakken	0	0	0
	0 – 1	0 - 0,5	1
	1 – 10	0,5 - 5	4
	≥ 10	≥ 5	6

* 2 ge/m³ = 1 ou_E/m³

GES-score - Intensieve veehouderijen

De Wet geurhinder en veehouderij (Wvg) maakt bij de normstelling onderscheid in binnen en buiten een concentratiegebied 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 geur 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. Dan kunnen er lokale aspecten bij worden betrokken, zoals bijvoorbeeld dat er wellicht minder of meer hinder 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.

Hierbij wordt de dosis-effect relatie van de voorgrondbelasting aangehouden, omdat er van wordt uitgegaan dat over het algemeen één veehouderij meer dan de helft bijdraagt aan de geurbelasting van een bepaalde woning. Ook de maximaal toegestane geurbelastingen in de Wgv zijn gebaseerd op de voorgrondbelasting.

Een GES-score 6 en een onvoldoende milieugezondheidkwaliteit wordt aan een geurconcentratie van 6 ou_E/m³ toegekend. Deze geurconcentratie (overeenkomend met 10 ge/m³) en het percentage hinder (25%) komen goed overeen met de niveaus, waarbij voor de geur van industriële bedrijven een GES-score van 6 is toegewezen. In vergelijking met industriële bedrijven is het percentage ernstige hinder door geur van intensieve veehouderijen bij 10 ge/m³ wel een factor 2 lager. De 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. Aangezien GES-score 6 in grote gebieden in Noord-Brabant en Limburg wordt overschreden, wordt om het onderscheidend vermogen te vergroten, ook nog GES-score 7 onderscheiden. GES-score 7 of ruim onvoldoende milieugezondheidkwaliteit wordt aan de maximaal toegestane geurbelasting in concentratiegebieden, 14 ou_E/m³, gekoppeld.

Bij deze geurbelasting is het percentage hinder 39%. Wordt de dosis-effect relatie van concentratiegebieden gehanteerd, dan is het percentage 25%.

Voor pelsdieren waren in de Richtlijn 1996 afstanden voor de vier omgevingscategorieën gegeven. In de Regeling geurhinder veehouderij worden alleen de afstanden voor binnen en buiten de bebouwde kom gegeven. Deze afstanden en gebieden komen overeen met de oude omgevingscategorieën I en III met bijbehorende afstanden. In het onderzoek van PRA is geschat dat de geurconcentratie op de bij deze categorieën behorende afstanden respectievelijk 7 en 20 ge/m^3 is. Aangezien voor intensieve veehouderijen met dieren waarvoor een geuremissiefactor bekend is een GES-score van 6 toegekend wordt aan 10 ge/m^3 , 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)	
	I	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 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:

Geur concentratie (P98 ge/m^3) LTFD	Geur concentratie (P98 ou_E/m^3) NNM of V-Stacks	Hinder (%)	Ernstige hinder (%)	Pelsdieren afstanden (m)	GES-score
0	0	0	0		0
0 – 1	0 – 1	0 – 5	0		1
1 – 7	1 – 5	5 – 20	0 – 3		3
7 – 10	5 – 6	20 – 25	3 – 5	Afstand II – Afstand I	4
10 – 22	6 – 14	25 – 39	5 – 8	≤ Afstand II	6
≥ 22	≥ 14	≥ 39	≥ 8		7

C - Bedrijven en geluid

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 1999. Deze rekenmethode is niet wettelijk verplicht, maar wordt in de praktijk gebruikt. De handleiding is in de jurisprudentie aanvaard.

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

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
- afschermdende 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.

Verkeer van personen en goederen van en naar de inrichting kan ook indirecte hinder met zich meebrengen. Deze geluidhinder is aan de inrichting toe te rekenen. Ook deze geluidbelasting wordt met de Handleiding meten en rekenen industrielawaai bepaald.

Op 1 oktober 2010 is de Wet algemene bepalingen omgevingsrecht (Wabo), de omgevingsvergunning, in werking getreden. De omgevingsvergunning is één geïntegreerde vergunning voor bouwen, wonen, monumenten, ruimte, natuur en milieu. Met de invoering van de omgevingsvergunning is een deel van de Wet milieubeheer (zoals Hoofdstuk 8 "Inrichtingen") overgegaan in de Wabo. Het bij de Wet Milieubeheer behorende Inrichtingen en vergunningenbesluit, waarin de zogenaamde grote lawaaimakers werden aangewezen, is komen te vervallen. Nu worden deze aangewezen in Bijlage 1 van het Besluit omgevingsrecht (Bor).

Voor deze op een industrieterrein gelegen bedrijven is een akoestisch onderzoek verplicht.

Op grond van de Wet Geluidhinder moet een zone rond het industrieterrein vastgelegd worden. Buiten deze zone mag de geluidsbelasting niet hoger zijn dan 50 dB. Als op een industrieterrein meer geluidbronnen zijn wordt voor het gehele industrieterrein een rond het terrein gelegen geluidzone van 50 dB vastgesteld. Dit zijn zogenaamde gezoneerde industrieterreinen.

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, is er het Besluit Algemene Regels voor Inrichtingen Milieubeheer (Activiteitenbesluit). In het Activiteitenbesluit zijn voor diverse categorieën bedrijven algemene regels opgesteld. Hierin zijn ook eisen voor de geluidbelasting opgenomen (in afdeling 2.8 'Geluidhinder' van hoofdstuk 2).

Met de inwerkingtreding van het Activiteitenbesluit op 1 januari 2008 werd de eerste fase van dit besluit afgerond. In de tweede fase brengt het ministerie van IenM in tranches nog meer bedrijven onder algemene regels, waardoor zij niet langer een vergunning nodig hebben. De derde tranche wijzigingen zijn op 11 november 2011 voorgepubliceerd en treden op 1 januari 2013 in werking.

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 moesten 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 $L_{den} = L_{etm}$. Nadere informatie over de toepassing van de EU-Richtlijn Omgevingslawaai is te vinden in de Handreiking omgevingslawaai (IenM, 2011).

Windturbines

Emissie

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 aerodynamische 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 aerodynamische geluid van de rotorbladen is hierdoor meestal bepalend. Het is een zoevend geluid dat in niveau fluctueert als een rotorblad langs de mast gaat.

Het aerodynamische 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 geluidniveau 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.

Rekenmethode

Als de bronsterkte bekend is, dan kan het geluidniveau op verschillende afstanden in principe op vergelijkbare wijze berekend worden als bij industrielawaai door rekening te houden met dezelfde dempende en afscherpende 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 dan verwacht vergeleken met de windsnelheid op 10 meter hoogte (van den Berg, 2006). Dit heeft als gevolg dat de windturbine een hoger geluidniveau produceert dan verwacht en dat de fluctuaties 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.

Aangezien de rekenmethode uit de Handleiding meten en rekenen industrielawaai het geluid van hoge windturbines dus niet onder alle omstandigheden correct kon voorspellen is een nieuwe rekenmethode geïntroduceerd. Deze is opgenomen in een op 3 januari 2011 in werking getreden, bij het Activiteitenbesluit behorende, ministeriële regeling (Regeling algemene regels voor inrichtingen milieubeheer, Bijlage 4).

Activiteitenbesluit en akoestisch onderzoek

Door een wijziging van het Activiteitenbesluit op 1 januari 2011 zijn bijna alle windturbines onder de werkingssfeer van het Activiteitenbesluit gekomen. Voor de windturbines die onder het Activiteitenbesluit vallen is het wel verplicht een melding te doen. Bij deze melding is altijd een akoestisch onderzoek vereist. Het onderzoek moet voldoen aan de eisen die daarvoor worden gesteld in de Ministeriële regeling die bij het Activiteitenbesluit hoort.

Voor de windturbines op zee waarvoor de Wabo van toepassing is en de windturbines waarvoor voor de vergunningaanvraag een milieueffectrapport moet worden opgesteld, blijft een omgevingsvergunning nodig. Bij windparken groter dan 15 megawatt of meer dan tien turbines is er een m.e.r.-beoordelingsplicht. De initiatiefnemer beoordeelt onder vermelding van te verwachten nadelige gevolgen voor het milieu of een MER moet worden gemaakt. Voor windparken met 3 tot 10 windturbines met een vermogen tot 15 megawatt is er een vergewisplicht. Dit is de plicht van het bevoegd gezag om te beoordelen of de activiteit zodanige gevolgen heeft dat er op grond van de Europese richtlijnen toch een m.e.r.-beoordeling moet worden uitgevoerd.

Windturbines en geluidbelasting in Nederland

Er staan in Nederland totaal 1.964 windturbines, waarvan 1.868 op land en 96 op zee (status begin 2011; www.windenergie-nieuws.nl). Bestaande windparken en windmolens zijn weergegeven op een interactieve kaart (<http://www.w-i-n-d.nl/>). Zes gemeenten produceren ruim de helft van alle windstroom: Eemsmond, Zeewolde, Rotterdam, Dronten, Wieringermeer en Lelystad. In de provincies Flevoland, Groningen, Noord-Holland, Zuid-Holland, Zeeland en Friesland staan de meeste windmolens. Samen produceren ze circa 80 procent van alle windstroom.

Op basis van brongegevens uit 2007 van Wind Service Holland heeft het RIVM de geluidbelasting van 1955 windturbines globaal in beeld gebracht (Verheijen et al., 2009). Deze geluidkaart is gecombineerd met adresbestanden. Zo werd berekend voor de situatie in 2007, dat de geluidbelasting bij 6.810 woningen hoger was dan 40 dB, bij 1.390 woningen hoger dan 45 dB, bij 810 woningen hoger dan 47 dB en bij 330 woningen hoger dan 50 dB L_{den} .

Het RIVM heeft in 2011 de geluidbelasting ter plaatse van woningen nauwkeuriger geschat om zo de kosten voor sanering te kunnen bepalen (Verheijen en Jabben, 2011). Betrokken in het onderzoek werden 1980 windturbines, waarvan 1884 op land, 139 windturbines, die aan de Duitse zijde van de grens, en 16 windturbines, die aan Belgische zijde van de grens zijn opgesteld. In geval van meer windturbines in een windpark werd het geluid van de windturbines gecumuleerd. Er zijn 525 woningen met een geluidbelasting hoger dan 47 dB L_{den} . Hiervan zijn circa 345 woningen bedrijfswoningen. Bij één woning is de geluidbelasting het gevolg van een windpark in Duitsland. Bij 256 woningen, waarvan circa 207 bedrijfswoningen, is de geluidbelasting hoger dan 49 dB.

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 F - Wegverkeer en geluid.

Hinder door geluid van industrie

Er is een algemene relatie tussen industrielawaai en hinder opgesteld. Deze is gebaseerd op een onderzoek door TNO bij enkele bedrijven in Nederland. De hinderrelatie is op een veel geringer aantal gegevens gebaseerd dan waarop de relatie tussen hinder en geluid van weg- en railverkeer is gebaseerd. De resultaten moeten dan ook met enige voorzichtigheid gehanteerd worden.

De relatie is opgesteld voor bedrijven, uitgezonderd impulsgeluid en seizoensbedrijven.

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

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 het voornemen om de L_{den} ook voor industriegeluid in te voeren. Voorlopig is er echter voor gekozen om voor industriegeluid 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.

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. Dit is gelijk aan het verschil dat ook gehanteerd wordt bij het geluid van weg- en railverkeer.

Wordt een verschil van 2 dB 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)	Ernstig gehinderden (%)
45	47	3
50	52	5
55	57	9
60	62	14
65	67	20
70	72	28

Hinder door geluid van windturbines

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 een significante dosis-effectrelatie; bij 40 dB 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 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. Bij een toename van de geluidbelasting van 30 tot 45 dB nam het percentage erg gehinderden toe. Bij een geluidbelasting van 40 – 45 dB 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 $4,7 \pm 2$ dB hoger is dan een L_{den} (Van den Berg et al., 2008).

Op basis van deze twee studies in Zweden en die in Nederland heeft TNO de relatie bepaald tussen L_{den} en hinder met de methode die eerder gebruikt is voor het opstellen van de dosis-effectrelaties voor wegverkeer en industrie (Janssen, Vos en Eisses, 2008). Voor de omrekening van de geluidmaat bij windturbines naar de L_{den} werd een correctie van +4,7 dB toegepast. De relatie werd bepaald voor een L_{den} tot 50 dB. Van grote invloed is of men vanuit de woning zicht heeft op één of meerdere windturbines (veel meer hinder) of men economisch profijt heeft van windturbines (veel minder hinder). De laatste groep werd in het onderzoek uitgesloten.

De relatie tussen de geluidbelasting (L_{den}) en het percentage ernstige hinder (%HA) voor een bereik voor L_{den} van 29 - 50 dB is als volgt:

$$\%HA = -107,60 + 9.656 * L_{den} - 0,289 * L_{den}^2 + 0.002894 * L_{den}^3$$

Het percentage ernstige hinder bij verschillende geluidbelastingen wordt dan als volgt geschat.

Geluidbelasting L_{den} (dB)	Ernstig gehinderden (%)
30	0,1
35	0,3
40	1
45	5
47	8
50	14

Uit de afgeleide relatie blijkt dat het geluid van windturbines als veel hinderlijk wordt ervaren dan het geluid van industrie of wegverkeer.

Het onderzoek is gebaseerd op een beperkt aantal (drie) studies. Deze door TNO afgeleide dosis-effect relatie kent hierdoor een veel grotere onzekerheidsmarge dan bijvoorbeeld de dosis-effect relatie voor wegverkeer.

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 ernstige slaapverstoring (% HS). 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)	Ernstig slaapverstoorden (%)
45	4
50	5
55	8
60	11
65	15
70	20

Voor windturbines kon, ook in het onderzoek van TNO, geen dosis-effect relatie voor slaapverstoring vastgesteld worden.

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 veelal nog geen betrouwbare kwantitatieve dosis-respons relatie op te stellen. In 2008 is in een meta-analyse voor myocardinfarcten een significante relatie met de geluidbelasting vastgesteld (zie Module F Wegverkeer en geluid). Het is nog niet precies bekend bij welke geluidbelastingen gezondheidseffecten als ischemische hart- en vaatziekten en verhoogde bloeddruk kunnen optreden. Voor wegverkeer wordt voorlopig uitgegaan van een toename van myocardinfarcten boven een L_{den} van 60 dB (zie Module F Wegverkeer en geluid). Vooralsnog wordt voor industriegeluid uitgegaan van eenzelfde drempel als bij wegverkeergeluid.

Grenswaarden industrie

In de Wabo is de verplichting opgenomen om bij het verlenen van een omgevingsvergunning te toetsen aan de grenswaarden in de Wet geluidhinder. De Wet Geluidhinder geeft als voorkeursgrenswaarde voor de geluidbelasting voor industrie aan de gevel van nieuwe en bestaande woningen 50 dB (L_{etm}). De maximaal toelaatbare geluidbelasting is 55 dB voor nieuwbouw en 60 dB voor bestaande woningen. Als bij een industrieterrein een geluidzone van 50 dB geldt dan mag de geluidbelasting buiten de zone niet hoger zijn dan 50 dB. Het gaat hierbij om de gecumuleerde geluidbelasting van alle inrichtingen op het terrein. De ligging van de zone is in een bestemmingsplan vastgelegd. Binnen de zone kan door middel van een "hogere waarde procedure" een hogere geluidsbelasting (hogere waarde) worden toegestaan op woningen en andere geluidsgevoelige gebouwen of geluidsgevoelige terreinen. Deze verhoging is mogelijk tot een maximale ontheffingswaarde: 55 dB voor nieuwbouw en 60 dB voor bestaande woningen. De hogere waarde wordt per woning bepaald en vastgelegd.

Bij de inwerkingtreding van de Wet geluidhinder voor industrielawaai en het vaststellen van geluidzones waren er bestaande woningen in een zone met een hogere geluidbelasting dan 55 dB. In de Wet geluidhinder is hiervoor een saneringstraject opgenomen. Saneringsmaatregelen bestonden uit bronmaatregelen, eventueel aangevuld met overdrachtsmaatregelen (bijvoorbeeld schermen). Als deze saneringsmaatregelen onvoldoende effect hadden, is per woning aangegeven welke geluidbelasting na het treffen van de maatregelen op de woningen resteert.

De minister van VROM heeft per saneringwoning de maximaal toelaatbare geluidsbelasting (MTG) vastgesteld. Deze is maximaal 65 dB. Als het geluidniveau binnenshuis te hoog was kon gevelisolatie toegepast worden. De MTG's worden door het bevoegd gezag in acht genomen bij de vergunningverlening. De sanering is vrijwel geheel afgerond.

Door de invoering van de Crisis- en herstelwet (CHW) op 31 maart 2010 is ook de Wet geluidhinder gewijzigd. Bij vergunningverlening kan naast het in acht nemen van de grenswaarden, nu ook gebruik gemaakt worden van een geluidreductieplan. Dit is bedoeld voor akoestisch volle industrieterreinen. Het is mogelijk om een vergunning te verlenen of wijzigen, als de gemeente met een akoestisch onderbouwd geluidreductieplan duidelijk maakt hoe binnen vijf jaar aan de grenswaarden kan worden voldaan. Door het begrip 'industrieterrein' te wijzigen is het nu mogelijk om een akoestisch optimale indeling binnen het gezoneerde industrieterrein te maken (met betrekking tot grote lawaaimakers én lichtere categorie bedrijven).

Er zijn ook bepalingen voor het geluidniveau in de woning, het binnenniveau, met gesloten ramen. Deze is voor nieuwe en bestaande woningen 35 dB L_{etm} (Bouwbesluit, artikel 3.3 en Wet geluidhinder artikel 111). Voor bovengenoemde saneringswoningen, met een geluidbelasting hoger dan 55 dB, is dit 40 dB L_{etm} (Wet geluidhinder, artikel 111). Gezien de isolerende werking van moderne gevels, meer dan 20 dB, is het bij nieuwe woningen pas interessant om bij een gevelbelasting van 60 dB extra gevelmaatregelen te nemen.

Voor bedrijven die onder het Activiteitenbesluit vallen gelden naast de genoemde voorkeursgrenswaarde van 50 dB L_{etm} voor buiten en 35 dB voor binnen ook toegestane maximale geluidniveaus. Voor het buitenniveau is dit een L_{Amax} , van 70 dB voor overdag, 65 dB voor 's avonds en 60 dB voor 's nachts. Voor het binnenniveau is dat een L_{Amax} van 55 dB voor overdag, 50 dB voor 's avonds en 45 dB voor 's nachts. Voor bepaalde activiteiten of branches bestaan er uitzonderingen op de standaardnormen. Het Activiteitenbesluit biedt de gemeente de mogelijkheid om per gebied bepaalde normen op te stellen. In de Handreiking industrielawaai en vergunningverlening wordt dit voor verschillende situaties en getypeerde woonwijken uitgewerkt.

Grenswaarden windturbines

Op 1 januari 2011 zijn er grenswaarden specifiek voor windturbines opgenomen in het Activiteitenbesluit (artikel 3.2.3). De geluidsbelasting op de gevel van een gevoelig gebouw of op de grens van een gevoelig terrein als gevolg van één of meer windturbines mag ten hoogste 47 L_{den} en 41 L_{night} zijn.

De grenswaarde voor L_{den} is gebaseerd op het onderzoek van TNO naar de relatie tussen het geluid van windturbines en hinder. Bij een geluidbelasting van 47 dB wordt 9% ernstige hinder verwacht. Een dergelijk niveau van ernstige hinder werd goed vergelijkbaar geacht met het niveau dat bij de normering voor wegverkeer, railverkeer en industrielawaai als maximaal toelaatbaar wordt beschouwd in nieuwe situaties. Een norm van 47 dB L_{den} sloot ook goed aan bij de bestaande uitvoeringspraktijk (VROM, 2010).

Een L_{den} van 47 dB komt ongeveer overeen met een L_{night} van 41 dB. Het toenmalige ministerie van VROM gaf aan, dat een nachtnorm van 41 dB goed overeenkwam met de Richtlijnen voor nachtlawaai van de WHO, waarin een voorkeurswaarde van 40 dB L_{night} en een maximaal toelaatbare waarde van 55 dB L_{night} is opgenomen (VROM, 2010). Er wordt van uitgegaan dat als voldaan wordt aan de norm van ten hoogste 47 L_{den} , bij een turbine die in vol bedrijf is de 41 L_{night} slechts in een gering aantal gevallen overschreden wordt.

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 niet precies bekend bij welke geluidbelastingen de effecten zouden kunnen optreden.

Voor wegverkeer wordt voornamelijk uitgegaan van een drempel voor het optreden van myocardinfarcten bij een L_{den} boven 60 dB en een GES-score van 6 bij een L_{den} van 63 dB. Het is niet bekend of dit ook voor het geluid van bedrijven geldt. Zolang hier niet meer informatie over is, wordt voornamelijk 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, overeenkomend met een L_{den} van 63 dB.

Voor de gezondheidskundige beoordeling van de geluidbelasting onder een L_{etm} van 65 dB 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 equivalente nachtwaarde 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 equivalente nachtwaarde. Bij continue werkende industrie is de geluidbelasting 's nachts meestal lager dan die overdag. Over het algemeen is $L_{\text{Aeq},23-7}$ circa 6 dB lager dan de L_{den} en circa 8 dB 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 $L_{\text{Aeq},23-7}$ over het algemeen 54 dB 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 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 voor industrielawaai ziet er dan als volgt uit:

Geluidbelasting		Ernstig gehinderden (%)	Geschatte geluidbelasting $L_{\text{Aeq},23-7}$ dB	Ernstig slaapverstoorden (%)	GES-score
L_{etm} dB	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 wordt een aparte GES-score indeling gemaakt. Een relatie tussen het geluid van windturbines en hart- en vaatziekten wordt bij geluidbelastingen rond de 47 dB L_{den} niet verwacht. Besloten is dan ook om geen GES-score 6 toe te kennen, omdat deze GES-score voor geluid gekoppeld is aan het optreden van hart- en vaatziekten. De GES-score indeling voor windturbines is verder alleen gebaseerd op het percentage ernstige hinder. Hierbij moet wel bedacht worden dat de gehanteerde specifieke dosis-effect relatie op een beperkt aantal onderzoeken gebaseerd is en een grote onzekerheidsmarge kent.

L_{den} dB	Ernstig gehinderden (%)	GES-score
40 – 45	2 – 5	1
45 – 47	5 – 8	3
≥47	≥8	5

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

D - Bedrijven en externe veiligheid

Emissie en verspreiding

Bedrijven

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 'rail-servicecentra'
- Transport- en distributiebedrijven
- Bedrijven waar stofexplosies mogelijk zijn (graansilo's)

Plaatsgebonden Risico en Groepsrisico

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 op een bepaalde plek buiten de inrichting is het risico (uitgedrukt in kans per jaar) dat één persoon die zich onafgebroken en onbeschermd op die plek bevindt, overlijdt als rechtstreeks gevolg van een calamiteit met een gevaarlijke stof binnen de inrichting.

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) combineert de kans op een ongeval en het aantal dodelijke slachtoffers. 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 combineert dus twee waarden. 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 betreuren 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. Het Groepsrisico wordt vastgesteld door de kans op een aantal slachtoffers te berekenen: bijvoorbeeld de kans dat er 10, 100 en 1000 slachtoffers zullen vallen. 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 Groepsrisico is niet eenvoudig op een kaart aan te geven, omdat dit immers niet voor een bepaalde plaats bepaald wordt, maar voor het hele gebied rond de inrichting. Contourlijnen zijn dus ook niet in te tekenen op een plattegrond.

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.

Effectafstanden en invloedsgebied

Om het risicogebied rond een bedrijf aan te geven worden ook letaliteitsgrenzen gehanteerd. Als effectafstand geldt bijvoorbeeld de afstand met een letaliteitsgrens van 1%. Dit is de afstand waarop het overlijdensrisico 1%, oftewel 0,01 is. Deze 1%-letaliteitsgrens wordt gehanteerd als de grens van het invloedsgebied van de betrokken inrichting. Deze afstand geeft dus aan tot hoever de invloed van het bedrijf reikt als zich een ongeval voordoet. De kans dat een ongeval optreedt is hierin niet verdisconteerd. De effectstraal geeft dus geen Plaatsgebonden Risico of Groepsrisico weer. In het Besluit externe veiligheid inrichtingen is bepaald dat als het Groepsrisico moet worden verantwoord dit voor het invloedsgebied geldt.

BRZO-bedrijven: risicocontouren en groepsrisico

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 van gevaarlijke stoffen in emballage (PGS-15 opslagplaatsen), ammoniakkoelinstallaties en spoorwegemplacements.

Of een bedrijf onder het BRZO valt kan bepaald worden aan de hand van een in het BRZO opgenomen lijst met drempelwaarden voor specifieke gevaarlijke stoffen en stofcategorieën. Er zijn twee drempelwaarden: een lage en een hoge.

De bedrijven met hoeveelheden gevaarlijke stoffen boven de hoge drempelwaarden zijn verplicht een veiligheidsrapport op te stellen. Dit geldt voor circa 200 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} per jaar berekend. Ook het Groepsrisico wordt berekend en in de F/N-curve weergegeven.

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 de lage drempel overschrijden, hoeven geen veiligheidsrapport op te stellen, maar zijn wel verplicht om te beschikken over een veiligheidsbeheerssysteem en een zogenaamd Preventie Beleid Zware Ongevallen (PBZO). Dit soort bedrijven wordt PBZO-bedrijven genoemd. Een aantal van de circa 190 PBZO-inrichtingen heeft wel een QRA laten opstellen, maar voor het grootste deel van deze inrichtingen is geen Plaatsgebonden Risico of Groepsrisico 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.

Generieke afstanden

Voor veel voorkomende inrichtingen waar externe veiligheid een rol speelt, zoals ammoniakkoelinstallaties, LPG tankstations en propaanopslag zijn er zogenaamde generieke richtlijnen. Deze zijn vervat in de Wet Milieubeheer en het daaruit voortvloeiende Activiteitenbesluit (een Algemene Maatregel van Bestuur; AMvB). Voor dergelijke inrichtingen, zijn in de Publicatierreeks Gevaarlijke Stoffen (PGS), op basis van de actuele stand der techniek, voorschriften, eisen, criteria en voorwaarden gegeven voor de arbeids-, milieu-, en brandveiligheid. Voor een overzicht van deze PGS-richtlijnen wordt verwezen naar de website www.publicatierreeksgevaarlijkestoffen.nl.

Er zijn naar schatting 1800 LPG tankstations en 200 ammoniakkoelinstallaties. Daarnaast zijn er circa 800 zogenaamde PGS-15 inrichtingen. Dit zijn bedrijven waar meer dan 10 ton brandbare gevaarlijke stoffen in combinatie met fluor-, chloor-, stikstof- of zwavelhoudende verbindingen liggen opgeslagen.

In de Revi zijn voor deze bedrijfstakken generieke afstanden 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 en de vulslang wordt verbeterd. Hierdoor worden de risicoafstanden verkleind. Deze gewijzigde afstanden zijn in een eerste wijziging van de Revi in 2007 opgenomen en golden al voor bestaande LPG-tankstations, zodat deze niet gesaneerd hoefden te worden voor de korte periode dat nog niet alle tankauto's een hittewerende coating hadden. De verbeterde vulslang is ingevoerd; de hittewerende coating is (eind 2011) op bijna alle tankauto's aangebracht. Zodra de regelgeving is bijgesteld gelden de gewijzigde, kortere, afstanden ook voor nieuwe LPG-tankstations.

De afstanden van de Plaatsgebonden Risicocontouren van 10^{-5} en 10^{-6} kunnen als volgt worden samengevat (Revi III, dat wil zeggen inclusief derde wijziging van 13 februari 2009):

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 voor nieuwe tankstations (indien nog niet alle tankauto's van een hittewerende coating zijn voorzien).
		< 1000	$\geq 1000^*$		
		25	25		
		45	110		
		210	225		
		280	295		
		Doorzet (m^3 /jaar)			Afstand tot het vulpunt voor bestaande tankstations; indien een hittewerende coating is aangebracht op alle tankauto's ook voor nieuwe tankstations.
		<500	500-1000	$\geq 1000^*$	
	10^{-6}	25	35	40	
Opslag van gevaarlijke stoffen en bestrijdingsmiddelen in emballage PGS-15 inrichtingen	PR = 10^{-6}	20 – 750			Afhankelijk van oppervlakte opslagplaats, toegepaste brandbestrijdingssysteem en aard van de opgeslagen stoffen.
Koel- en vriesinstallaties met ammoniak	10^{-6}	25 - 110			Afhankelijk van omvang installatie, de maximale werktemperatuur en type installatie.

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

** : Persoonlijke mededeling D. Riedstra (RIVM)

Voor de PGS-15-inrichtingen mag van de generieke afstanden afgeweken worden, als maatwerkberekeningen aangeven dat andere risicoafstanden van toepassing zijn.

Voor een aantal typen PGS-15-inrichtingen mogen de vaste afstanden niet worden gebruikt en moeten de afstanden worden berekend. Dit zijn inrichtingen die onder het Besluit risico's zware ongevallen (BRZO) vallen, een opslagvoorziening hebben met een oppervlak groter dan $2.500 m^2$ of waar verpakkingseenheden van meer dan 100 kg met zeer giftige stoffen in de open lucht worden gelost of geladen. De berekeningen moeten uitgevoerd worden met de voor deze inrichtingen in Revi III aangegeven rekenmethodiek. In alle gevallen geldt wel een minimumafstand van 20 meter.

Generieke afstand invloedsgebied en groepsrisico

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

Type bedrijf	Afstand (m) Invloedsgebied*	Opmerkingen
LPG	150	Vanaf het vulpunt voor LPG en het reservoir (gerekend vanaf de aansluitpunten van de leidingen en het bovengrondse deel van de leidingen en pomp).
PGS-15	90 – 930**	Vanaf de uitwendige constructie of de buitenzijde van de opslagplaats in de buitenlucht. Afhankelijk van oppervlakte en brandbestrijdingssysteem
Koel- en vriesinstallaties met ammoniak	tot 400	Vanaf de machinekamer of de leidingen en het afscheidervat of vloeistofvat. Afhankelijk van omvang installatie, maximale werkt temperatuur en type installatie

*: de afstand waarop het overlijdensrisico 1% is

** : In 2004 zijn door het RIVM grotere afstanden van het invloedsgebied voor PGS-15 inrichtingen berekend: 120 – 2430 meter. Deze afstanden zijn opgenomen in de Handreiking verantwoordingsplicht groepsrisico (VROM, 2007). Het is onduidelijk of en wanneer deze afstanden in het Revi worden opgenomen.

In de Handreiking verantwoordingsplicht groepsrisico (VROM, 2007) worden 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, hittestraaling en de drukgolf.

Het RIVM heeft een stappenplan opgesteld, waarmee voor locatiespecifieke 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 benzinetankauto. Op een website van de Ministeries van IenM en VenJ en het IPO (www.relevant.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.

Het RIVM heeft berekend met een enigszins conservatieve benadering, wat de maximale personen-dichtheid is waarbij nog voldaan wordt aan het groepsrisico in geval van bevoorrading door tankauto's met en zonder een hittewerende coating.

LPG-tankstations	Afstand tot grens invloedsgebied (m)	Maximaal aantal personen per ha ¹ (max. aantal personen in het totale invloedsgebied) waarbij nog voldaan wordt aan het Groepsrisico	Omzet (m ³ /jaar)
Tankauto's zonder hittewerende coating ²	150	14 (89)	< 500
		9 (60)	500 – 1.000
		17 (54)	1.000 – 1.500
Tankauto's met hittewerende coating ³	150	31 (213)	< 500
		32 (214)	500 – 1.000
		33 (217)	1.000 – 1.500

1: In het gebied tussen (buiten) de 10⁻⁶-contour en de grens van het invloedsgebied

2: RIVM (2008) – Stappenplan groepsrisicoberekening LPG-tankstations

3: RIVM (2007) – Groepsrisico bij LPG-tankstations & wijziging Revi

Populatiebestand voor berekening van het groepsrisico

Voor het berekenen van groepsrisico's kan het bevoegde gezag gebruik maken van een door het ministerie van IenM sinds 2010 beschikbaar gesteld landelijk populatiebestand. Het Populatiebestand Groepsrisicoberekeningen (Populatiebestand GR) is een webapplicatie, die put uit meerdere door Bridgis en Atos Origin geleverde gegevensbestanden om te bepalen hoeveel mensen in de buurt van een risicobron aanwezig zijn. Hierbij gaat het niet alleen om structurele verblijfplaatsen, zoals woningen, bedrijven, zorginstellingen en educatie, maar ook om tijdelijke verblijfplaatsen, zoals recreatie of evenementen.

Het aantal personen dat gedurende de dag op een verblijfplaats aanwezig is, varieert. Het daadwerkelijke aantal op een bepaald ogenblik aanwezige mensen wordt geschat door het maximale aantal aanwezige mensen te vermenigvuldigen met een correctiefactor. Deze correctiefactoren zijn per verblijfplaatsactiviteit per tijdvak vastgesteld.

De gegevens kunnen gebruikt worden in de rekenpakketten voor inrichtingen (Safeti-NL) en vervoer gevaarlijke stoffen over water, weg en spoor (RBMII), buisleidingen (Carola en Safeti-NL) en later mogelijk ook voor de rekenpakketten voor luchthavens. De gebruiker kan het gebied opgeven waarvoor de bevolkinggegevens berekend moeten worden. Ook kan binnen dit gebied aangegeven worden over welk gebied het aantal aanwezigen geaggregeerd moet worden. De grootte van dit aggregatievlak kan door de gebruiker gevarieerd worden van 10 tot 50 meter bij RBMII en tot op 6 positie postcodeniveau (6-ppc) bij Safeti-NL.

Spooreplacements

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

Risicokaart

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 buisleidingen) opgenomen. Het RRGS wordt beheerd door het IPO in opdracht van ministerie van IenM. Provincies en gemeenten en in een aantal gevallen het Rijk zijn als bevoegd gezag wettelijk verplicht om gegevens over alle risicovolle bedrijven aan het RRGS te leveren. Deze verplichting vloeit voort uit het Registratiebesluit externe veiligheid (2006) en de Regeling provinciale risicokaart (2007). Laatstgenoemde regeling is gebaseerd op de Wet veiligheidsregio's en is bedoeld om inrichtingen, die voor de hulpverleningsdiensten relevant zijn, in kaart te brengen.

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 PGS-15-bedrijven die gevaarlijke stoffen opslaan) is de generieke PR 10^{-6} -afstanden, zoals vastgelegd in de Revi, opgenomen.

De gegevens worden op de provinciale 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 en indien bekend de FN-curven weergegeven. Op een professionele versie van de risicokaart zijn ook de 10^{-5} -en de 10^{-8} -contour en de 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.

Per medio 2011 zijn ruim 10.000 inrichtingen in het RRGs opgenomen en via de Risicokaart in te zien. Dit zijn naar verwachting alle inrichtingen met gevaarlijke stoffen die op basis van de huidige regelgeving relevant zijn voor de externe veiligheid en voor de hulpverleningsdiensten. Hiervan zijn er ongeveer 4.000 relevant voor externe veiligheid en de hulpverleningsdiensten en 6.000 uitsluitend relevant voor de hulpverleningsdiensten.

Maatregelen ter vermindering risico's

Voor stationaire inrichtingen zijn vooral brongerichte en beschermende maatregelen van belang om de risico's te verlagen. Sprinklerinstallaties maken bijvoorbeeld vuurwerkopslagen veel veiliger. Afhankelijk van de aard van de risico's kan de bouwwijze van omringende 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. Tenslotte is een goed rampenbestrijdingsplan en communicatie daarover van groot belang.

Samengevat zijn er de volgende maatregelen mogelijk ter vermindering van risico's.

Aard maatregelen	Maatregelen ter vermindering risico's
Brongericht	Verbetering productieproces of maatregelen aan installaties
	Minder of geringere omvang gevaarlijke stoffen vergunnen
Beschermend	Opslag gevaarlijke stoffen verplaatsen verder weg van woningen
	Verbetering calamiteitenbestrijding (sprinklerinstallaties, bereikbaarheid (bedrijfs)brandweer)
	Woningdichtheid verlagen
	Bouwtechnische maatregelen (mechanische ventilatie uit kunnen zetten, blinde gevels)
	Goed rampenbestrijdingsplan en risicocommunicatie

Gezondheidskundige beoordeling

Alleen normen voor letale effecten

Voor een beschrijving van de effecten van calamiteiten met gevaarlijke stoffen wordt 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. Hierbij wordt onderscheid gemaakt in het Plaatsgebonden Risico en het Groepsrisico.

Regelgeving externe veiligheid

De vuurwerkcramp in Enschede in 2000 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 melding of 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), die in 2004 in werking is getreden.

Kwetsbare en beperkt kwetsbare objecten

In het Bevi wordt onderscheid gemaakt in kwetsbare en beperkt kwetsbare objecten. 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} per jaar voor het Plaatsgebonden Risico. Voor beperkt kwetsbare objecten geldt voor het Plaatsgebonden Risico voor nieuwe situaties een richtwaarde van 10^{-6} per jaar en voor bestaande situaties één van 10^{-5} per jaar.

Sanering

Situaties met kwetsbare objecten binnen de 10^{-5} /jaar-risicocontour moesten voor oktober 2007 zijn gesaneerd (urgente sanering). Voor situaties met kwetsbare objecten tussen de 10^{-5} en 10^{-6} /jaar-risicocontour gelden voor de verschillende Bevi-categorieën verschillende saneringstermijnen. De grenswaarde van PR 10^{-6} per jaar moet worden gehaald voor:

- 1 januari 2010

- voor Brzo-inrichtingen;
- voor ammoniakkoelinstallaties met een inhoud van 1.500 tot 10.000 kg ammoniak;
- spoorwegemplacements. De uit Bevi afgeleide saneringstermijn is echter niet van toepassing. Voor spoorwegemplacements is de saneringstermijn binnen het PAGE-project afgesproken.

- 1 juli 2010

- voor LPG-tankstations met een jaarlijkse LPG-doorzet kleiner dan 1.500 m^3 . Door het ministerie van VROM werd oktober 2009 verlenging verleend van 1-1-2010 naar 1-7-2010.

- 1 juli 2013 (*)

- voor LPG-tankstations met een jaarlijkse LPG-doorzet van 1.500 m^3 of groter;
- PGS-15 opslagplaatsen met meer dan 10.000 kg verpakte gevaarlijke stoffen;
- Ammoniakkoelinstallaties met een inhoud van 10.000 kg ammoniak of meer.

- 13 februari 2014 (*)

- PGS-15 opslagplaatsen met meer dan 10.000 kg verpakte gevaarlijke stoffen.

(*): deze data gelden indien door wijziging van de regelgeving grotere risicoafstanden gelden dan voorheen en voor zover sanering vóór 1 januari 2010 redelijkerwijs niet mogelijk was.

Groepsrisico

Het onderscheid in kwetsbaarheid van objecten wordt niet gemaakt voor het Groepsrisico. Voor stationaire inrichtingen geldt de volgende normlijn (oriëntatie waarde) 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.

Voor het Groepsrisico is er geen grenswaarde, omdat de aanvaardbaarheid van deze risico's een politiek-maatschappelijke afweging wordt geacht. Het Bevi stelt voor het Groepsrisico een transparante belangenafweging (verantwoordingsplicht) verplicht. In het Bevi is aangegeven wanneer er een verantwoordingsplicht is en welke aspecten bij de verantwoording een rol moeten spelen: o.a. de hoogte van het Groepsrisico, de mogelijkheden voor zelfredzaamheid en bestrijdbaarheid. De Handreiking verantwoordingsplicht groepsrisico (VROM, 2007) geeft hiervoor handvaten.

Treden er veranderingen in de lokale situatie rond de inrichting op, er worden bijvoorbeeld extra woningen gebouwd of de bestemming van bestaande objecten verandert, dan behoort het groepsrisico in principe opnieuw berekend en verantwoord te worden.

Ligt de 10^{-8} /jaar contour van het Plaatsgebonden Risico binnen de terreingrens dan hoeft het groepsrisico niet 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 zo'n 300 meter. Ook geldt dat het bouwen van een 10-tal woningen buiten de 10^{-7} /jaar contour geen wezenlijke invloed zal hebben op het Groepsrisico.

GES-score

Voor GES wordt uitgegaan van het Plaatsgebonden Risico, het Groepsrisico en het invloedsgebied. Hierover zijn veel gegevens beschikbaar en GES is een screening. In een later stadium, als bijvoorbeeld meer ingezoomd wordt op bepaalde bedrijven, kunnen ook de niet-letale effecten, zoals botbreuken en vergiftigingsverschijnselen, bij de beoordeling meegenomen worden.

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

Een risico kleiner dan 10^{-8} /jaar wordt beschouwd als een verwaarloosbaar risico. Aan een overschrijding hiervan wordt een GES-score van 2 toegekend. Voor LPG-tankstations, PGS-15-bedrijven en ammoniakkoelinstallaties is er alleen een generieke afstand voor het 10^{-6} /jaar-risico en niet voor het 10^{-7} - en 10^{-8} /jaar-risico. Voor die bedrijven, en in overige gevallen waar geen 10^{-7} - en 10^{-8} /jaar-risicocontour bekend is, wordt een GES-score 2 toegekend aan de afstand van het invloedsgebied.

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 of aan een combinatie van Plaatsgebonden Risico en invloedsgebied.

De indeling ziet er dan als volgt uit:

Plaatsgebonden Risico	Plaatsgebonden Risico en invloedsgebied	Overschrijding Oriëntatiewaarde Groepsrisico	GES-score
$< 10^{-8}$	> Afstand van het invloedsgebied	nee	0
$10^{-8} - 10^{-7}$	Afstand van het invloedsgebied - $PR \leq 10^{-6}$	nee	2
$10^{-7} - 10^{-6**}$	-	nee	4
$> 10^{-6}$	$PR > 10^{-6}$	ja*	6

*: bij overschrijding van de oriëntatiewaarde van het Groepsrisico wordt er altijd een GES-score van 6 toegekend, ongeacht de waarde van het Plaatsgebonden Risico

** : Als er geen 10^{-7} -contour beschikbaar is, wordt geen GES-score 4 toegekend, maar wordt aan het hele gebied tussen 10^{-6} - en 10^{-8} GES-score 2 toegekend

E - Wegverkeer en luchtverontreiniging¹¹

Emissie en verspreiding

De emissies van luchtverontreiniging door wegverkeer worden voornamelijk bepaald door de kenmerken van het verkeer (verkeersintensiteiten, aandeel vrachtverkeer, aandeel milieuklassen van de voertuigen, type brandstof) en de afwikkeling van het verkeer (rij snelheden, dynamiek, mate van congestie). De verspreiding van de luchtverontreiniging wordt bepaald door meteorologische omstandigheden en de fysieke omgeving die de mogelijkheden voor verdunning bepaalt.

Standaardrekenmethoden

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 IenM gepubliceerde Handreiking Rekenen aan Luchtkwaliteit (als geactualiseerde versie van de 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 situaties met bebouwing relatief dicht bij de weg, zoals in binnenstedelijk gebied, moet standaardrekenmethode 1 (SRM1) en voor wegen in het open veld met bebouwing relatief ver van de weg moet standaardrekenmethode 2 (SRM2) gebruikt worden.

De gegevens, zoals emissiefactoren, achtergrondconcentraties en meteorologische data, die noodzakelijk zijn voor berekeningen van concentraties luchtverontreinigende stoffen worden jaarlijks bekend gemaakt door het ministerie van IenM. Deze gegevens worden weer verwerkt in de nieuwste versies van te gebruiken rekenmodellen, die als implementatie van gevalideerde standaardrekenmethoden zijn goedgekeurd:

- als implementatie van standaardrekenmethode 1 (SRM1): nieuwste versie van CAR: CARII versie 10.0 (versie 11.0 is verwacht in 2012);
- als implementatie van standaardrekenmethode 2 (SRM2): nieuwste versie van ISL2: ISL2 4.01 -2011.

Deze rekenmodellen zijn door het ministerie voor iedereen vrij beschikbaar gesteld en zijn vrij te downloaden via www.infomil.nl/luchtkwaliteit > rekenen en meten.

Conform de Regeling beoordeling luchtkwaliteit 2007 voldoet het CAR-model aan SRM1. CARII is een screeningsmodel, dat eenvoudig en gemakkelijk te hanteren is en dat snel inzicht geeft in de luchtkwaliteit voor situaties met bebouwing langs de weg (binnenstedelijk gebied). CAR 10.0 is gekoppeld aan de database van het NSL.

ISL2, dat gebaseerd is op het rekenhart van het Voorspellingssysteem Luchtkwaliteit Wegtracévarianten (VLW) en dat door IenM vrij beschikbaar is gesteld voldoet aan SRM2. Gebruik van een andere methode is alleen mogelijk wanneer deze is goedgekeurd door de minister van IenM.

De actuele lijst van goedgekeurde rekenmodellen die voldoen aan SRM2 staan vermeld op de website van de Rijksoverheid: <http://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/luchtkwaliteit/documenten-en-publicaties/regelingen/2011/07/04/overzicht-goedgekeurde-rekenmethoden.html>

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

¹¹ Gerelateerd aan dit onderwerp zijn de [GGD Richtlijn Luchtkwaliteit en gezondheid](#) en de [GGD Richtlijn Smog](#) verschenen met aanvullende informatie.

Voor berekening van de emissie en verspreiding van luchtverontreiniging als gevolg van wegverkeer hebben het RIVM, TNO en IenM 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. De nieuwste versie van CARII, versie 10.0, wordt webbased aangeboden via: <http://car.infomil.nl>.

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

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 CAR10.0 (april 2011) is gebruik gemaakt van de hoofdwegennetbijdragen zoals die sinds maart 2011 ook in CAR9.0 zijn opgenomen.

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: 98-percentiel van het 8-uurgemiddelde
- Benzeen: het jaargemiddelde
- B(a)P: jaargemiddelde
- In de nieuwe versie (11.0) van webbaswed CAR zal ook roet/EC worden opgenomen

Het programma kan gekoppeld worden aan een bestand met verkeerstellingen per wegstuk. Tellingen zijn nogal arbeidsintensief. Deze zijn 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 middel en zwaar (vracht)verkeer en busverkeer.*
Vrachtverkeer rijdt op diesel. Bussen op gas worden niet tot het vrachtverkeer gerekend. 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 OV-bussen is vervangen door bussen met een roetfilter of bussen op aardgas. Sinds 2010 is het mogelijk schalingsfactoren toe te voegen voor autobussen per stof. Bij de concentratieberekeningen voor deze stoffen wordt dan rekening gehouden met het effect ervan bij de emissies van autobussen.
Er is een geactualiseerde bussenknop v2011 beschikbaar om effecten van een aangepast bussenpark op de luchtkwaliteit te kunnen bepalen. De bussenknop 2011 is voorzien van een bijbehorende instructie, te downloaden via www.infomil.nl/luchtkwaliteit > rekenen en meten.

- *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"** Typisch snelwegverkeer, een gemiddelde snelheid van ongeveer 65 km/h, gemiddeld ca. 0.2 stops per afgelegde kilometer.
 - B "buitenweg algemeen"** Typisch buitenwegverkeer, een gemiddelde snelheid van ongeveer 60 km/h, gemiddeld ca. 0.2 stops per afgelegde kilometer.
 - C "normaal stadsverkeer"** Typisch stadsverkeer met een redelijke mate van congestie, een gemiddelde snelheid tussen de 15 en 30 km/h, gemiddeld ca. 2 stops per afgelegde kilometer.
 - D "stagnerend stadsverkeer"** Stadsverkeer met een grote mate van congestie, een gemiddelde snelheid kleiner dan 15 km/h, gemiddeld ca. 10 stops per afgelegde kilometer.
 - E "stadsverkeer met minder congestie"** Stadsverkeer met een relatief groter aandeel "free-flow" rijgedrag, een gemiddelde snelheid tussen de 30 en 45 km/h, gemiddeld ca. 1.5 stop per afgelegde kilometer.
- *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 $1\frac{1}{2}$ - 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 $1\frac{1}{2}$ 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.
- *Afstand tot wegas.*
Voor wegtypen 2 en 3a-4 mag dit maximaal zijn 60 meter, voor wegtypen 3b en 4 maximaal 30 meter en voor wegtype 1 maximaal 300m.
- *Fractie stagnatie.*
De etmaalgemiddelde fractie van de verkeersintensiteit die stagnerend is. Dit dient een getal tussen 0 en 1 te zijn.

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.

Bij zeer drukke snel- en hoofdwegen kan de weg ook een wezenlijke invloed hebben op de achtergrondconcentratie. De bijdrage van de weg wordt dan dubbel geteld. Hiervoor wordt gecorrigeerd.

In CAR zijn lange termijn meteorologische gegevens opgenomen. Het is mogelijk om voor toekomstige situaties (2010 tot en met 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.

Implementatie Standaardrekenmethode Luchtkwaliteit 2 (ISL2)

Rijkswaterstaat heeft het Voorspellingsstelsel Luchtkwaliteit Wegtracévarianten (VLW) laten ontwikkelen voor het doorrekenen van wegvarianten. Het VLW model is niet vrij beschikbaar. Het ministerie van IenM heeft 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.

De laatste versie die beschikbaar is, is ISL2 V2.10, die zowel V2.02 en V2.01 vervangt. Deze versie maakt gebruik van hetzelfde rekenhart als de Saneringstool (ST 3.0/ST 3.1), Op basis van dezelfde invoergegevens kan men concentraties berekenen. ISL2 kan men ook gebruiken om toekomstige scenario's door te rekenen en om effecten van maatregelen te bepalen.

De nieuwe versie in 2012 zal extra functionaliteit hebben, namelijk de mogelijkheid om roetconcentraties te berekenen (indicatief). Daarnaast zal de 2012-versie aangepast zijn aan de methodewijzigingen voor zeezoutcorrectie en NOx-cumulatie.

Verschillen tussen modellen

Met SRM1 (CAR) is het mogelijk een voldoende betrouwbaar inzicht te verkrijgen in de concentraties van luchtverontreinigende stoffen op relatief korte afstanden tot de weg-as. De concentraties kunnen, afhankelijk van het wegtype, worden berekend op maximaal 30 meter of 60 meter van de weg-as. 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 weg-as, is de maximale rekenafstand daarom de afstand tussen de rand van de bebouwing en de weg-as. 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 afschermdende constructies, zoals geluidschermen en tunnels. Standaardrekenmethode 1 houdt wel rekening met de invloed van eventueel aanwezige bomen op de luchtkwaliteit langs de weg.

SRM2 (VLW, ISL2) 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 kleef. 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.

Het Nationaal Samenwerkingsprogramma Luchtkwaliteit (NSL) is opgezet om door middel van een programma-aanpak van generieke en specifieke maatregelen overal in Nederland de Europese eisen voor luchtkwaliteit te realiseren. Met de Saneringstool zijn de luchtkwaliteit en knelpunten langs alle wegen in Nederland in kaart gebracht en de effecten op de lucht van maatregelen, ontwikkelingen en besluiten doorgerekend. Hiervoor werden de verkeersgegevens door de bij het NSL betrokken gemeenten en provincies en het Rijk geleverd. De berekeningen werden centraal uitgevoerd. Om de situatie te kunnen monitoren zijn de Monitoringstool en de NSL-Rekentool op dezelfde basis ontwikkeld.

Eind 2011 heeft IenM de NSL-rekentool beschikbaar gesteld. Met de NSL-rekentool kan de luchtkwaliteit op zelf gekozen locaties berekend worden. Ook kan het effect van plannen doorgerekend worden.

De NSL-rekentool is geschikt om berekeningen uit te voeren voor wegen binnen het bereik van SRM1 en SRM2.

Zeezoutcorrectie

Zeezoutdeeltjes zijn van natuurlijke oorsprong. EU-lidstaten als Nederland maken daarom gebruik van de zogenaamde 'zeezoutaftrek' als ze gaan toetsen of de lucht aan de Europese normen voor fijn stof voldoet. In de Regeling beoordeling luchtkwaliteit 2007 is beschreven dat de jaargemiddelde concentratie fijn stof (PM_{10}) voor zeezout gecorrigeerd mag worden. Hierbij dient men wel rekening te houden dat de getalswaarde waarmee men corrigeert per gemeente kan variëren. Zeezout blijkt een kleinere bijdrage te leveren aan het fijn stof in de lucht dan aangenomen wordt in de Regeling beoordeling luchtkwaliteit 2007. (Matthijssen, 2010). Op basis hiervan wordt de Regeling beoordeling aangepast. De aanpassing zal leiden tot een beperking van de huidige zeezoutcorrectie. Het aantal overschrijdingsdagen dat in mindering gebracht mag worden, zal van zes teruggebracht worden naar vier tot twee dagen, waarbij sprake is van een gradiënt over Nederland van west naar oost.

In de (geëxporteerde) uitvoer van webbased CAR wordt op dit moment de achtergrondconcentratie ongecorrigeerd weergegeven (zonder zeezoutcorrectie). De correctie, indien ingevuld door de gebruiker, wordt wel op het totale resultaat uitgevoerd.

Hierdoor kan het voorkomen dat de totale concentratie PM_{10} (vanwege de correctie) lager is dan de getoonde ongecorrigeerde achtergrondconcentratie. Ook in ISL2 kan men de zeezoutcorrectie voor de jaargemiddelde concentratie PM_{10} handmatig invullen. In de Saneringstool, zoals die in het NSL wordt gebruikt, zijn de weergegeven jaargemiddelde concentraties niet gecorrigeerd voor zeezout. In plaats daarvan wordt in de saneringstool rekening gehouden met de zeezoutcorrectie door uit te gaan van een jaargemiddelde norm van $32,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Een jaargemiddelde concentratie van $32,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ komt voor wegverkeer overeen met meer dan 41 overschrijdingsdagen. Daarmee wordt bij de toetsing het aantal van zes dagen voor de zeezoutaftrek meegenomen door uit te gaan van een jaargemiddelde concentratie die overeenkomt met meer dan 41 in plaats van 35 overschrijdingsdagen.

$PM_{2,5}$

Sinds het van kracht zijn van een nieuwe Europese richtlijn (2008/50/EG) zijn nieuwe normen vastgelegd voor de fijnere fractie van fijn stof ($PM_{2,5}$). Tot op dit moment is $PM_{2,5}$ niet opgenomen in CAR, ISL2, NNM en ISL3a, maar dat gaat veranderen. Naar verwachting gaat in 2012 $PM_{2,5}$ worden opgenomen in de NSL-rekentool.

Berekening van aantal dagen overschrijding van de 24-uursgemiddelde grenswaarde

Voor PM_{10} is er een grenswaarde humaan voor de jaargemiddelde concentratie van $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Er is ook een grenswaarde voor het aantal dagen (35) dat een 24-uurgemiddelde waarde ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) 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 PM_{10} en het tellen van het aantal overschrijdingsdagen;
- 2) Berekenen van het jaargemiddelde en dit vergelijken met het jaargemiddelde, waarbij het 24-uur gemiddelde van $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 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:

- NO₂ (stikstofdioxide)
- Fijn stof (PM₁₀, PM_{2,5} en kleinere fracties)
- CO (koolmonoxide)
- Benzeen
- B(a)P (benzo-a-pyreen) als indicator voor PAK
- Roet/elementair koolstof (EC)

Over het gehalte roet zijn tot nu toe standaard weinig gegevens. IenM wil in 2012 in combinatie met de nieuwe GCN-kaarten en emissiefactoren voor andere componenten ook die voor roet publiceren, zodat berekeningen in CAR mogelijk zijn.

NO₂

De emissie van NO₂ hangt vooral van de temperatuur af waarbij de verbranding van brandstof plaatsvindt. Bij een hogere temperatuur ontstaat er meer NO₂.

Bij personenauto's is de emissie van NO₂ 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 NO₂ het hoogst. Zwaar vrachtverkeer stoot bij hoge snelheden ongeveer 6x en bij lage snelheden ongeveer 2x zoveel NO₂ uit dan personenauto's.

De concentratie NO₂ neemt in Nederland vanuit het noorden naar het zuiden toe.

De stikstofdioxideconcentraties zijn sinds 1990 op regionale meetstations met gemiddeld 1,8% per jaar gedaald. De concentratie is 50% lager dan in 1990. De daling lijkt de laatste tien jaar minder dan in de tien jaar daarvoor.

De jaargemiddelde concentratie NO₂ bedroeg in 2010 24 µg/m³. In steden kunnen de concentraties tot 100 µg/m³ oplopen. De concentratie stikstofdioxide (NO₂) was in 2008 gemiddeld 26 µg/m³.

Fijn stof

Fijn stof is een complex mengsel van deeltjes van verschillende omvang en grootte en met een diversiteit aan chemische samenstelling, dat voor het grootste gedeelte in Nederland van antropogene oorsprong is (75-90 % afhankelijk of het PM₁₀ of PM_{2,5} is). Afhankelijk van de doorsnede van de stofdeeltjes wordt gesproken van PM₁₀ voor deeltjes met een doorsnee tot 10 micrometer of van PM_{2,5} voor deeltjes met een doorsnee tot 2,5 micrometer. In de fractie PM_{2,5} wordt ook nog een onderscheid gemaakt tussen de PM₁ en de zgn. ultrafijne deeltjes met een diameter kleiner dan 0,1 µm. De deeltjes kleiner dan 10 micrometer dringen tot ver door in de luchtwegen en worden ook wel de 'inadembare fractie' genoemd. De samenstelling van het fijn stof is sterk locatieafhankelijk en bestaat voor een belangrijk deel uit fijn stof gevormd uit zwaveldioxide, stikstofdioxide en ammoniak (gemiddeld 30-40%). Op dagen met verhoogde concentraties (>30 µg/m³) is dat aandeel nog groter. Koolstofhoudend stof heeft voor ruim 20% een aandeel in het fijn stof. De doelgroepen Verkeer en Landbouw leveren de belangrijkste bijdrage aan het Nederlandse deel van de fijnstof concentraties. De belangrijkste buitenlandse bijdragen komen van industrie, energieopwekking en raffinaderijen. Volgens de laatste inzichten is gemiddeld voor Nederland 75-80% van de bestanddelen van fijn stof in lucht van antropogene herkomst. Op zwaar belaste wegen, zoals binnenstedelijke wegen kan dit percentage hoger dan 80% zijn. Voor de fijnere fractie van fijn stof is gemiddeld 85-90% antropogeen (Matthijsen, 2010).

Stof dat vrijkomt bij mechanische bewegingen, zoals wegdekslijtage, banden, remvoeringen 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. Op grond van het Beleidsgericht Onderzoeksprogramma fijn stof (BOP) blijkt dat de bijdrage van zeezout en bodemstof veel kleiner is dan altijd gedacht werd (Matthijsen, 2010). De niet-uitlaat emissies van verkeer zijn verantwoordelijk voor nagenoeg alle zware metalen die aangetroffen worden in wegestof.

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 PM₁₀ 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 PM₁₀ uit als personen auto's.

De PM₁₀-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 fijn stof bedroeg in 2010 gemiddeld over Nederland 24 µg/m³. Terwijl de jaargemiddelde achtergrondconcentratie van PM₁₀ in 2008 gemiddeld over Nederland 23 µg/m³ bedroeg. De achtergrondconcentratie wordt gevormd door de regionale (grootschalige) en stedelijke achtergrond. In de buurt van lokale bronnen zoals op- en overslagbedrijven of grote stallen kan de norm worden overschreden door de lokale bijdrage aan de fijnstofconcentratie.

De achtergrondconcentratie daalt langzaam: de laatste jaren is er elk jaar een gemiddelde afname te zien van 1 µg/m³. Dit komt overeen met een afname van zo'n 24-32% sinds het begin van de jaren negentig. Tweederde van deze daling is gelegen in de daling van emissies van fijn stof uit zwaveldioxide, stikstofdioxiden en ammoniak. De bijdrage in de daling van koolstofhoudend stof (elementair koolstof, organisch koolstof en zwarte rook) is minder dan 10%.

De metingen in de periode 1992-2010 laten een afname zien van 35% op de regionale stations en van 25-30% op de stadsstations.

Meteorologische invloeden kunnen leiden tot fluctuaties in de jaargemiddelde PM₁₀-concentraties van zo'n 5 µg/m³. Daarnaast zijn de PM₁₀ concentraties hoger rondom droge wegen vergeleken met natte straten. Wegslijtage en opwerveling van fijn stof spelen daarbij een belangrijke rol.

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-aërosolen (ongeveer 50% van totale PM_{2,5}) en is vooral van antropogene oorsprong (85-90%). Stof dat in de vorm van roet (elementair en organisch koolstof), 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 (secundaire aërosolen). 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. Het grootste deel van de door mensen veroorzaakte PM_{2,5}-achtergrondconcentraties in Nederland komt uit het buitenland.

De hoogste concentraties worden voornamelijk gevonden in de grote steden. Op het platteland zijn de concentraties navenant veel lager. De metingen van PM_{2,5} zijn nog beperkt in aantal, waardoor ook nog de concentraties erg onzeker zijn. De toename aan fijn stof in steden is vooral gelegen in de toename van fijn stof concentraties door elementair en organisch koolstof. Deze kunnen echter per locatie sterk verschillen. Op basis van de huidige inzichten liggen de jaargemiddelde achtergrondconcentraties van PM_{2,5} in Nederland tussen de 13 en 18 µg/m³. In het stedelijk gebied zijn de jaargemiddelde PM_{2,5}-concentraties hoger, namelijk 14-22 µg/m³. Lokaal in straten en langs snelwegen zijn de concentraties verhoogd door de bijdrage van verkeer aan de PM_{2,5}-concentraties. PM_{2,5}-concentraties in straten zijn voor 2010 berekend op 15 tot maximaal 30 µg/m³. Metingen van PM_{2,5} langs straten en wegen in Nederland en nabijgelegen regio's in België en Duitsland geven een range van 18-28 µg/m³.

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. Sinds 1990 zijn de emissies in Nederland bijna gehalveerd. Dit is voornamelijk toe te schrijven aan de stapsgewijs aangescherpte Europese emissie-eisen voor de typekeuring van motorvoertuigen. De eisen voor de kwaliteit van de uitlaatgassen hebben uiteindelijk geresulteerd in de toepassing van driewegkatalysatoren bij personen- en bestelauto's op benzine en LPG. Nieuwe dieselpersonenauto's worden vanaf 1996 uitgerust met een oxidatiekatalysator. Bij dieselbestelauto's vindt deze toepassing plaats vanaf 2000. Metingen van koolmonoxideconcentraties in het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit laten zien dat de grenswaarde van $10.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ voor de glijdende 8-uurgemiddelde concentratie al sinds 1994 niet meer is overschreden in Nederland. Op de meeste locaties komt de concentratie niet boven de $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$. De piekconcentraties van koolmonoxide vormen al enige jaren geen probleem meer voor de luchtkwaliteit in Nederland. De dalende trend is het gevolg van aangescherpte emissie-eisen voor het verkeer en emissiereducerende maatregelen bij de industrie.

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.

De benzeenconcentratie lag in 2010, gemiddeld over geheel Nederland, op $0,64 \mu\text{g}/\text{m}^3$. De concentraties in steden waren tot een factor vier hoger dan op de regionale concentraties.

De gemeten jaargemiddelde benzeenconcentratie vertoont al jaren een dalende trend. De daling is vooral het gevolg van de invoering van de geregelde driewegkatalysator in begin van de jaren negentig, technische verbeteringen aan personenwagens en de verlaging van het benzeengehalte in benzine. Per 1 januari 2000 is het toegestane benzeengehalte in benzine verlaagd van 5% naar 1%. Volgens steekproeven van de milieu-inspectie voldeed het benzeengehalte echter in oktober 1999 al aan deze nieuwe norm.

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.

De gemiddelde gemeten concentraties van benzo[a]pyreen (B[a]P) in de lucht lagen in 2010 onder de streefwaarde van $1 \text{ ng}/\text{m}^3$. Het jaargemiddelde achtergrondniveau ligt tussen de 0,05 en $0,15 \text{ ng}/\text{m}^3$. Verkeerswegen leveren in de meeste gevallen een geringe bijdrage aan het B(a)P-gehalte.

Roet

Roet is een stofvormig bestanddeel van luchtverontreiniging. Het is echter geen fysisch duidelijk gedefinieerde grootte zoals fijn stof. Roet kan gemeten worden als zwarte rook of als elementair koolstof (EC). De zwarteroekmethode levert in essentie een empirische maat voor het deel van het primair aerosol dat als een zwarte substantie op een filter wordt waargenomen. Roet is een goede indicator voor fijn stof afkomstig van verkeer. Roetmetingen hebben toegevoegde waarde ten opzichte van huidige indicatoren voor fijn stof massa (PM_{10} , $\text{PM}_{2,5}$) omdat het contrast tussen verkeersbelaste locaties en niet verkeersbelaste locaties groter is dan dat voor fijn stof massa.

De concentraties van zwarte rook zijn sinds 1990 zowel op regionale stations als op straatstations met ongeveer 50% gedaald. Dit past in het beeld op langere termijn waarbij de concentraties van zwarte rook sinds 1965 een gestaag dalende trend te zien geven. De spectaculaire daling aan het eind van de jaren zestig en in het begin van de jaren zeventig is grotendeels toe te schrijven aan de omschakeling van kolen op aardgas voor de verwarming van huizen. Vooral in de stedelijke leefomgeving leidde dit tot een opvallende verbetering van de luchtkwaliteit. De concentraties van zwarte rook liggen op regionale stations tegenwoordig tussen de 5 en 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. De concentraties op straatstations zijn duidelijk verhoogd en liggen op een niveau van 15-20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Dit weerspiegelt de bijdrage van lokale bronnen, met name het verkeer. Recent onderzoek in Amsterdam naar roet (als EC) laat een wegbijdrage van vrachtverkeer zien van gemiddeld 0,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0,03-3,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) (van der Zee, 2011).

Mogelijke maatregelen ter vermindering van de emissie, verspreiding of belasting

Er zijn verschillende mogelijkheden om de emissie, verspreiding en luchtconcentraties te verminderen. Zoveel mogelijk wordt ook de geschatte reductie in bijdrage van de weg aan de luchtconcentraties aangegeven. Zie voor gedetailleerde informatie over maatregelen het CROW document: Maatregelen voor een schonere lucht. Publicatie 2

De volgende maatregelen zijn bijvoorbeeld mogelijk:

Maatregelen	Reductie*
Emissie	
Beperking snelheid (bijv. 100 -> 80 km/uur) gecombineerd met strenge handhaving	10%
Verbetering doorstroming, routing, dosering, dynamische reisinformatie	Ca 5%
OV met schone brandstoffen	
Concentreren autoverkeer op minder kwetsbare plekken, zodat woningen, scholen en andere gevoelige bestemmingen worden ontzien. Milieuzones	
Verspreiding	
Overkapping	
Geluidscherm (4 – 10 meter)	Ca 35 - 80%
Luchtconcentraties	
Afstanden gevoelige bestemmingen vergroten	
Plaatsing inlaat ventilatiesystemen aan andere zijde dan weg	

*: reductie in bijdrage door de weg aan de luchtconcentraties

Het effect van groen op de luchtkwaliteit

Het RIVM concludeert in 2008, en in 2011, alsook een CROW publicatie uit 2012, dat op basis van de beschikbare informatie dat de effecten van groen op de fijn stof (PM_{10}) concentraties in en om een stad beperkt zijn. Bomen en planten kunnen de fijn stof concentraties in de lucht zowel verhogen als verlagen. Een positief effect van het groen is, dat het de (grotere) deeltjes kan afvangen. De kleinere deeltjes worden echter niet afgevangen en die spelen bij het verkeer juist de belangrijkste rol. Het netto-effect van groen op de fijn stof concentraties blijkt over het algemeen beperkt.

Groenelementen bestaande uit bomen en/of struiken kunnen stikstofdioxide en fijn stof uit de lucht opnemen of filteren.

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 verkeerscommissies van belang.

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

Het is duidelijk 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 vervuulende stoffen om voorrang. Het netto resultaat kan wel zijn dat de het op 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 weinige metingen die beschikbaar zijn op het gebied van stikstofdioxide (NO₂) laten geen effecten van groen op de NO₂-concentraties zien. De grootschalige onderzoeken die tot nu toe in de praktijk zijn uitgevoerd laten geen eenduidig beeld zien.

Ondanks dat groen een niet eenduidig effect heeft op de mate van luchtverontreiniging, heeft het in het kader van ruimtelijke ordening wel 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 effectiviteit van groen langs de weg om de luchtkwaliteit te verbeteren is er geen aanleiding om dit aspect in GES-scores 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

Steeds meer blijkt uit onderzoek dat het gebruik van de afstand tot de weg een goede vuistregel biedt van de zone langs een drukke weg waar de gezondheidsrisico's van luchtverontreiniging door wegverkeer verhoogd zijn. Duidelijk is dat de invloed van verkeer op de gezondheid van mensen verder gaat 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 zoals levensduurverkorting, longfunctiedaling, verergering van hart- en vaatziekten en (chronische) luchtwegklachten.

Hierbij lijkt de slechtere luchtkwaliteit een grote rol te spelen, maar het is niet af te meten door alleen maar te kijken naar de NO_2 -, PM_{10} - of $\text{PM}_{2,5}$ -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 (RIVM, Fischer et al, 2007; Gezondheidsraad, 2008).

Het is dus niet mogelijk om op basis van de afstand alleen een GES-score indeling te maken. Zowel de Gezondheidsraad als ook het RIVM zijn na beoordeling van de verschillende studies wel tot de conclusie gekomen dat niet alleen scholen, kinderdagverblijven en bejaarden-, verzorgings- en verpleegtehuizen als gevoelige bestemmingen beschouwd kunnen worden, maar ook woningen. In aansluiting op bovenstaande is in de meest recente GGD-richtlijn ten aanzien van 'gevoelige bestemmingen' in relatie tot wegverkeer door de GGD'en in Nederland het volgende advies geformuleerd:

- Nieuwe gevoelige bestemmingen, inclusief woningen, worden bij voorkeur niet binnen 300 meter van de snelweg gebouwd, onafhankelijk van de vraag of aan de grenswaarden wordt voldaan. Het realiseren van gevoelige bestemmingen op minder dan 100 meter wordt sterk afgeraden;
- Eveneens worden nieuwe gevoelige bestemmingen, inclusief woningen, bij voorkeur niet binnen 50 meter van provinciale wegen gebouwd en niet direct aan binnenstedelijke wegen, waarbij 'druk' gedefinieerd is als een verkeersintensiteit van meer dan 10.000 motorvoertuigen per etmaal.

NO_2

Bij het beoordelen van de effecten van verkeersemissies op de gezondheid van mensen wordt de NO_2 -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 PM_{10} - of $\text{PM}_{2,5}$ -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 NO_2 . In de stedelijke omgeving levert het wegverkeer verreweg de grootste bijdrage aan de NO_2 -concentratie.

Bij het beoordelen van de effecten van het verkeersgerelateerde luchtmengsel op de gezondheid van mensen is NO_2 dan ook een betere en gevoeliger indicator dan PM_{10} en $\text{PM}_{2,5}$. Zeker is het niet zo, dat alle bij studies gevonden gezondheidseffecten die gerelateerd zijn aan de NO_2 in de buitenlucht uitsluitend aan NO_2 zelf toegeschreven kunnen worden. Dat betekent dan ook niet dat de NO_2 -concentratie de belangrijkste veroorzaker is van de gezondheidseffecten, maar eerder de componenten die met NO_2 – en dus ook met wegverkeer – samenhangen. Hierbij moet men denken aan roet, elementair koolstof en de ultrafijne fractie stofdeeltjes in het verkeersgerelateerde luchtmengsel. Roet wordt steeds meer gezien als een zinvolle aanvullende indicator naast NO_2 en fijn stof (PM_{10} en $\text{PM}_{2,5}$)

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 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 $1000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 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 $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 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 NO_2 . Evenzo ziet men bij deze concentraties een verhoogde gevoeligheid voor luchtweginfecties en meer ziekenhuisopnamen. Ook is aangetoond dat blootstelling aan NO_2 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. Dit betekent dat voor NO₂ de jaargemiddelde grenswaarde het strengst is.

De Europese Commissie heeft het verzoek van Nederland tot derogatie (verlenging van de termijn om de door de EU gestelde luchtkwaliteitseisen te realiseren) toegewezen. Hierdoor is het tijdstip dat aan de jaargemiddelde grenswaarde voor stikstofdioxide (NO₂) van 40 µg/m³ moet worden voldaan verschoven naar 1 januari 2015. Een uitzondering vormt de agglomeratie Heerlen/Kerkrade; hiervoor verleent de Europese Commissie uitstel tot 1 januari 2013. Tot genoemde data geldt in de betreffende gebieden een verhoogde grenswaarde van 60 µg/m³ voor de jaargemiddelde concentratie van stikstofdioxide.

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 en metalen 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. . Algemeen wordt geconcludeerd dat PM₁₀- en PM_{2,5}-concentraties slechte indicatoren zijn voor de te verwachten gezondheidseffecten van fijn stof afkomstig van verkeer door het mindere contrast. Mogelijk zijn roet (uitgedrukt in µg/m³ elementair koolstof een betere indicator voor verkeersgerelateerde luchtverontreiniging. Dit geldt ook voor het monitoren van het effect van maatregelen op emissies die vanuit gezondheidsoogpunt relevant zijn.

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 voortijdige sterfte door ziekten van het hartvaatstelsel en het ademhalingsstelsel. Ouderen met hartvaatziekten of longaandoeningen vormen hierbij waarschijnlijk de meest gevoelige groep.

Langdurende blootstelling aan fijn stof geeft een verhoogde kans op levensduurverkorting. In een aantal grote Amerikaanse cohortstudies is aangetoond dat langdurige blootstelling aan fijn stof samenhangt met verkorting van de levensduur, vooral door sterfte aan hart- en vaatziekten en luchtwegziekten (Zee, 2008).

Tot voor kort werd gesproken over het aantal personen per jaar dat vroegtijdig overlijdt door de blootstelling aan fijn stof (geschat werd in Nederland gemiddeld 18.000 personen per jaar). Deze gezondheidsmaat is echter moeilijk te interpreteren. Feitelijk wordt namelijk ieders gezondheid een beetje beïnvloed door de langdurige blootstelling aan fijn stof en is het aantal personen dat vroegtijdig overlijdt niet te identificeren. Daarbij komt dat ooit iedereen zal sterven. Het is daarom beter om de effecten van fijn stof uit te drukken in een gemiddelde levensduurverkorting (Knol, 2009). Berekend is dat de gemiddelde levensduurverkorting 14,7 dagen per $\mu\text{g}/\text{m}^3$ PM_{10} is (Matthijsen, 2007).

PM_{2,5}

Op basis van een Nederlandse cohortstudie berekende Brunekreef (2007) een Relatief Risico op sterfte door blootstelling aan $\text{PM}_{2,5}$ van 1,10 (extra kans op sterfte van 10% bij een toename van de $\text{PM}_{2,5}$ concentratie van $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Het Relatief Risico is bijgesteld naar 1,007 op basis van meer recent onderzoek. Voor Nederland zou dit betekenen dat door langdurige blootstelling aan fijn stof de verwachting van de levensduur met ongeveer 1 jaar verkort wordt bij de huidige blootstellingsniveaus aan fijn stof (Brunekreef, 2007). Als implicatie voor de Nederlandse bevolking betekent dit een verlies van levensjaren per $\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\text{PM}_{2,5}$ van 21 dagen. Berekend is dat de gemiddelde levensduurverkorting 14,7 dagen per $\mu\text{g}/\text{m}^3$ PM_{10} is (Matthijsen, 2007).

Pope (2009) vergeleek de gemiddelde levensverwachting van een Amerikaanse populatie in twee perioden met verschillende $\text{PM}_{2,5}$ concentraties. Een vermindering van de $\text{PM}_{2,5}$ blootstelling van $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ was geassocieerd met een toename in de gemiddelde levensverwachting van $0,6 \pm 0,2$ jaar. De gevonden associatie blijkt weinig gevoelig voor veranderingen in sociaaleconomische en demografische variabelen en andere versturende variabelen en is daarmee goed toepasbaar op andere populaties. In het onderzoek van Pope is het verschil in levensverwachting in een populatie vrij direct gemeten. Met de methode van Brunekreef wordt het verschil in levensverwachting meer indirect bepaald uit het Relatief Risico op sterfte door fijn stof en toepassing daarvan in een overlevingstabel van een cohort pasgeborenen. Toepassing van de resultaten van Pope op de Nederlandse populatie laat eveneens zien dat bij de huidige fijn stof blootstelling de levensverwachting met circa 1 jaar wordt bekort.

Daarnaast is er een groter aantal mensen met chronische luchtwegaandoeningen bij langdurige blootstelling aan hogere concentraties fijn stof. Als kinderen langdurig verblijven langs drukke snelwegen kan dit leiden tot een blijvende vermindering van de longfunctie. Een onlangs gepubliceerde studie waarbij een geboortecohort 8 jaar is gevolgd geeft duidelijke aanwijzingen dat blootstelling aan verkeersgerelateerde luchtverontreiniging ($\text{PM}_{2,5}$ en NO_2) astma bij deze kinderen kan veroorzaken (Gehring, 2010).

Steeds meer blijkt uit studies dat de fractie kleiner dan $\text{PM}_{2,5}$ 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 $\text{PM}_{2,5}$ die een rol van betekenis spelen. Dit wil niet zeggen dat de fractie tussen $\text{PM}_{2,5}$ en PM_{10} , de zogenaamde 'coarse'-fractie geen effecten op de gezondheid heeft, maar deze liggen op een ander niveau dan van $\text{PM}_{2,5}$.

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 uitgevoerd 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 gezondheidskundige risico's van verkeersbelaste situaties niet aan de hand van de PM_{10} - of $\text{PM}_{2,5}$ -normen te beoordelen.

Voor zowel PM₁₀ 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-effectrelatie 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 waaronder geen gezondheidseffecten meer zouden optreden. 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 PM₁₀ 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 µg/m³. 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 PM₁₀ voor de langdurige effecten van PM₁₀, is de nu voorgestelde waarde van 20 µg/m³ voor PM₁₀ 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 µg/m³ voor PM_{2,5} en 50 µg/m³ voor PM₁₀ (WHO, 2005).

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 van 2008 een grenswaarde vastgesteld voor de jaargemiddelde PM_{2,5}-concentratie. Vanaf 2015 moet aan de grenswaarde van 25 µg/m³ worden voldaan. Aan de indicatieve waarde voor de jaargemiddelde PM_{2,5}-concentratie, die vastgesteld is op 20 µg/m³, moet vanaf 2020 worden voldaan. 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 overschrijding van 20 µg/m³ op voorhand niet kan worden uitgesloten. Als het nu voorgenomen beleid ten uitvoer wordt gebracht, wordt een extra concentratiedaling in de steden van ongeveer 1 µg/m³ verwacht in 2020. Daarmee zal de kans op overschrijdingen van de 20 µg/m³ verder verminderen.

Naast deze waarden is er ook een waarde voorgesteld voor 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 µg/m³. 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 µg/m³ liggen, gemiddeld voor het stedelijk gebied. In 2013 wordt deze waarde grootschalig geëvalueerd op grond waarvan alle getallen kunnen worden herzien.

Voor PM₁₀ is er een grenswaarde voor het jaargemiddelde en één voor het daggemiddelde: de grenswaarde voor de jaargemiddelde PM₁₀-concentratie van 40 µg/m³, waaraan vanaf 2005 voldaan moet worden en die vooral beoogt bescherming te bieden tegen de langetermijneffecten van fijn stof. Aan de grenswaarde voor de daggemiddelde PM₁₀-concentratie van 50 µg/m³, die maximaal 35 dagen per jaar overschreden mag worden, dient vanaf 2008 (of 2011 met derogatie) voldaan te worden. Deze is vooral bedoeld is voor de bescherming tegen korte termijn effecten. In 2009 heeft de Europese Commissie Nederland voor de zone Midden en de agglomeraties Amsterdam/Haarlem, Utrecht en Rotterdam/Dordrecht uitstel (derogatie) verleend op basis van het Nationaal Samenwerkingsprogramma Lucht (NSL). Nederland moest nu uiterlijk 11 juni 2011 aan de richtlijn hebben voldaan.

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.

Vergelijking van de grenswaarden voor $\text{PM}_{2,5}$ en PM_{10} (jaar- en daggemiddelden) levert het volgende beeld op. De voorgestelde jaargemiddelde $\text{PM}_{2,5}$ -concentratie van $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ komt overeen, als men uitgaat van een verhouding $\text{PM}_{2,5}/\text{PM}_{10}$ 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 $\text{PM}_{2,5}$ 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 $\text{PM}_{2,5}$ en PM_{10} .

PM_{10} of $\text{PM}_{2,5}$ 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 en ultrafijne deeltjes ($<\text{PM}_{0,1}$) worden nu onvoldoende meegenomen bij de toetsing aan normen.

Roet

Onderzoek wijst in de richting dat in ieder geval de kleine (zwarte) roetdeeltjes bij gezondheidsschade van belang zijn. Het gaat hier om deeltjes die vrij komen bij verbrandingsprocessen zoals bij alle verkeersvormen, energieopwekking, raffinaderijen, bij houtkachels en sommige industriële activiteiten. Bij verkeer is het vooral vrachtverkeer dat een bijdrage levert aan de roetconcentraties. Roet is vooral een maat voor de uitlaatgassen van wegverkeer en niet voor alle emissies, waardoor roet goed gebruikt kan worden om de effectiviteit van verkeersmaatregelen in kaart te brengen.

Analyse van verschillende studies laat zien dat het relatief risico per $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ roet ten opzichte van $\text{PM}_{2,5}$ een levensduur verkorting geeft die ongeveer vier tot negen keer groter is (Janssen, 2011). Het verlies aan levensjaren (per $\mu\text{g}/\text{m}^3$) in Nederland is voor $\text{PM}_{2,5}$ 21 dagen en voor roet 195 dagen. De gezondheidseffecten zijn per massa eenheid voor roet groter dan voor $\text{PM}_{2,5}$ of PM_{10} (Janssen, 2011a). Daarbij moet wel bedacht worden dat de concentratie van $\text{PM}_{2,5}$ of PM_{10} tegelijkertijd vele malen groter is dan die van roet (EC). De winst van roet als aanvullende indicator zit dan ook vooral in het beter kunnen vaststellen van de gezondheidswinst van verkeersmaatregelen die specifiek de roetfractie in fijn stof reduceren.

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 10.000 – 15.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ gedurende 8 uur.

De WHO en de Gezondheidsraad hebben een gezondheidkundige 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 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 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 Wereldgezondheidsorganisatie (WHO) stelt dat er geen veilig niveau voor benzeen kan worden gedefinieerd. De WHO schat dat bij een levenslange blootstelling aan een concentratie van 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de kans op leukemie 4×10^{-6} is.

De wettelijke EU grenswaarde voor de buitenluchtkwaliteit in Nederland is 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (jaargemiddeld), de streefwaarde is 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (jaargemiddeld). In 2010 was waarschijnlijk niemand in Nederland blootgesteld aan een jaargemiddelde benzeenconcentratie boven de 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

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 als jaargemiddelde. 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 ng/m^3 vastgesteld. Bij levenslange blootstelling aan deze concentratie is het risico 1×10^{-6} , dat als verwaarloosbaar wordt beschouwd.

Wetgeving, 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 (grenswaarden, richtwaarden en plandrempels) in verschillende (vier) 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 de polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK's), 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, PM₁₀, 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 navenant 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 PM₁₀. De hoogte van deze "zeezout" aftrek was vastgelegd in de Meetregeling luchtkwaliteit 2005, dat tegelijk met het Besluit luchtkwaliteit 2005 in werking is getreden. In de Meetregeling is per gemeente de grootte van de toegestane zoutaftrek aangegeven.

Wet Luchtkwaliteit

Met het Besluit Luchtkwaliteit 2005 is er een directe koppeling tussen ruimtelijke ordeningsprojecten en luchtkwaliteit, waarbij ook voor ieder klein 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 ministeriële regelingen en amvb's wil de overheid zowel de luchtkwaliteit verbeteren, zodanig dat de Europese normen worden gehaald, als ook de gewenste ontwikkelingen in ruimtelijke ordening doorgang laten vinden. Ook voorziet de wet in de mogelijkheid dat kleinere projecten, zogenaamde niet in betekenende mate (NIBM) projecten, geen afzonderlijke maatregelen meer behoeven te treffen om aan de grenswaarden te voldoen (zie ook onder amvb-NIBM).

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 door middel van een programma-aanpak van generieke en specifieke maatregelen overal in Nederland de Europese eisen voor luchtkwaliteit te realiseren (zie ook onder NSL).

Met de inwerkingtreding van het NSL is de grens voor projecten die niet in betekenende mate bijdragen gewijzigd van 1% naar 3% van de jaargemiddelde grenswaarde van PM₁₀ (1,2 µg/m³).

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 speelt hierbij 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' ontwikkeld. Deze amvb, die per 16 januari 2009 in werking is getreden, 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 (zie verder onder amvb 'gevoelige bestemmingen').

In mei 2008 is er een nieuwe Europese richtlijn van kracht geworden, die fasegewijs in de Nederlandse regelgeving zal worden geïmplementeerd. De belangrijkste wijzigingen die de nieuwe richtlijn met zich meebrengt, zijn:

- De mogelijkheid een uitsteltermijn te krijgen voor het halen van de normen voor PM₁₀ (tot uiterlijk drie jaar na inwerkingtreding van de richtlijn) en voor benzeen en NO₂ (5 jaar), mits een luchtkwaliteitsplan kan worden overlegd, zoals het NSL.
- Nieuwe toetsafstanden voor NO₂ (10 meter in plaats van 5 meter). (Dit is in Nederland inmiddels al in de wet opgenomen).
- Op plekken waartoe mensen geen toegang hebben, hoeft niet aan de normen te worden voldaan, zoals bijvoorbeeld werkplekken.
- Het van kracht worden van nieuwe normen voor PM_{2,5}, grenswaarden en Richtwaarden; de aanpak van PM_{2,5} is gericht op algemene vermindering van de concentraties van fijn stof in stedelijke achtergrondgebieden.

Zoals reeds eerder aangegeven zijn met de inwerkingtreding van de 'Wet luchtkwaliteit' ook een aantal algemene maatregelen van bestuur (amvb) en ministeriële regelingen (mr) van kracht geworden.

Op de voor dit kader belangrijkste regelingen en amvb's zal kort ingegaan worden:

- Amvb 'niet in betekenende mate' (NIBM).
- Amvb 'gevoelige bestemmingen'.
- Regeling beoordeling luchtkwaliteit 2007, inclusief de Handreiking 'Meten en Rekenen'.
- Nationaal Samenwerkingsprogramma Luchtkwaliteit (NSL).

Regeling 'Niet in betekenende mate' (NIBM)

In de algemene maatregel van bestuur 'Niet in betekenende 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. Met deze amvb wordt aangegeven wanneer men de toename van luchtverontreiniging door het ruimtelijk plan als verwaarloosbaar kan beschouwen.

In de Regeling NIBM is een lijst met categorieën van situaties (inrichtingen, kantoor- en woningbouwlocaties), opgenomen die 'niet in betekenende 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 betekenende mate' was voor het verlenen van de derogatie door de EU gedefinieerd als 1% van de grenswaarde voor NO₂ en PM₁₀. Na het verlenen van derogatie door de EU en met het in werking treden van het NSL is de definitie van NIBM verschoven naar 3% van de grenswaarde. Hierbij wordt er van uitgegaan dat met het NSL algemene en mogelijk specifieke maatregelen worden genomen die er voor zorgen dat de grenswaarde zeker wordt gehaald.

Ondanks het besluit NIBM blijven de begrippen 'goede ruimtelijke ordening' en het daarbij rekening houden met blootstelling van voornamelijk kwetsbare groepen van belang. Vanuit dat oogpunt kan het onwenselijk zijn om een project te realiseren op een locatie waar de luchtkwaliteit slecht is of slechter wordt.

Projecten die wel 'in betekenende mate' (IBM) bijdragen, zijn over het algemeen al opgenomen in het NSL en vallen dan ook onder een programma-aanpak van maatregelen. Om snel te kunnen bepalen of een project in NIBM bijdraagt aan de luchtverontreiniging is door het Ministerie van I&M de NIBM-tool met handleiding ontwikkeld (zie de website van Infomil: www.infomil.nl/onderwerpen/klimaat-lucht/luchtkwaliteit/rekenen-meten/nibm-tool/). Dit betekent voor gemeenten vooral bij kleine projecten een beperking in de onderzoekslasten. Daarnaast kan men dit ook gebruiken om de grenzen voor het aantal extra voertuigbewegingen te bepalen die niet zal leiden tot overschrijding van de NIBM-grens.

Amvb 'gevoelige bestemmingen'

Om kwetsbare groepen, met name kinderen, ouderen en zieken, te beschermen tegen een te hoge belasting aan luchtverontreiniging (PM₁₀ en NO₂) in de nabijheid van snelwegen en provinciale wegen is met het 'besluit gevoelige bestemmingen' binnen de Wet luchtkwaliteit invulling gegeven. Met het besluit, dat per 16 januari 2009 in werking is getreden, wordt de vestiging van gevoelige bestemmingen in de nabijheid van genoemde wegen beperkt.

Als gevoelige bestemmingen zijn hierbij aangemerkt: scholen, kinderdagverblijven, verzorgings-, verpleeg- en bejaardentehuizen. Van doorslaggevend belang bij de bepaling van wat een gevoelige bestemming is, is de (voorzien) functie van het gebouw en het bijbehorende terrein. Woningen, ziekenhuizen en sportaccommodaties vallen niet onder dit besluit.

Wanneer het plan bestaat om binnen 300 meter van een snelweg of binnen 50 meter van een provinciale weg (gemeten vanaf de rand van de weg) een gevoelige bestemming te realiseren moet onderzocht worden of er op de desbetreffende locatie sprake is van een (dreigende) overschrijding van de huidige grenswaarden voor PM₁₀ of NO₂. Is dit het geval dan mag de bestemming, bijvoorbeeld een school, niet gerealiseerd worden.

Bij uitbreiding van een al bestaande gevoelige bestemmingen is een eenmalige toename van maximaal 10% van het totale aantal blootgestelden toegestaan. Is deze dreigende normoverschrijding niet aan de orde, dan is er ook geen bouwverbod voor gevoelige bestemmingen.

Wel moet in die situaties de locatiekeuze goed gemotiveerd worden en afgezet worden tegen het beginsel van een 'goede ruimtelijke ordening'. Dit principe blijft onverkort van toepassing en wordt dan ook niet vervangen door het besluit 'gevoelige bestemmingen'. Het beginsel van een goede ruimtelijke ordening houdt in dat in de besluitvorming alle relevante belangen op een evenwichtige wijze integraal worden afgewogen, waaronder de gezondheidsbelangen van potentieel blootgestelden er één is.

Het besluit waarborgt dat mensen met een verhoogde gevoeligheid in (nieuwe) specifieke situaties niet worden geconfronteerd met een luchtkwaliteit die niet voldoet aan de grenswaarden. Daarnaast schrijft de Wet ruimtelijke ordening voor dat een bestemmingsplan moet voldoen aan de criteria voor een goede ruimtelijke ordening. Met deze verplichting is het mogelijk situaties te beoordelen, die niet in het besluit gevoelige bestemmingen zijn ondervangen en die eigenlijk vanuit gezondheid voor kwetsbare groepen onwenselijk zijn. Uitgangspunt hierbij is 'de meest kwetsbare groep op de minst vervuilde plek'. Situaties waar men in deze aan kan denken zijn bijvoorbeeld het bouwen van woningen langs een snelweg of van een school langs een drukke binnenstedelijke weg (>10.000 voertuigbewegingen per etmaal). Op lokaal niveau kan de GGD de gemeenten adviseren over luchtkwaliteit in relatie tot gezondheid en een goede ruimtelijke ordening. De GGD richtlijn 'Luchtkwaliteit en gezondheid' bevat daarvoor een inhoudelijk goed onderbouwd afstandsadvies (Zee, 2008).

Regeling Beoordeling Luchtkwaliteit 2007

Met de inwerkingtreding van de 'Wet Luchtkwaliteit' in 2007 is een aantal eerdere besluiten vervallen, zoals de Regeling Luchtkwaliteit Ozon, het Besluit Luchtkwaliteit 2005, de Meetregeling Luchtkwaliteit en het Meet- en Rekenvoorschriftbevoegdheden Luchtkwaliteit.

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

De nieuwe ministeriele Regeling Beoordeling Luchtkwaliteit 2007, als uitvloeisel van de Wet luchtkwaliteit, bevat de nieuwe voorschriften over hoe nu met metingen en berekeningen de concentratie en depositie van luchtverontreinigende stoffen vastgesteld moeten worden.

Inmiddels is ook een aantal wijzigingen van de Regeling beoordeling luchtkwaliteit 2007 in werking getreden. De eerste dateert van 19 juli 2008, de tweede van 18 december 2008 en de laatste van 13 augustus 2009. In de wijziging van 19 juli 2008 is de maximale reken- of meetafstand bij toetsing van NO₂ bij wegen aangegeven (10 meter). Verder is hierin aangegeven dat het rekenpunt dat bij toetsing bij wegen wordt gekozen voor een lengte van 100 meter representatief is, dat er onderscheid gemaakt moet worden naar emissiefactoren voor veehouderij en wegverkeer en dat het ministerie van IenM jaarlijks dubbeltellingscorrectiegegevens voor NO₂, fijn stof en ozon bekend maken.

Bij de tweede wijziging is het 'toepasbaarheidsbeginsel' geïntroduceerd. Dit beginsel geeft aan op welke plaatsen de luchtkwaliteitseisen toegepast moeten worden: de werkingssfeer en de beoordelingssystematiek. Zo behoeft er geen beoordeling meer gegeven te worden van de luchtkwaliteit op plaatsen waar mensen geen toegang toe hebben of waar geen bewoning is. Ook bij industrieterreinen behoeven alleen nog maar publiek toegankelijke plaatsen beoordeeld te worden. Dit geldt ook op de rijbaan van wegen en op de middenberm van wegen, tenzij daar voetgangers normaliter toegang tot hebben. Alleen de luchtkwaliteit op die plaatsen waar mensen significant blootgesteld kunnen worden, zoals woningen, scholen en sportterreinen, dienen nog beoordeeld te worden met metingen of berekeningen. Hierbij moet een waarde voor de luchtkwaliteit worden bepaald die representatief geacht kan worden voor de blootstelling ter plaatse.

De laatste wijziging heeft vooral betrekking op de introductie van PM_{2,5} bij de meetmethoden, hoe berekeningen gedaan moeten worden bij tunnelmonden, hoe rekening gehouden moet worden met cumulatieve van verkeer en inrichtingen en hoe concentratiebijdragen bij gescheiden rijbanen bepaald moeten worden.

De gegevens die overheden moeten gebruiken bij de berekening van de concentraties luchtverontreinigende stoffen (emissiefactoren, achtergrondconcentraties en meteorologische data) worden jaarlijks bekend gemaakt door het ministerie van IenM. Deze gegevens zijn ook verwerkt in de nieuwste versies van CAR (versie 10.0), ISL2 (ISL2 V3.0) en ISL3a (ISL3a v2011). Het RIVM publiceert jaarlijks kaarten met grootschalige concentraties voor Nederland voor verschillende luchtverontreinigende stoffen, waarvoor Europese regelgeving bestaat, de zogenoemde Grootschalige Concentratiekaarten Nederland (GCN-kaarten). Voor verdere informatie hierover wordt verwezen naar <http://www.rivm.nl/gcn/index.html>. Met de nieuwe Regeling Beoordeling luchtkwaliteit en NIBM blijft het mogelijk om projecten in overschrijdingssituaties die wel in betekenende 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.

Nationale Samenwerkingsprogramma Luchtkwaliteit (NSL)

Het NSL is op 1 augustus 2009 in werking getreden. Binnen het Nationale Samenwerkingsprogramma Luchtkwaliteit (NSL) zijn Regionale Samenwerkingsprogramma's Luchtkwaliteit opgesteld (RSL's). Hierin zijn pakketten aan maatregelen opgenomen die er voor zorgen, dat alle negatieve (milieu)effecten van huidige en toekomstige 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. Projecten die niet in betekenende mate (NIBM) bijdragen zijn vrijgesteld van toetsing aan de gestelde grenswaarden.

Als maatregelen niet leiden tot gewenste verbetering van de luchtkwaliteit, zoals vastgelegd in het NSL-programma, moet dat leiden tot extra maatregelen of tot het vervallen van de projecten. Nieuwe projecten of maatregelen kunnen aangemeld worden en zo aan het NSL toegevoegd worden. Jaarlijks zal het NSL geactualiseerd worden. Om de voortgang te monitoren moeten NSL-gemeenten jaarlijks rapporteren. Daarvoor is de Rapportagetool en Monitoringstool ontwikkeld.

Monitoringstool

Ook na de vaststelling van het NSL bestaat er bij alle overheden behoefte om op uniforme wijze decentrale berekeningen te maken om de situatie te monitoren en effecten van plannen door te kunnen rekenen. Hiervoor zijn de Rapportagetool en de NSL-Rekentool ontwikkeld (zie www.nsl-monitoring.nl). In de Rekentool kunnen varianten voor eigen gebruik worden doorgerekend worden en ook de consequenties van veranderingen in de ruimtelijke ontwikkelingen op de luchtkwaliteit kunnen worden berekend. Uitgangspunt voor de Rekentool is de Saneringstool 3.1. Resultaten kunnen weer in de Monitoringstool worden meegenomen.

De Saneringstool en de Rapportagetool zijn geïntegreerd in één tool: de zogenaamde Monitoringstool. Voor de laatste stand van zaken met betrekking tot de regelgeving en normen wordt verwezen naar de website van het Ministerie van IenM (<http://www.rijksoverheid.nl/ministeries/ienm>) en naar de website van Infomil (www.infomil.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. Over het algemeen zal er geen noodzaak meer zijn deze stoffen in een gezondheidskundige beoordeling te beschouwen.

Bij het schatten 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.

Er worden geen GES-scores voor roet toegekend. Er zijn nog geen grenswaarden/ normen die toegepast kunnen worden. Er wordt gewacht op een Europese norm.

De volgende indelingen worden gehanteerd:

NO₂

Jaargemiddelde µg/m ³	GES-score	Opmerkingen
0,04 – 3	2	
4 – 19	3	
20 – 24	4	Eventueel opsplitsing in categorie 4a en 4b
25 - 29		
30 - 34	5	Eventueel opsplitsing in categorie 5a en 5b
35 - 39		
40 – 49	6	Overschrijding grenswaarde Toename luchtwegklachten en verlaging longfunctie
50 – 59	7	Sterkere toename luchtwegklachten en verlaging longfunctie
≥ 60	8	

NO₂ is van belang omdat het een betere verkeersgerelateerde indicator is dan PM₁₀. Er is een mogelijkheid om GES-scores 4 en 5 nader te in twee 5 µg/m³-klassen om het onderscheidende vermogen te vergroten. In de Handleiding wordt een mogelijkheid gegeven om deze verfijnde klassen op een kaart weer te geven. Deze tussenstappen kunnen als 4a en 4b, 5a en 5b worden weergegeven.

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.

De WHO kiest als vertrekpunt voor de gezondheidskundige advieswaarde $PM_{2,5}$ 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.

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 en 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} . Om het onderscheid vermogen te vergroten kan GES-score 4 nader onderverdeeld worden om de laagste bijdrage van verkeer ten opzichte van de achtergrondwaarde inzichtelijk te maken en de daarbij behorende gezondheidseffecten. Het heeft alleen zin om GES-scores voor $PM_{2,5}$ toe te delen als de concentratie $PM_{2,5}$ direct berekend is en niet via een vaste verhouding uit de concentratie 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 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 – 24	4	PM _{2,5} Overschrijding AQG van de WHO Eventueel deze categorie opsplitsen in categorie 4a en 4b
	25 – 29		
15 – 19	30 – 34	5	PM ₁₀ Een toename van luchtwegsymptomen, ziekenhuisopnamen en levensduurverkorting
20 – 24	35 – 39	6	PM _{2,5} Overschrijding van de indicatieve waarde voor het jaargemiddelde vanaf 2020 Overschrijding van de blootstellingsconcentratieverplichting voor 2015 PM ₁₀ Overschrijding grenswaarde voor het daggemiddelde Een toename van luchtwegsymptomen, ziekenhuisopnamen en levensduurverkorting
25 – 29	40 – 49		7
≥ 30	≥ 50	8	PM ₁₀ Een toename van luchtwegsymptomen, ziekenhuisopnamen en levensduurverkorting

CO

8-uursgemiddelde concentratie (P98) µg/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

*: 1.000 µg/m³ = 0,858 ppm bij 20 °C

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 grenswaarde 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

In de GES wordt consequent getoetst aan de gezondheidskundige advieswaarde. Er kan in de praktijk ook getoetst worden aan de wettelijke norm van $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

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 geluid

Emissie en verspreiding

Emissie

Bij voertuigen zijn de motor en uitlaat belangrijke geluidbronnen. Vooral het optrekken, het rijden met hoge toertallen en afremmen geven hoge geluidniveaus. Ook de banden vormen een belangrijke geluidbron. De banden veroorzaken rolgeluid, omdat ze in trilling worden gebracht door de krachten die er op staan. Bredere banden en een grovere structuur van het wegoppervlak geven meer geluid.

Bij lagere snelheden zijn de motor en uitlaat de belangrijkste geluidbronnen. Bij snelheden boven 30 à 40 km/uur wordt het rolgeluid dominant (CROW, 2009).

De geluidemissie van wegverkeer is dus afhankelijk van het type voertuig, de banden en de snelheid van de voertuigen en de ruwheid en structuur van het wegdek. Voor de verspreiding is de verdunning (afzwakking) door weersomstandigheden, de reflectie door het wegdek en de demping door de lucht en bodem van belang.

Rekenmethoden Wet Geluidhinder

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. In 2009 zijn in een wijziging enkele onjuistheden in de formules voor berekening van het effect van middenbermschermen en schermtoppen verbeterd. In 2010 is bijlage I gewijzigd, met daarin de toelichting over rapportages en de methode voor het bepalen van de cumulatieve geluidbelasting. In een erratum wordt een typefout in één van de formules voor de cumulatieve geluidbelasting hersteld. In de loop van 2012 zullen de Reken- en Meetvoorschriften ingrijpend aangepast worden vanwege de wijziging van de normen en toetsing van geluid voor rijkswegen en spoorwegen. Belangrijke aanpassingen zijn de emissiecijfers voor weg- en railverkeer en de methode voor het berekenen van de geluidreducerende effecten van stille wegdekken (Cwegdek). De Reken- en Meetvoorschriften en eventuele wijzigingen zijn te vinden op de website www.stillerverkeer.nl (CROW, 2012).

Standaardrekenmethode 1

Standaardrekenmethode 1, SRM1, is een vrij eenvoudige berekeningswijze en als applicatie beschikbaar (zie Bijlage III van het Reken- en Meetvoorschrift geluidhinder 2006). Op de website www.stillerverkeer.nl is een tabel beschikbaar waarmee eenvoudig de geluidbelasting met behulp van SRM1 te berekenen is (CROW, 2012).

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. Bromfietsen en scooters worden niet in de berekeningen opgenomen. Deze kunnen wel voor veel geluidhinder zorgen.

- *Snelheid voertuig*

De geluidemissie is afhankelijk van het type voertuig en de snelheid. De geluidbelasting (L_{den} dB) op 5 meter afstand en 1,5 meter hoogte van een weg met 1 voertuig per uur gedurende het gehele etmaal bij verschillende snelheden van het voertuig is ongeveer als volgt:

Type voertuig	Snelheid km/uur					
	30	50	80	100	120	130
licht voertuig (auto)	41	45	48	50	51	52
middelzwaar voertuig	49	51	53	54	55	55
zwaar voertuig (3 assen of meer)	53	54	56	57	57	58

De geluidemissie van lichte voertuigen neemt meer toe met de snelheid dan die van middelzware en zware voertuigen.

- *Aantal voertuigen per uur en periode (dag, avond en nacht)*

Verdubbeling van de verkeersintensiteit, bij een gelijke samenstelling, leidt tot een verdubbeling van het geluidniveau en dus tot een verhoging van 3 dB.

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 meer op dan fijn asfaltbeton (Dicht Asfalt Beton, DAB). Klinkers veroorzaken circa 3 tot 4 dB meer geluidbelasting dan fijn asfaltbeton. Zeer open asfalt beton (ZOAB) leidt tot een reductie van ongeveer 4 dB ten opzichte van fijn asfaltbeton.

- *Hoogte wegdek*

Wordt een weg ongeveer 2 meter verdiept aangelegd, dan is de geluidbelasting maximaal 3 dB 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 geluidcontouren uit te rekenen. Het geluidniveau kan ingevoerd worden en SRM1 berekent dan de bijbehorende afstand.

Standaardrekenmethode 2

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 geluidniveaus in frequentiebanden specificeert (zie Bijlage III van het Reken- en Meetvoorschrift geluidhinder 2006). 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.

Standaardkarteringsmethode 1 en 2

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 de eerstelijns bebouwing of een 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, dat een bepaalde aftrek van de geluidbelasting aan de gevel toegepast mag worden 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 voor wegen waarop de representatief geachte snelheid 70 of meer km/uur voor lichte voertuigen is en 5 dB 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.

L_{den} en L_{night}

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

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

L_{den} is het equivalente geluidniveau over een etmaal. Het etmaal is verdeeld over bovengenoemde dag-, avond- en nachtperiode. Het geluidniveau 's avonds wordt verhoogd met een straffactor van 5 dB, 's nachts met een straffactor van 10 dB. Hierdoor is de geluidbelasting 's nachts vaak bepalend.

Voor 2007 werd de geluidmaat L_{etm} gebruikt. Dit was de hoogste waarde van de equivalente geluidwaarde van de dag of nacht. Voor wegverkeer werd niet gerekend met de geluidbelasting 's avonds. De nachtwaarde werd met 10 dB verhoogd.

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

Bij de berekening in L_{den} wordt bij 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 geluidniveau gedurende een nachtperiode van 8 uur (in Nederland tussen 23.00 en 07.00 uur) en berekend op jaarbasis.

Geluidbelasting in Nederland

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). 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.

Mogelijke maatregelen ter vermindering van de emissie en verspreiding

Er zijn verschillende manieren om de geluidbelasting omlaag te brengen. Maatregelen bij de bron bestaan uit beperking van de verkeersintensiteit en de verkeerssnelheid en het aanbrengen van stille wegdekken.

Halvering van de verkeersintensiteit levert een verlaging van 3 dB. Snelheidsbeperkingen van 100 naar 80 km/uur kunnen de geluidbelasting met 2 dB reduceren.

Ook met een stil wegdek wordt het geluid bij de bron aangepakt. Een standaardwegdek bestaat uit dicht asfalt beton (DAB). Grof asfaltbeton levert een geluidbelasting van zo'n 2 à 3 dB meer op dan DAB. Klinders veroorzaken circa 3 tot 4 dB meer geluidbelasting dan DAB.

Zeer open asfalt beton (ZOAB) en tweelaags ZOAB leiden tot een reductie van respectievelijk ongeveer 4 dB en 6 dB ten opzichte van DAB.

Dunne Geluidsreducerende Deklagen (DGD's) combineren een hoge geluidreductie met een lange levensduur. De dikte van de DGD's is beperkt is tot 2 à 3 cm. Er is een geluidreductie van 4 – 5 dB in vergelijking met DAB.

De derde generatie wegdekken zijn in potentie stiller dan tweelaags ZOAB, omdat deze in de fabriek onder geconditioneerde omstandigheden worden gefabriceerd. Rollpave is een poreuze dunne deklaag. De asfaltlaag wordt in de fabriek geproduceerd en als een tapijt opgerold en op de weg weer afgerold. De geluidreductie is circa 4 dB ten opzichte van DAB. Ook Modieslab is een zeer open (poreus) betonnen wegdek, dat in de fabriek als poreuze betonnen platen wordt geproduceerd. De platen worden op de weg met behulp van stelbouten gemonteerd op een dragende constructie. Doordat de hoogte van de platen zeer nauwkeurig instelbaar is, zijn de overgangen tussen de platen niet hoorbaar. De geluidreductie is circa 6 dB.

Op locaties waar veel verkeer dicht langs woningen rijdt is vaak een zeer hoge geluidreductie nodig. Voor een aantal van deze locaties zijn, zelfs bij toepassing van tweelaags ZOAB, nog geluidschermen van een aanzienlijke hoogte nodig. Dit is vaak een dure oplossing met een grote zichtbelemmering voor omwonenden. Voor deze locaties worden ultra stille wegdekken ontwikkeld. Deze wegdekken worden voorzien van rubber voor een dempende werking. De meest belovende types, zoals het stil poreus rubber wegdek (PERS) zijn zelfs geheel uit rubber vervaardigd. Bij proefvlakken werden geluidreducties tot circa 8 dB gehaald.

Ook afscherming van de geluidbron kan de geluidbelasting effectief 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. Schermen kunnen een reductie van de geluidbelasting van ten minste 10 dB geven. 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 (CROW, 2004). Een geïntegreerd geluidscherm dat dicht op de weg geplaatst wordt kan, vergeleken met een conventioneel geluidscherm dat verder weg achter een geleiderail is geplaatst, een extra geluidreductie opleveren (bij een zelfde schermhoogte) van ongeveer 1 dB. Vanwege verkeersveiligheid zal de voorkeur echter bijna altijd uitgaan naar een conventioneel scherm (CROW, 2012).

De geluidreductie van een scherm kan nog verhoogd worden door er een absorberende schermtop op te plaatsen. Deze schermtop kan verschillende vormen en afmetingen hebben. Onderzoek in het kader van het Innovatieprogramma geluid heeft aangetoond dat een top in de vorm van een T (de T-top) het meest effectief is en een extra reductie kan geven van 1,5 á 2,5 dB (of meer direct achter het scherm).

Een absorberende T-top is, afhankelijk van de waarneempositie, qua geluidreductie vergelijkbaar met een schermverhoging van 0,5 á 2 meter (of meer direct achter het scherm) (CROW, 2012).

Een geluidwal 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 minder.

Als grove indicatie geldt dat de geluidbelasting met circa 4 dB 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. Verspreide bebouwing geeft 'slechts' een reductie 2 dB.

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 intrede of een aarden wal bij de zogenaamde geluidwalwoningen.

Bij isolatie van woningen is meestal dubbel glas het meest effectief. Hoe dikker de ruimte tussen de glasplaten hoe beter de isolerende werking is. Door suskasten, een geluiddempend ventilatierooster, te plaatsen kan toch geventileerd worden. Isolatie geeft een afname van het geluidniveau in de woning. De verwachte afname wordt echter niet altijd gehaald, omdat bewoners bijvoorbeeld ramen open zetten. Het is ook niet bekend hoe groot de daling van de geluidhinder is. Niet-akoestische factoren, zoals het niet open kunnen zetten van ramen, het nog steeds niet rustig buiten kunnen zitten of het niet uitkomen van de verwachtingen over een afname van de geluidbelasting, kunnen de geluidhinder minder doen dalen dan verwacht.

Naast de al genoemde maatregelen om de geluidemissie en verspreiding van geluid te verminderen heeft communicatie specifiek over geluidbeleid en voorgestelde maatregelen een positieve invloed op de ervaren geluidhinder. Uit onderzoek blijkt, dat bijvoorbeeld de verwachtingen die men heeft over het geluidbelastingniveau en de houding ten opzichte van de bron of overheid van grote invloed kan zijn (Houthuijs en van Wiechen, 2006). Communicatie kan deze factoren beïnvloeden.

Samengevat zijn de volgende maatregelen mogelijk:

Maatregelen	Reductie (dB)
Emissie	
Verkeersstromen: halvering intensiteit	3
routing vrachtvervoer	
Snelheidsbeperking: 100 > 80 km/uur	2
Stille banden: alle banden in Nederland	2 – 3
Wegdekken, reductie t.o.v. DAB ¹	
ZOAB	4
Tweelaags ZOAB	6
Dunne Geluidsreducerende Deklagen (DGD)	4 - 5
Rollpave	4
Modieslab	6
PERS	8
Strengere controle emissie bromfietsen	
Verspreiding/afscherming	
Verdieping wegdek: 2 meter	Tot 3
Geluidscherm/geluidwal	Meer dan 10
Schermtop	1 - 3
Afstand weg - woning: verdubbelen	Ca 4
Isolatie van woningen	
Bebouwing: volledig gesloten	10 -15
verspreid	2
Geluidhinder	
Communicatie specifiek over geluidbeleid en maatregelen	

1: zeer open asfalt beton

2: dicht asfalt beton

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 terugtrekken, hulpeloosheid, neerslachtigheid, ongerustheid, verwarring, 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 geluidproductie, ergernis over het gedrag van bijvoorbeeld bromfietzers, angst en geluidgevoeligheid. De geluidbelasting is een noodzakelijke voorwaarde, maar bepaalt maar voor iets meer dan de helft de mate van ernstige hinder (Breugelmans, 2004).

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 onder volwassenen 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 (EBD Noise, 2011). 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 de ervaren hinder bestaat heel weinig (goed) onderzoek. 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 (Miedema & Oudshoorn, 2001; EBD Noise, 2011)):

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

De relatie is geldig voor geluidbelastingen tussen 45 en 75 dB.

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
75	38

Soms is de geluidbelasting nog uitgedrukt in L_{etm} . Voor wegverkeer is een berekende L_{den} meestal 2 dB 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 vervoegd 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 (WHO, 2009).

Er zijn voorlopige dosis-effectrelaties beschreven tussen de nachtelijke geluidbelasting en hinder door slaapverstoring (Miedema et al., 2003). De WHO beschouwt deze relatie voor dit moment als beste schatting voor de invloed van L_{night} op ernstige slaapverstoring (WHO, 2009; EBD Noise, 2011).

Het percentage ernstig slaapverstoorden (%HS) wordt als volgt geschat:

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

Deze relatie is geldig voor een geluidbelasting aan de hoogst belaste gevel tussen 45 en 65 dB.

Geluidbelasting L_{night} (dB)	Ernstig slaapverstoorden (%)
45	4
50	5
55	8
60	11
65	15

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 (Staatsen et al., 2003).

In 2002 zijn op basis van een meta-analyse van een beperkt aantal epidemiologische studies door het RIVM Relatieve Risico's (RR) per 5 dB klassen voor hart- en vaatziekten geschat: 1,03 (0,99 - 1,09) voor myocardinfarcten en 1,09 (1,05 - 1,13) voor ischemische hartziekten totaal (van Kempen et al., 2002). Ischemische hartziekten zijn het gevolg van aderverkalking (arteriosclerose). Hierdoor ontstaat zuurstoftekort (ischemie) in de hartspier. Ischemische hartziekten worden onderverdeeld in de acute vorm (hartinfarct of myocardinfarct) en de chronische vorm (kransslagadervernauwing of angina pectoris). Gezien het betrouwbaarheidsinterval bij myocardinfarcten was een verhoogd risico niet zeker. Voor het totaal aan ischemische hartziekten waren de relatieve risico's gebaseerd op slechts twee onderzoeken, waardoor ook voor deze ziekten nog geen definitieve conclusies te trekken waren over een verhoogd risico.

In het kader van de WHO-werkgroep over het harmoniseren van de kwantificering van geluidgerelateerde gezondheidseffecten heeft Babisch een overzicht gegeven van de relatie tussen geluid van wegverkeer en hart- en vaatziekten (Babisch, 2006 en EBD, 2011). Hij betrok hiervoor recentere onderzoeksresultaten in een nieuwe meta-analyse. Hij concludeerde dat er bij een L_{day} tot 60 dB geen verhoogd risico is op myocard infarcten (RR = 1). Met toenemende geluidbelasting boven 60 dB neemt het risico toe. Ook bij deze metastudie zijn de betrouwbaarheidsintervallen van de Relatieve Risico's groot (en deels lager dan 1).

L_{day} is het geluidniveau gedurende 16 uur van 6:00 – 22:00 of 7:00 – 23:00 uur. Voor hart- en vaatziekten wordt de L_{day} als dosismaat geschikter geacht dan de L_{den} (EBD Noise, 2011). L_{den} is namelijk een geluidmaat waarin de hinderlijkheid is verdisconteerd. De geluidbelasting 's avonds en 's nachts wordt immers met respectievelijk 5 en 10 dB verhoogd, omdat het geluid dan hinderlijker is. Er wordt van uitgegaan, dat L_{den} waarschijnlijk ongeveer 1 á 3 dB hoger is dan L_{day} . In een stedelijke omgeving is L_{den} ongeveer 2 dB hoger dan L_{day} (Babisch, 2006; EBD Noise, 2011). Het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) gaat er van uit, dat in Nederland de L_{den} voor binnenstedelijke wegen 1 dB en voor snelwegen 2 dB hoger is dan de $L_{\text{Aeq,16u}}$.

Babisch beschreef de relatie tussen het risico (odds ratio, OR) op myocardinfarcten (incidentie) en de L_{day} met de volgende functie (Babisch, 2006; EBD Noise, 2011):

$$OR = 1,63 - 0,000613 * (L_{\text{day},16u})^2 + 0,0000736 * (L_{\text{day},16u})^3$$

Deze functie is geldig voor een geluidbelasting van 55 tot circa 80 dB $L_{\text{day},16u}$.

In 2008 heeft het RIVM haar eerdere meta-analyse aangevuld met tien studies die tussen 2000 en 2007 zijn gepubliceerd (van Kempen en Houthuijs, 2008). De meta-analyse laat een positief verband zien tussen geluid van wegverkeer en het risico op verhoogde bloeddruk, angina pectoris en myocardinfarct. Alleen de relatie met myocardinfarct was statistisch significant. Er werd een $RR_{5\text{dB}}$ van 1,06 (1,01 – 1,11) berekend. In principe is deze relatie alleen van toepassing op mannen, omdat bij vrijwel alle studies van de meta-analyse alleen mannen zijn betrokken. Er is echter geen reden om te veronderstellen dat deze relatie voor vrouwen anders zal zijn.

Het relatief risico is hoger dan in de eerste meta-analyse van het RIVM. De eerste meta-analyse was gebaseerd op een beperkt aantal dwarsdoorsnede onderzoeken, die prevalenties (bestaande gevallen) weergeven. Bij de laatste meta-analyse zijn ook case-controle- en follow-up-studies betrokken, waarmee de incidentie (nieuwe gevallen) wordt geschat. De onderzoeksoepzet is bij deze studies ook beter en het myocardinfarct wordt veelal door een arts vastgesteld. Voor de schatting van het aantal myocardinfarcten is het op basis van de laatste meta-analyse berekende relatieve risico betrouwbaarder. Het RIVM berekende een lineaire relatie voor het relatieve risico op myocardinfarcten, terwijl Babisch de relatie voor de odds ratio beschreef met een polynomiale functie. Het uiteindelijke verschil in berekende aantallen myocardinfarcten is echter gering.

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

Babisch (2006) concludeerde dat boven 62 dB (L_{den}) het risico op myocardinfarcten begint toe te nemen. In de laatste meta-analyse van het RIVM (van Kempen en Houthuijs, 2008) wordt opgemerkt dat het onzeker is vanaf welk geluidniveau de relatie tussen de geluidbelasting en myocardinfarcten kan worden toegepast. Tussen de 55 en 65 dB liggen de (berekende) relatieve risico's alle zeer dicht bij 1. Vooral nog wordt 60 dB $L_{Aeq,16u}$ aangehouden. $L_{Aeq,16u}$ is het equivalente geluidniveau gedurende 16 uur overdag en 's avonds. Er wordt van uitgegaan, dat dit ongeveer overeen komt met 62 dB L_{den} .

Er zijn aanwijzingen dat ook de blootstelling aan luchtverontreiniging van wegverkeer samenhangt met het optreden van myocardinfarct, zodat het effect van geluid van wegverkeer mogelijk wordt overschat. Er worden verschillende studies uitgevoerd naar de gecombineerde blootstelling aan luchtverontreiniging en geluid en hart- en vaataandoeningen.

Leerprestatie

Uit onderzoek op scholen in de omgeving van vliegvelden komen aanwijzingen dat verhoogde geluidbelastingen negatieve effecten hebben op de leerprestatie van kinderen, zoals het korte termijn geheugen, aandacht vasthouden en begrijpend lezen. Deze effecten kunnen tot enkele maanden na vermindering van de geluidbelasting aanhouden (zie Module N Vliegverkeer en geluid).

Voor de samenhang tussen het geluid van wegverkeer en cognitieve effecten bij kinderen zijn er nog geen bruikbare blootstelling-responsrelaties.

Grenswaarden

De Wet geluidhinder gaat uit van twee grenswaarden: een voorkeursgrenswaarde en een maximaal toelaatbare grenswaarde. De voorkeursgrenswaarde is een ondergrens en de maximaal toelaatbare grenswaarde een bovengrens. In principe mag de geluidbelasting van een weg niet boven de voorkeursgrenswaarde uitkomen. Als een beheerder een weg aanlegt, moet hij op de hoogte zijn van het geluidniveau dat deze weg zal produceren. Als blijkt dat de geluidhinder van de weg boven de voorkeursgrenswaarde uitkomt, is er een ontheffing van de overheid nodig. Per woning wordt een hogere waarde vastgesteld. De geluidbelasting op een woning mag echter niet boven de maximaal toelaatbare grenswaarde uitkomen, ook niet als de overheid ontheffing verleent. Slechts bij hoge uitzondering mag hiervan worden afgeweken met een beroep op de Interimwet Stad- en Milieubebanding.

Voor de voorkeursgrenswaarde wordt onderscheid gemaakt in nieuwe en bestaande woningen.

De voorkeursgrenswaarde voor de geluidbelasting voor wegverkeer aan de gevel van nieuwe woningen is een L_{den} van 48 dB. Voor bestaande woningen is deze een L_{den} van 53 dB.

De maximaal toelaatbare geluidbelasting voor woningen is 53 tot 68 dB (L_{den}). Dit is afhankelijk van de situatie. Gaat het om een nieuwe woning of een nieuwe vervangende woning, een binnenstedelijke weg of een snelweg, een bestaande weg, een nieuwe weg of een reconstructie aan een bestaande weg. In de tabel zijn de maximaal toelaatbare waarde en de voorkeurswaarde voor enkele situaties gegeven.

Woning	Situatie en soort weg	Maximaal toelaatbare waarde L_{den}	Voorkeurswaarde L_{den}
Nieuw	Bestaande binnenstedelijke weg	63	48
	Bestaande snelweg	53	
Bestaand	Nieuwe binnenstedelijke weg	63	53
	Nieuwe snelweg	58	
	Bestaande wegen	68	

Er zijn ook bepalingen voor het geluidniveau in de woning, het binnenniveau, met gesloten ramen. Dit is voor nieuwe woningen 33 dB (L_{den}) en voor (bestaande) saneringswoningen 43 dB (L_{den}).

Saneringswoningen zijn woningen die in 1986 bij het in werking treden van de Wet geluidhinder als gevolg van het wegverkeerslawaai een geluidbelasting van 55 dB L_{etm} of meer ondervonden en die door de gemeenten zijn aangemeld voor een saneringsprogramma. Dit saneringsprogramma is nog niet afgerond.

Gezien de isolerende werking van moderne gevels (meer dan 20 dB), is het bij nieuwe woningen pas interessant om bij een gevelbelasting van meer dan 58 dB extra gevelmaatregelen te nemen.

Europese Richtlijn Omgevingslawaai

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.

Wet geluidhinder

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 grenswaarde 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 grenswaarde 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 lager is dan een L_{etm} zijn de normen voor wegverkeersgeluid in de nieuwe wet met 2 dB verlaagd. Dit was 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.

Geluidkaarten en actieplannen

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 Omgevingslawaai 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 Omgevingslawaai opgenomen dosis-effectrelaties. Voor ernstige hinder en slaapverstoring zijn dit de bovengenoemde dosis-effectrelaties. Voor het opstellen van de geluidsbelastingkaarten en de actieplannen en de communicatie hierover met de burgers heeft het ministerie van IenM de Handreiking Omgevingslawaai uitgebracht (IenM, 2011).

De geluidkaarten worden op internet gepubliceerd. Zoek op “geluidkaart” en de gemeente- of provincienaam. De interactieve geluidkaart voor rijkswegen is te benaderen via de website van Rijkswaterstaat (<http://www.rijkswaterstaat.nl/geotool/geluidsbelastinggrondsnelwegen.aspx>).

Aanpassing van de Wet geluidhinder: SWUNG

Op het ogenblik wordt gewerkt aan een grootschalige aanpassing van de Wet geluidhinder. Dit gebeurt onder de noemer van SWUNG (Samen Werken in de Uitvoering van Nieuw Geluidbeleid).

De huidige Wet geluidhinder biedt onvoldoende bescherming tegen de gevolgen van de groei van het verkeer. Volgens de huidige regels moet bepaald worden of het geluidniveau van een weg aan de grenswaarden voldoet, alleen als er nieuwe woningen worden gebouwd of als er een nieuwe weg wordt aangelegd of als deze wordt aangepast. Maar ook als er geen nieuwe weg wordt aangelegd, kan het verkeer op een bestaande weg groeien. Als daardoor de geluidbelasting boven de grenswaarden uitkomt, kan er volgens de huidige Wet geluidhinder niets aan gedaan worden. Met SWUNG wil de overheid aan deze onbeheerste groei een eind maken en tegelijkertijd de regelgeving vereenvoudigen.

Met SWUNG 1 worden grenswaarden gesteld aan het geluid, dat rijkswegen en spoorwegen mogen produceren. Dit worden geluidproductieplafonds genoemd.

De geluidproductieplafonds geven de geluidproductie aan die een bepaalde rijksweg of spoorweg maximaal mag voortbrengen op aan weerszijden gelegen punten (om de 100 meter, vijf meter van de weg en op vier meter hoogte). De geluidproductieplafonds liggen in het algemeen op het huidige geluidniveau bij de betreffende rijks- of spoorweg om zo de groei van verkeer te beperken. Voor snelwegen geldt hiervoor het gemiddelde geluidniveau in 2008. Er wordt wel een zogenaamde ‘werkruimte’ van 1,5 dB bij opgeteld. Hierdoor is het mogelijk om tijdig geluidbeperkende maatregelen te kunnen voorbereiden, voordat een plafond zou worden overschreden. De geluidproductieplafonds en de bijbehorende (bron)gegevens zijn opgenomen in een openbaar toegankelijk register. Dit register is beschikbaar op www.rws.nl/geluidregister. Rijkswaterstaat moet jaarlijks rapporteren over de geluidbelasting. Hoge geluidbelastingen zullen worden aangepakt met een omvangrijke saneringsoperatie (o.a. stil asfalt, geluidschermen, isolatie van woningen), die van 2011 tot 2020 loopt. In principe komen alle woningen boven de drempelwaarde van 65 dB voor rijkswegen en 70 dB voor spoor hiervoor in aanmerking. Ook woningen uit het bestaande saneringsprogramma, die nog niet gesaneerd zijn, komen voor maatregelen in aanmerking als de geluidbelasting hoger is dan de streefwaarde van 60 dB voor rijkswegen en 65 dB voor spoor.

Wegvakken van rijkswegen, waarbij er sprake is van woningen die meer dan 5 dB groei van het geluidniveau (t.o.v. 1986) hebben ondervonden komen ook voor sanering in aanmerking.

Bij de aanleg of aanpassing van een weg of spoorweg zullen nog meer bronmaatregelen (bijvoorbeeld stil asfalt, snelheidsbeperkende maatregelen) worden ingezet.

Voor nieuwe situaties (nieuwe woningen of nieuwe of aangepaste (spoor)wegen) blijven de grenswaarden voor de geluidbelasting aan de gevel van woningen in de Wet geluidhinder van kracht. Dit zijn de bovengenoemde grenswaarden. Bij de berekening en toetsing van de geluidbelasting moet wel gebruik gemaakt worden van de (bron)gegevens uit het register.

Het wetsvoorstel SWUNG-1 is 22 november 2011 door de Eerste Kamer aangenomen en zal in de loop van 2012 van kracht worden. De plafondsysteematiek is uitgewerkt in AMvB's namelijk het ontwerp-Besluit geluid milieubeheer en het ontwerp-Invoeringsbesluit geluidproductieplafonds.

In het traject Swung-2 zal de geluidregelgeving rond provinciale en gemeentelijke wegen en rond gezoneerde industrieterreinen worden aangepast.

GES-score

Het MTR en daarmee de GES-score 6 wordt gebaseerd op het optreden van gezondheidseffecten als ischemische hart- en vaatziekten en verhoogde bloeddruk. Het is nog niet precies bekend bij welke geluidbelastingen deze effecten kunnen optreden. Babisch concludeert dat er bij een $L_{\text{day},16\text{u}}$ tot 60 dB geen verhoogd risico is op myocardinfarcten ($RR = 1$). L_{day} is het geluidniveau van 07:00 – 23:00 uur. L_{den} is ongeveer 1 á 3 dB hoger dan $L_{\text{day},16\text{u}}$. Voor stedelijk verkeer wordt uitgegaan van een verschil van ongeveer 2dB. Met toenemende geluidbelasting boven 60 dB neemt het risico toe. In de meta-analyse van het RIVM (van Kempen en Houthuijs, 2008) liggen de relatieve risico's tussen de 55 en 65 dB (L_{den}) alle zeer dicht bij 1.

Voor wegverkeer wordt uitgegaan van een drempel voor deze effecten bij een L_{day} vanaf 60 dB en een L_{den} vanaf 62 dB. Boven deze geluidbelasting neemt het risico toe. Er wordt voor gekozen om het MTR te leggen 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 nachtwarde 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 nachtwarde.

Bij wegverkeer is over het algemeen L_{night} 8 - 10 dB lager dan de L_{den} en dus 10 -12 dB 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_{night} 48 – 50 dB is. Bij deze nachtwarde is het percentage ernstig slaapverstoorden circa 5%. Bij een L_{etm} van 58 dB 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.

De GES-scores zijn gebaseerd op de geluidbelasting aan de gevel. Bij isolatie van woningen wijzigt deze gevelbelasting niet en blijft de GES-score dus gelijk. Het geluidniveau binnenshuis daalt echter wel, waardoor verwacht wordt dat de hinder zal afnemen. Dit is lastig om in een lagere GES-score uit te drukken, omdat niet bekend is hoeveel die hinder en daarmee de GES-score daalt. Er zijn namelijk 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 onder *hinder*). In de Handleiding worden verschillende manieren aangeboden om de isolatiemaatregelen toch zichtbaar te maken: getalsmatig in een lagere GES-score, visueel of bij de gezondheidskundige interpretatie. In elk geval 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. Ook kan nagegaan worden wat de mogelijke nadelige effecten zijn en of deze te beïnvloeden zijn.

Als de L_{den} -waarde bekend is, wordt de GES-score daarop gebaseerd. Is de L_{night} 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* L_{den} dB	Ernstig gehinderden (%)	Geluidbelasting L_{night} dB	Ernstig slaapverstoorden (%)	GES-score
<43	0	<34	<2	0
43 – 47	0 – 3	34 – 38	2	1
48 – 52	3 – 5	39 – 43	2 – 3	2
53 – 57	5 – 9	44 – 48	3 – 5	4
58 – 62	9 – 14	49 – 53	5 – 7	5
63 – 67	14 – 21	54 – 58	7 – 11	6
68 – 72	21 – 31	59 – 63	11 – 14	7
≥73	≥31	≥64	≥14	8

*: Zonder aftrek artikel 110g Wgh

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* L_{den} dB	Ernstig gehinderden (%)	Geluidbelasting L_{night} dB	Ernstig slaapverstoorden (%)	GES-score
<45	0	<36	<2	0
45 – 49	1 – 4	36 – 40	2 – 3	1
50 – 54	4 – 6	41 – 45	3 – 4	2
55 – 59	6 – 10	46 – 50	4 – 6	4
60 – 64	10 – 16	51 – 55	6 – 9	5
65 – 69	16 – 25	56 – 60	9 – 12	6
70 – 74	25 – 37	61 – 65	12 – 16	7
≥75	≥37	≥66	≥16	8

*: Zonder aftrek artikel 110g Wgh

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 gecumuleerde 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 type bron

Bij gecombineerd geluid van één type 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:

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

Bij een gelijke geluidbelasting van twee 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 typen 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, en gewijzigd in 2009 en 2010 (inclusief een erratum), 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 omhoog 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	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	70	71	71	71	71	71	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 bijvoorbeeld te lezen dat bij een geluidbelasting van 57 dB van de ene weg (zie titelkolom, GES=4) en 50 dB van de andere weg (titelrij, GES=2) de gecumuleerde geluidbelasting, afgerond, 58 dB is (kolom1/rij8, 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	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	61	62	63	63	64	65		
	55	56	56	57	57	56	56	57	57	57	58	58	59	59	60	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	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	62	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	63	64	64	64	65	65	66	66	67
GES 6	63	63	63	63	63	63	63	63	63	64	64	64	64	64	64	64	65	65	66	66	67	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	67	67	67	67	67	67	68	68	68	68	68
	67	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	69	70	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. Is door bij de geluidbelasting 3 dB op te tellen. Is de geluidbelasting van bedrijven in L_{etm} uitgedrukt, dan wordt er 1 dB en als die in L_{den} is uitgedrukt 3 dB bij opgeteld. 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	68	68	69	70	71	72	72	73	74
	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	68	68	69	69	70	70	71	71	72	73	74
	67	67	67	67	67	67	68	68	68	68	68	68	69	69	70	70	71	71	72	72	73	74
GES 7	68	68	68	68	68	68	69	69	69	69	69	69	70	70	71	71	72	72	73	73	74	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	72	72	73	73	74	74	75	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	68	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	70	71	71	71	71	72	72	72	73	73	74	74	75	76	76	77

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

G - Wegverkeer en externe veiligheid

Emissie en verspreiding

Het vervoer van gevaarlijke stoffen over de weg

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.

Voor de omschrijving van gehanteerde risicomaten wordt verwezen naar Module D Bedrijven en externe veiligheid.

Risicoatlas (IPORBM)

Er zijn relatief eenvoudige berekeningsmethoden waarmee de risico's langs een transportroute relatief snel en met een beperkte hoeveelheid gegevens berekend kunnen worden.

Provincies en grote gemeenten beschikten eerst over zogenaamde IPO-risicoberekeningsmallen (IPORBM), waarmee met standaard risicomallen de risico's berekend konden worden. De Adviesdienst Verkeer en vervoer (AVV, nu de directie Verkeer en Scheepvaart DVS) van Rijkswaterstaat heeft deze in 2003 in een Risicoatlas weergegeven. In deze Risicoatlas wegtransport gevaarlijke stoffen waren de afstanden van de 10^{-6} , 10^{-7} en 10^{-8} /jaar Plaatsgebonden Risicocontouren (PR) en de Oriënterende Waarde van het Groepsrisico voor alle wegvakken waarover gevaarlijke stoffen worden getransporteerd opgenomen.

RBMII

De IPO-rekenmal is vervangen door een nieuwe berekeningsmethodiek, namelijk RBMII. Deze is door AVIV ontwikkeld in opdracht van het Ministerie van IenM. 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. De resultaten van RBMII zijn ook vergeleken met die van Safeti 6.21, het rekenpakket dat als basismodel is gebruikt voor Safeti-NL. Dit laatste model wordt gebruikt 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 geen nieuwe Risicoatlas wegtransport gevaarlijke stoffen op basis van RBMII gemaakt.

Tellingen van de vervoersintensiteit

De vervoersintensiteit van gevaarlijke stoffen over de weg wordt bepaald door op bepaalde waarnemingspunten langs wegen het transport continu digitaal te tellen gedurende 1 of 2 weken, afhankelijk van de intensiteit. De aard van de vervoerde stof wordt geregistreerd aan de hand van de gevaarsindicatie (GEVI-code) en het VN-nummer die op de vrachtwagen zijn aangebracht.

Bij het omrekenen van de telling naar de jaarintensiteit wordt een aanname voor de beladingsgraad gedaan en eventuele correctiefactoren voor speciale omstandigheden toegepast. De resultaten van de tellingen zijn te vinden op:

http://www.rijkswaterstaat.nl/kenniscentrum/veiligheid/vervoer_gevaarlijke_stoffen/methodiek_data_inwinning_weg/documenten/

Basisnet weg

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 en werken).

De 'gebruiksruimte' en de 'veiligheidszone' worden gespecificeerd. De gebruiksruimte geeft aan welk vervoer van (categorieën) gevaarlijk stoffen maximaal op een bepaalde route mag plaatsvinden. De gebruiksruimte wordt uitgedrukt in een maximale hoeveelheid risico. De veiligheidszone is het gebied binnen de 10^{-6} /jaar-contour van het PR. Deze risicocontour wordt met behulp van RBMII berekend op basis van tellingen en de toepassing van toekomstscenario's (groeiscenario). Deze PR-contour zal dus veelal op grotere afstand liggen dan de huidige PR-contour. Er wordt daarom gesproken over een PR-max. Binnen de veiligheidszones, gerekend vanaf het midden van de weg, mogen gemeenten geen kwetsbare objecten plaatsen. Gebruiksruimtes en veiligheidszones worden in principe eenmalig vastgelegd. Het Basisnet wordt vastgelegd in afzonderlijke ministeriele regelingen op basis van de Wet Vervoer gevaarlijke stoffen.

Eind 2009 is de Eindrapportage Basisnet Weg verschenen (Basisnet werkgroep Weg, 2009). Dit rapport is te downloaden via <http://www.rijksoverheid.nl/documenten-en-publicaties/notas/2009/11/04/definitief-ontwerp-basisnet-weg.html>.

Het rapport is gemaakt door vertegenwoordigers van gemeenten, provincies, vervoerders, (petro-) chemische industrie, wegbeheerder (RWS) en de ministeries van VROM en V&W. Het Basisnet Weg richt zich in principe alleen op het hoofdwegenet bestaande uit de rijkswegen en verbindende wegen die van belang worden geacht voor het vervoer van gevaarlijke stoffen. De bovenstaande indeling in 3 categorieën routes is niet gehanteerd, omdat de werkgroep op basis van probleem- en risicoanalyses concludeerde dat zowel het vervoer als de bebouwing op bijna alle wegen nog kunnen groeien zonder dat er onacceptabele risico's ontstaan. Het zwaar beperken van de ruimtelijke mogelijkheden of de vervoermogelijkheden werd nergens nodig geacht.

Voor de bebouwing binnen 200 meter, gerekend vanaf het midden van de weg, moeten gemeenten rekening houden met het groepsrisico's (verantwoordingsplicht). Dat betekent dat gemeenten bij plannen voor dichte bebouwing langs hoofdwegen moeten kijken naar mogelijkheden om het groepsrisico te beperken en naar lokale veiligheidsaspecten zoals de mogelijkheden voor de hulpverlening en de zelfredzaamheid, blusvoorzieningen en vluchtwegen voor de bewoners of gebruikers van de gebouwen. Via het Basisnet Weg worden voorzieningen getroffen om te voorkomen dat het groepsrisico door het groeiende vervoer te hoog wordt. Hiervoor is eveneens een risicoplafond vastgesteld van PR 10^{-7} , gekoppeld aan het aantal transporten brandbaar gas.

Gemeenten moeten langs bepaalde wegen rekening gaan houden met de effecten van een ongeluk met zeer brandbare vloeistoffen. Bij een ongeval met een tankwagen met deze vloeistoffen kan die uitstromen en in brand raken (plasbrand). Dat kan in een zone van 30 meter langs de weg tot slachtoffers leiden. De zone van 30 meter langs wegen waar veel zeer brandbare vloeistoffen vervoerd worden is daarom aangeduid als Plasbrand Aandacht Gebied (PAG). De zone van 30 meter voor het PAG wordt gemeten vanaf de rechterraand van de rechterrijstrook.

Gemeenten moeten bij ruimtelijke ontwikkelingen in die gebieden verantwoorden waarom op deze locatie wordt gebouwd. Bouwen binnen een PAG wordt dus een afweging die door de gemeente wordt gemaakt op basis van de lokale situatie. Als er gebouwd wordt, dan zijn er aanvullend bouweisen. Naast de risicobenadering (veiligheidszone en GR) is dit nieuw effectbeleid.

In de Eindrapportage is op kaarten aangegeven voor welke wegen een veiligheidsafstand of een PAG geldig is. In de bijlagen bij het rapport zijn in Tabel 7 per wegvak de afstanden van de veiligheidszone (10^{-6}) en de 10^{-7} /jaar-PR-contour aangegeven. Ook is aangegeven of het een PAG is en of het groepsrisico meer is dan 0,1 van de oriëntatiewaarde. De veiligheidszones zijn het grootst langs de A15. De maximale veiligheidszone is 94 meter vanaf het midden van de weg bij een omleidingsroute van de Noordtunnel van de A15. Langs 14 wegvakken, vooral langs de A10, wordt de oriënterende waarde van het groepsrisico overschreden.

De bijlagen zijn te downloaden via <http://www.rijksoverheid.nl/documenten-en-publicaties/rapporten/2009/11/04/bijlagenrapport-eindrapportage-basisnet-weg.html>

Risico Register Gevaarlijke Stoffen

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 (zie www.risicokaart.nl) zijn echter geen risico-afstanden 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

Maatregelen ter vermindering van risico's of effecten

De volgende maatregelen zijn te treffen voor vermindering van de risico's en/of effecten van het transport van gevaarlijke stoffen over de weg. De mate van reductie van risico's of effecten is niet aan te geven.

Maatregelen ter vermindering van risico's of effecten
Routes van transport gevaarlijke stoffen aanpassen: - langs minder dichtbevolkte gebieden - veiliger routes bijvoorbeeld door het vermijden van filegevoelige routes en langs minder drukke kruispunten of viaducten
Verkeersmaatregelen: - snelheidsbeperkingen vrachtwagens - inhaalverbod vrachtwagens
Te bevoorraden inrichtingen, zoals LPG-tankstations, verplaatsen naar minder dichtbevolkte gebieden
Bevoorrading via andere modaliteit (bijvoorbeeld via water)

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). In een wijziging van deze Circulaire van begin 2010 zijn in Bijlage 5 de veiligheidszones van het Basisnet Weg (Tabel 7 uit de Eindrapportage Basisnet Weg) per wegvak opgenomen. RBM II wordt expliciet genoemd als hulpmiddel bij identificatie van de risico's. Het externe veiligheidsbeleid voor het vervoer van gevaarlijke stoffen zal wettelijk verankerd worden. Tot dat moment vervangt de Circulaire de Nota risiconormering vervoer gevaarlijke stoffen. De werkingsduur van de circulaire loopt tot uiterlijk 31 juli 2012. Wanneer de wettelijke verankering eerder wordt gerealiseerd, wordt de Circulaire ingetrokken.

Ook voor vervoer van gevaarlijke stoffen geldt een grenswaarde voor het Plaatsgebonden Risico van 10^{-6} /jaar voor nieuwe en 10^{-5} /jaar 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} /jaar 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 normwaarde van het groepsrisico groter is dan 1, dan wordt de oriëntatie waarde 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.

In tegenstelling tot de grenswaarde voor het Plaatsgebonden Risico mag van de oriëntatie waarde voor het Groepsrisico door het Bevoegd Gezag worden afgeweken, mits er een goede reden toe is. Hierbij moet een verantwoording van het Groepsrisico worden afgelegd (verantwoordingsplicht groepsrisico).

GES-score

Voor GES zal uitgegaan worden van dezelfde indeling en scores als bij de beoordeling van de externe veiligheid bij bedrijven. Als de oriëntatie waarde van 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} /jaar een GES-score van 6 toegekend. In de meeste gevallen is er geen 10^{-7} - of 10^{-8} /jaar-risicocontour bekend. Dan wordt een GES-score 2 toegekend aan de afstand van het invloedsgebied. Dit is een zone van 200 meter, waarin de gemeente rekening moet houden met het groepsrisico. De afstanden van het Plaatsgebonden Risico en het invloedsgebied worden gerekend vanaf het midden van de weg.

Plaatsgebonden Risico	Plaatsgebonden Risico en invloedsgebied	Overschrijding Oriëntatie-waarde Groepsrisico	GES-score
$< 10^{-8}$	> 200 m	nee	0
$10^{-8} - 10^{-7}$	200 m - PR $\leq 10^{-6}$	nee	2
$10^{-7} - 10^{-6}$	-	nee	4
$> 10^{-6}$	PR $> 10^{-6}$	ja*	6

*: bij overschrijding van de oriëntatiewaarde van het Groepsrisico wordt er altijd een GES-score van 6 toegekend, ongeacht de waarde van het Plaatsgebonden Risico

H - Railverkeer en geluid

Emissie en verspreiding

De emissie van geluid door railverkeer is afhankelijk van het type, snelheid en samenstelling (het aantal 'bakken' of wagons) 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: schermen, de bebouwing en de aard van het bodemoppervlak.

Standaardrekenmethode 1 en 2

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). Deze bijlage is augustus 2009 gewijzigd. Voor een korte uitleg van de standaardrekenmethoden wordt verwezen naar Module F Wegverkeer en geluid. Van enkele treincategorieën zijn de emissiegetallen vernieuwd. Het is nu ook mogelijk om te corrigeren voor relatief ruw of glad spoor ("akoestisch geslepen").

EU-Richtlijn Omgevingslawaai

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 F Wegverkeer en geluid.

L_{den} en L_{night}

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. Sinds januari 2007 is voor railverkeergeluid overgestapt op de Europese dosismaat L_{den} . L_{den} is het equivalente geluidniveau over een etmaal. Het etmaal is verdeeld over bovengenoemde dag-, avond- en nachtperiode. Het geluidniveau 's avonds wordt verhoogd met een straffactor van 5 dB, 's nachts met een straffactor van 10 dB. Hierdoor is de geluidbelasting 's nachts vaak bepalend.

Voor 2007 werd de geluidmaat L_{etm} gebruikt. De etmaalwaarde, L_{etm} , is de hoogste waarde van de equivalente geluidwaarde van de dag, avond of nacht, waarbij ook de straffactoren zijn toegepast. Voor railverkeer is een berekende L_{den} meestal 2 dB lager dan een berekende L_{etm} .

Tegelijkertijd is ook de Europese dosismaat voor de nacht geïntroduceerd: L_{night} . De L_{night} is het equivalente geluidniveau gedurende een nachtperiode van 8 uur (in Nederland tussen 23.00 en 07.00 uur).

Akoestisch Spoorboekje

Voor de berekening van de geluidbelasting van railverkeer werd veelal het Akoestisch Spoorboekje gebruikt, dat is gebaseerd op de eenvoudige methode SRM1. In dit programma is voor de berekening van schermwerking een vereenvoudigd model, afgeleid uit SRM2, ingepast. Het Akoestisch Spoorboekje is het softwarepakket AS-WIN, dat uitgegeven wordt door DeltaRail in nauwe samenwerking met ProRail. Het werd door veel gemeenten en provincies gebruikt. Dit programma berekent de emissie en de transmissie op vergelijkbare wijze als bij wegverkeer. Met het Akoestisch Spoorboekje zijn ook zelf gekozen geluidcontouren te bepalen. Deze kunnen weergegeven worden op een topografische ondergrond gebaseerd op 1:25.000 topografische kaarten van het Kadaster.

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 en de geluidschermen opgeslagen in een emissieregister.

Ook gegevens over de constructie van de spoorbaan zijn daarin opgenomen. De gegevens uit het emissieregister worden eenmaal per jaar gebundeld in een zogenaamd peiljaar. Dit is gebaseerd op de werkelijk gereden dienstregeling. In juli 2011 verscheen Aswin 2011 waarin de gegevens van peiljaar 2008 zijn opgenomen.

DeltaRail heeft de uitgave van het Akoestisch Spoorboekje nu praktisch stilgelegd, omdat er een geluidregister in het kader van SWUNG ontwikkeld wordt.

Geluidbelasting rond het spoor

Op relatief korte afstand, 20 meter, van een druk spoortraject worden geluidbelastingen van 68 dB overdag en 65 dB 's nachts berekend. Dit is op de standaard waarneemhoogte van 5 meter. De L_{den} is daarmee 73 dB. Ook bij railverkeer is over het algemeen de geluidbelasting 's nachts bepalend voor de L_{den} vanwege de strafverhoging van 10 dB.

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 F - Wegverkeer en geluid.

Hinder

Voor railverkeer is op basis van een meta-analyse de relatie tussen percentage ernstig gehinderden (HA) en de geluidbelasting voor een bereik van 45 – 75 dB L_{den} als volgt geschat (TNO-PG, 2001):

$$\%HA = 7,239 \cdot 10^{-4} (L_{den} - 42)^3 - 7,851 \cdot 10^{-3} (L_{den} - 42)^2 + 0,1695 (L_{den} - 42)$$

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-effectrelaties 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.

Het aantal ernstig gehinderden bij een bepaalde geluidbelasting van railverkeer kan dan voor L_{den} als volgt geschat worden:

Geluidbelasting L_{den} (dB)	Ernstig gehinderden (%)
45	0
50	1
55	2
60	5
65	9
70	14
75	23

Ernstige slaapverstoring

Er zijn voorlopige dosis-effectrelaties beschreven tussen de nachtelijke geluidbelasting van railverkeer en hinder door slaapverstoring (Miedema et al., 2003). De WHO beschouwt deze relatie voor dit moment als beste schatting voor de invloed van L_{night} op ernstige slaapverstoring (WHO, 2009; EBD Noise, 2011).

Het percentage ernstig slaapverstoorden (HS) kan met de volgende formule geschat worden voor een $L_{\text{Aeq},23-7h}$ van 45 – 65 dB:

$$\%HS = 11,3 - 0,55 (L_{\text{Aeq},23-7h}) + 0,00759(L_{\text{Aeq},23-7h})^2$$

Dit houdt in:

Geluidbelasting $L_{\text{Aeq},23-7h}$ (dB)	Ernstig slaapverstoorden (%)
45	2
50	3
55	4
60	6
65	8

Voor railverkeer is de geluidbelasting 's nachts over het algemeen gelijk aan die overdag. Daarmee is $L_{\text{Aeq},23-7h}$ 6 dB lager dan L_{den} en 8 dB 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 en is er veelal nog geen betrouwbare kwantitatieve dosis-respons relatie op te stellen. In 2008 is in een meta-analyse voor myocardinfarcten een significante relatie met de geluidbelasting vastgesteld (zie Module F Wegverkeer en geluid). Het is nog niet precies bekend bij welke geluidbelastingen gezondheidseffecten als ischemische hart- en vaatziekten en verhoogde bloeddruk kunnen optreden. Voor wegverkeer wordt voorlopig uitgegaan van een toename van deze effecten boven een L_{den} van 60 dB (zie Module F Wegverkeer en geluid). Vooralsnog wordt voor railverkeergeluid uitgegaan van eenzelfde drempel als bij wegverkeergeluid.

Grenswaarden en beleid

De Wet geluidhinder gaat uit van twee grenswaarden: een voorkeursgrenswaarde (ondergrens) en een maximaal toelaatbare grenswaarde (bovengrens). In principe mag de geluidbelasting van een spoorweg niet boven de voorkeursgrenswaarde uitkomen. Als blijkt dat de geluidhinder van de spoorweg boven de voorkeursgrenswaarde uitkomt, is er een ontheffing van de overheid nodig. Een hogere waarde wordt per woning vastgesteld. De geluidbelasting op een woning mag echter niet boven de maximaal toelaatbare grenswaarde uitkomen, ook niet als de overheid ontheffing verleent. Slechts bij hoge uitzondering mag hiervan worden afgeweken met een beroep op de Interimwet Stad- en Milieubenedering.

De voorkeursgrenswaarde voor de geluidbelasting van railverkeer aan de gevel van nieuwe en bestaande woningen is een L_{den} van 55 dB. De maximaal toelaatbare geluidbelasting is een L_{den} van 68 dB voor nieuwe woningen en een L_{den} van 71 dB voor bestaande woningen.

Er zijn ook bepalingen voor het geluidniveau in de woning, het binnenniveau, met gesloten ramen. Dit is voor nieuwe woningen 33 dB L_{den} (Bouwbesluit artikel 3.3) en voor (bestaande) saneringswoningen 43 dB (Wet geluidhinder artikel 111a).

Saneringswoningen zijn woningen die in 1987 bij het in werking treden van de Wet geluidhinder als gevolg van het railverkeerslawaai een geluidbelasting van 65 dB L_{etm} of meer ondervonden en die door de gemeenten zijn aangemeld voor een saneringsprogramma. Dit saneringsprogramma is nog niet afgerond.

Europese Richtlijn Omgevingslawaai

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 lager is dan een L_{etm} zijn de grenswaarden voor railverkeergeluid in de nieuwe wet met 2 dB verlaagd. Dit was dus geen aanscherping van de normen.

In de Regeling Omgevingslawaai 2004 is aangegeven, dat in een eerste tranche voor juni 2007 geluidbelastingkaarten moesten 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 Omgevingslawaai 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 Omgevingslawaai opgenomen dosis-effectrelaties voor spoorweglawaai. Voor ernstige hinder en slaapverstoring zijn dit de bovengenoemde dosis-effectrelaties. Prorail publiceert deze interactieve geluidbelastingkaart op internet: www.prorail.nl/internetresources/geluidkaart/geluidkaart.htm.

Aanpassing van de Wet geluidhinder: SWUNG

Op het ogenblik wordt gewerkt aan een grootschalige aanpassing van de Wet geluidhinder door middel van SWUNG (Samen Werken in de Uitvoering van Nieuw Geluidbeleid).

De huidige Wet geluidhinder biedt onvoldoende bescherming tegen de gevolgen van de groei van het spoor- en wegverkeer, omdat er alleen bij een nieuwe situatie getoetst moet worden aan de grenswaarden voor geluid.

Met SWUNG 1 worden grenswaarden gesteld aan het geluid, dat spoorwegen en rijkswegen mogen produceren. Dit worden geluidproductieplafonds genoemd. Deze geven de geluidproductie aan die een bepaalde spoorweg of rijksweg maximaal mag voortbrengen op aan weerszijden gelegen punten (om de 100 meter, vijf meter van de spoorweg en op vier meter hoogte). De geluidproductieplafonds liggen voor spoorwegen op het over 2006, 2007 en 2008 gemiddelde geluidniveau. Er wordt wel een zogenaamde 'werkruimte' van 1,5 dB bij opgeteld. De geluidproductieplafonds en de bijbehorende (bron)gegevens zijn opgenomen in een openbaar toegankelijk register. Dit register is beschikbaar op www.geluidregisterspoor.nl. ProRail moet jaarlijks rapporteren over de geluidbelasting.

Hoge geluidbelastingen zullen worden aangepakt met een omvangrijke saneringsoperatie, die van 2011 tot 2020 loopt. In principe komen alle woningen boven de drempelwaarde van 70 dB voor spoorwegen hiervoor in aanmerking. Ook woningen uit het bestaande saneringsprogramma, die nog niet gesaneerd zijn, komen voor maatregelen in aanmerking als de geluidbelasting hoger is dan de streefwaarde van 65 dB voor spoorwegen.

Voor nieuwe situaties (nieuwe woningen of nieuwe of aangepaste spoorwegen) blijven de grenswaarden in de Wet geluidhinder van kracht. Bij de berekening en toetsing van de geluidbelasting moet wel gebruik gemaakt worden van de (bron)gegevens uit het register.

Het wetsvoorstel SWUNG-1 is 22 november 2011 door de Eerste Kamer aangenomen en zal in de loop van 2012 van kracht worden. De plafondsysteematiek is uitgewerkt in AMvB's, namelijk het ontwerp-Besluit geluid milieubeheer en het ontwerp-Invoeringsbesluit geluidproductieplafonds.

Voor de Europese Richtlijn Omgevingslawaai en de modernisering van het geluidbeleid wordt verder verwezen naar Module F - Wegverkeer en geluid.

Maatregelen ter vermindering van emissie, verspreiding en hinder

Er zijn verschillende mogelijkheden om de geluidemissie, de verspreiding van geluid en de ervaren geluidhinder te verminderen.

De volgende maatregelen zijn mogelijk:

Maatregelen	Reductie (dB)
Emissie	
Snelheidsbeperking: van 10 km/uur	1 à 2
Raildempers en voegloos spoor	3
Gladgeslepen spoor en wielen	2
Stillere remsystemen	
Stillere goederentreinen	8
Andere route goederentreinen	
Geluidarme bruggen	
Verspreiding/afscherming	
Spoortunnel	
Geluidscherm/geluidwal*	6 - 10
Afscherpende bebouwing	
Afstand spoor - woning: verdubbelen	Ca 4
Isolatie van woningen	
Geluidhinder	
Communicatie specifiek over geluidbeleid en maatregelen	

*: Bij spoorwegen geldt 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.

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 voornamelijk uitgegaan van een drempel voor het optreden van myocardinfarcten bij een L_{den} boven 60 dB. Voor railverkeer ontbreken hierover nog gegevens. Zolang hier niet meer informatie over is, wordt voornamelijk 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. Onder GES-score 6 zijn de GES-scores zo gekozen, dat ze op basis van ernstige hinder vergelijkbaar zijn met die voor wegverkeergeluid. Dit betekent dat bij gelijke geluidbelasting die van railverkeer een lagere GES-score krijgt. Hierdoor ontbreken bij railverkeer GES-scores 2, 4 en 5.

Hieruit volgt de volgende indeling:

Geluidbelasting L_{den} dB	Ernstig gehinderden (%)	Geluidbelasting $L_{Aeq,23-7}$ dB	Ernstig slaapverstoorden (%)	GES-score
<48	<1	<42	<2	0
48 – 57	1 – 4	42 – 51	2 – 3	1
58 – 62	4 – 7	52 – 56	3 – 5	3
63 – 67	7 – 12	57 – 61	5 – 6	6
68 – 72	12 – 19	62 – 66	6 – 9	7
≥73	≥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 L_{den} dB	Ernstig gehinderden (%)	Geluidbelasting L_{Aeq,23-7} dB	Ernstig slaapverstoorden (%)	GES-score
<50	<1	<44	<2	0
50 – 59	1 – 5	44 – 53	2 – 4	1
60 – 64	5 – 9	54 – 58	4 – 5	3
65 – 69	9 – 14	59 – 63	5 – 7	6
70 – 74	14 – 23	64 – 68	7 – 9	7
≥75	≥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 F – Wegverkeer en geluid.

I- Railverkeer en externe veiligheid

Emissie en verspreiding

Het vervoer van gevaarlijke stoffen over het spoor

Giftige en zeer giftige vloeistoffen worden in sterk wisselende hoeveelheden langs bijna alle daarvoor in aanmerking komende spoorlijnen in Nederland getransporteerd. Giftige 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.

Risicoatlas (IPORBM)

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 beschikten 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 gaf per spoortraject informatie over de transportstromen, de afstanden van 10^{-6} , 10^{-7} en 10^{-8} risicocontouren van het Plaatsgebonden Risico en het Groepsrisico.

RBMII

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.

De resultaten van RBMII zijn ook vergeleken met die van Safeti 6.21, het rekenpakket dat als basis is gebruikt voor Safeti-NL, 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 geen nieuwe Risicoatlas Spoor op basis van RBMII gemaakt.

Basisnet Spoor

Een belangrijke wijziging voor het vervoer van gevaarlijke stoffen over het spoor 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 en werken).

De 'gebruiksruimte' en de 'veiligheidszone' worden gespecificeerd. De gebruiksruimte geeft aan welk vervoer van (categorieën) gevaarlijk stoffen maximaal op een bepaalde route mag plaatsvinden. De gebruiksruimte wordt uitgedrukt in een maximale hoeveelheid risico. De veiligheidszone is het gebied binnen de 10^{-6} /jaar-contour van het PR. Deze risicocontour wordt met behulp van RBMII berekend op basis van tellingen en de toepassing van toekomstscenario's (groeiszenario). Deze PR-contour zal dus veelal op grotere afstand liggen dan de huidige PR-contour. Er wordt daarom gesproken over een PR-max. De afstand van de veiligheidszone wordt gerekend vanaf het hart van de spoorbundel. Binnen de veiligheidszones mogen gemeenten geen kwetsbare objecten plaatsen. Gebruiksruimtes en veiligheidszones worden in principe eenmalig vastgelegd.

Vooraf bij het transport van gevaarlijke stoffen over het spoor is er een groot spanningsveld tussen ruimtelijke ordening, veiligheid en het transport (VenW, 2010). Voor het Basisnet Spoor stelde ProRail in 2003 en in 2007 verwachtingen op over de omvang van het vervoer van gevaarlijke stoffen rond 2020. De verwachte hoeveelheid vervoer was echter in deze periode meer dan verdubbeld. Spoorlijnen lopen door dichtbevolkte binnensteden. Veel gemeenten willen de spoorzones ontwikkelen, waardoor de omvang van de bevolking langs spoorlijnen nog verder kan toenemen. Hierdoor kan het groepsrisico sterk oplopen.

In het Basisnet Spoor zijn oplossingen voor knelpunten verwerkt. Uitgangspunt hierbij is het voldoen aan de norm voor plaatsgebonden risico van 10^{-6} /jaar voor zowel bestaande als nieuwe bebouwing, het voorkomen of zoveel mogelijk verminderen van overschrijdingen van de oriëntatiewaarde van het groepsrisico en extra aandacht voor de effecten van een mogelijke plasbrand (VenW, 2010).

Voor de bebouwing binnen 200 meter moeten gemeenten rekening houden met het groepsrisico's (verantwoordingsplicht). Dat betekent dat gemeenten bij plannen voor dichte bebouwing langs het spoor moeten kijken naar mogelijkheden om het groepsrisico te beperken en naar lokale veiligheidsaspecten zoals de mogelijkheden voor de hulpverlening en de zelfredzaamheid, blusvoorzieningen en vluchtwegen voor de bewoners of gebruikers van de gebouwen. Via het Basisnet Spoor worden voorzieningen getroffen om te voorkomen dat het groepsrisico door het groeiende vervoer te hoog wordt. Hiervoor is eveneens een risicoplafond vastgesteld, gekoppeld aan de hoeveelheid brandbaar gas (PR 10^{-7}) en giftige vloeistoffen (PR 10^{-8}).

Bij een ongeval met een trein met zeer brandbare vloeistoffen kunnen deze uitstromen en in brand raken (plasbrand). Dat kan in een zone van 30 meter langs het spoor tot slachtoffers leiden. Deze zone wordt aangeduid als Plasbrand Aandacht Gebied (PAG). Een PAG geldt aan weerszijden van het spoor en wordt gerekend vanaf de buitenste spoorstaaf. De gemeente moet bij ruimtelijke ontwikkelingen in die gebieden verantwoorden waarom op deze locatie wordt gebouwd. Bouwen binnen een PAG wordt dus een afweging die door de gemeente wordt gemaakt op basis van de lokale situatie. Naast de risicobepaling (veiligheidszone en GR) is dit nieuw effectbeleid.

Het Basisnet wordt vastgelegd in afzonderlijke ministeriele regelingen op basis van de Wet Vervoer gevaarlijke stoffen.

Het Basisnet Spoor is opgesteld door de Werkgroep Basisnet Spoor. In deze werkgroep zaten gemeenten, provincies, vervoerders, (petro-)chemische industrie, ProRail en de ministeries van VROM, VenW en EZ.

Afspraak was, dat het Basisnet Spoor, net zoals het Basisnet Weg, eind 2009 afgerond zou worden. Door de omvang van de problematiek is pas medio 2010 bestuurlijk ingestemd met het ontwerp Basisnet Spoor. September 2011 verscheen het Eindrapport van de Werkgroep Basisnet Spoor. Dit Eindrapport en de hierbij behorende bijlagen zijn te downloaden van de website

<http://www.relevant.nl/display/DOC/Eindrapport+Basisnet+spoor>

In het Eindrapport is aangegeven op welke spoorlijnen transport van gevaarlijke stoffen plaatsvindt. In de bijlage Basisnettabellen Spoor zijn per spoorvak de afstanden van de 10^{-6} -, 10^{-7} - en 10^{-8} -risicocontour en of er een PAG is aangegeven. In het Eindrapport is op kaarten het groepsrisico aangegeven langs het spoornet rond 2020 bij ongewijzigd beleid (zonder Basisnet) en na inwerkingtreding van het Basisnet Spoor.

Ook na de vaststelling van Basisnet blijft een aantal plekken bestaan met hoge risico's. In enkele gevallen is het nodig om bestaande bebouwing af te breken. Dit zijn de knelpunten. Op andere plaatsen is het groepsrisico hoger dan de oriëntatiewaarde. Dit zijn de aandachtspunten. Na inwerkingtreding van het Basisnet Spoor zal het groepsrisico in 2020 afgenomen zijn tot 41 km (was 225 km) spoor waar het groepsrisico hoger is dan de oriëntatiewaarde en 2 km (was 41 km) spoor waar deze overschrijding groter is dan een factor 10. Bij Dordrecht, Zwijndrecht en Tilburg is na vaststelling van het Basisnet Spoor het resterende groepsrisico het hoogst. Het Rijk zoekt met deze gemeenten naar een combinatie van risicobeperkende maatregelen, zowel aan de vervoerszijde als aan de bebouwingszijde.

De effecten hiervan worden doorgerekend. Het gaat hier om een inspanningsverplichting die bestuurlijk is overeengekomen. Eer volgt nog een bestuurlijke afweging aan de hand van de onderzoeksresultaten.

Emplacementen

Voor binnenstedelijke risicovolle emplacementen was er het project Plan van Aanpak Goederen Emplacementen (PAGE). In 2002 werd met de uitvoering begonnen. Het doel van PAGE was om door het treffen van maatregelen te zorgen dat de goederenemplacementen voldoen aan de normen voor externe veiligheid, de toekomstige gewenste procesvoering de ruimte kreeg én dat er afspraken werden gemaakt over het opvullen en gebruiken van de ruimte rondom een emplacement. Uit gedetailleerde risicoanalyses kwam naar voren dat bij nieuwbouw geen overschrijding van het Plaatsgebonden Risico van 10^{-6} /jaar te verwachten was. Het Groepsrisico kon bij nieuwbouw binnen een zone van 300 meter wel een overschrijding opleveren. Vooral het Groepsrisico leverde dus knelpunten op. Doel van PAGE was om in 2010 het groepsrisico rondom alle goederenemplacementen onder de oriënterende waarde te brengen. Oorspronkelijk waren er veertien PAGE-emplacementen met een extern veiligheidsprobleem. De aandacht ging vooral uit naar de emplacementen in Almelo, Sas van Gent, Sittard, Venlo en Roosendaal.

Via de 1e tranche wijzigingen van het Revi (medio 2007) zijn 35 spoorwegemplacementen binnen de werkingskracht van het Bevi gekomen. Deze emplacementen dienden dan ook aan de gestelde voorwaarden in het Bevi te voldoen. Alle spooreplacementen in Nederland beschikken nu over een vigerende milieuvergunning, waarin ook de externe veiligheid is geregeld. Nederlands belangrijkste goederenemplacement Kijfhoek beschikt over een tijdelijke milieuvergunning, in afwachting van het oplossen van een saneringslocatie. Die oplossing (uitkoop van een discotheek die te dicht bij Kijfhoek ligt) is in de loop van 2010 gerealiseerd. Verwacht wordt dat in 2012 een nieuwe definitieve vergunning voor Kijfhoek wordt verleend.

PAGE bevindt zich nu in de afrondende fase. Op een aantal emplacementen zijn nog maatregelen in uitvoering. Ook is vanuit PAGE een bijdrage toegezegd voor het project Emplacement Zuidelijke Spoor aansluiting (EZS) Chemelot in Sittard/Geleen, dat door de provincie Limburg wordt voorbereid. Rond het goederenemplacement in Sittard dreigt in de toekomst een overschrijding van het groepsrisico. Deze nieuwe zuidelijke ontsluiting van het Chemelot-complex verlaagt de rangeerlast op het emplacement en daarmee de risico's. PAGE kan pas afgesloten worden als een aanlegbesluit voor EZS is genomen, naar verwachting in 2013.

Emplacementen waar gerangeerd wordt met gevaarlijke stoffen zijn dus inrichtingen in de zin van de Wet Milieubeheer en maken geen deel uit van het Basisnet. ProRail streeft er bij het aanvragen van een revisie van een bestaande emplacementvergunning wel naar om voldoende capaciteit beschikbaar te hebben voor het behandelen van de vervoerstromen die maximaal mogelijk zijn binnen de risicoplaafonds van het Basisnet Spoor.

Risico Register Gevaarlijke Stoffen

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 (zie www.risicokaart.nl) 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.

Het vervoer van chloor en ammoniak geeft 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.

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 gasen, voornamelijk LPG.

Maatregelen ter vermindering van risico's of effecten

Voor railverkeer zijn vooral brongerichte en beschermende maatregelen van belang voor het verlagen van de risico's.

Allereerst is een andere routing een belangrijke maatregel. Door het vervoer van gevaarlijke stoffen over de Brabandroutte (Dordrecht, Breda, Tilburg, Eindhoven en Venlo) grotendeels te verleggen naar de Betuweroute nemen de risico's langs de Brabandroutte af. Het installeren van een verbeterde versie van het Automatisch Trein Beïnvloedingssysteem (ATB) verkleint sterk de kans op botsen. Deze versie van het ATB grijpt ook in als een trein met een snelheid van minder dan 40 km/u een rood sein passeert.

Ook de samenstelling van een goederentrein kan risico's verminderen. Als de afstand tussen een wagon met brandbaar gas en een wagon met zeer brandbare vloeistof groter is dan 18 meter wordt de kans op een plasbrand die gecombineerd gaat met een gasexplosie, een Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion (warme BLEVE), heel klein.

Snelheidsvermindering van de treinen heeft ook 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.

Om de gevolgen van een ongeval te beperken is het van belang, dat er een goed waarschuwingssysteem is en dat de uitgang van gebouwen zich aan de andere zijde dan het spoor bevindt.

De risico's worden tenslotte verminderd door de afstand van woningen tot het spoor te vergroten en woningen in lagere dichtheid te bouwen.

Samenvattend zijn de volgende maatregelen te nemen.

Maatregelen
Routes van transport gevaarlijke stoffen aanpassen: - langs minder dichtbevolkte gebieden - veiliger routes bijvoorbeeld door het vermijden van drukke wegoevergangen
Verbeterde versie Automatisch Trein Beïnvloedingssysteem
Snelheidsverlaging
Samenstelling wagons: minstens 18 m. tussen wagon met brandbaar gas en zeer brandbare vloeistof
VIP-behandeling voor bepaald gevaarlijk transport
Afschermende maatregelen (aarden wal, blinde gevel)
Bouwtechnische maatregelen (mechanische ventilatie uit kunnen zetten; uitgang van het gebouw aan de andere zijde dan het spoor)
Ongevallenwaarschuwingssysteem
Woningen op grotere afstand en in lagere dichtheid bouwen

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).

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).

Als de normwaarde van het Groepsrisico groter is dan 1, dan wordt de oriëntatiewaarde van het Groepsrisico overschreden. In tegenstelling tot de grenswaarde voor het plaatsgebonden risico mag van de oriënterende waarde voor het groepsrisico door het Bevoegd Gezag worden afgeweken, mits er een goede reden toe is. Hierbij moet een verantwoording van het groepsrisico worden afgelegd (verantwoordingsplicht groepsrisico).

Bij veranderingen in de lokale situatie (bijvoorbeeld woningbouw) zijn er opnieuw berekeningen van Groepsrisico's nodig. Provincies en grote gemeenten beschikken hiervoor over de eenvoudig te hantieren 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. Als de oriëntatie waarde van 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. In de meeste gevallen is er geen 10^{-7} - of 10^{-8} -risicocontour bekend. Dan wordt een GES-score 2 toegekend aan de afstand van het invloedsgebied. Dit is een zone van 200 meter, waarin de gemeente rekening moet houden met het groepsrisico. De afstanden van het Plaatsgebonden Risico en het invloedsgebied worden gerekend vanaf het hart van de spoorbundel.

Plaatsgebonden Risico	Plaatsgebonden Risico en invloedsgebied	Overschrijding Oriëntatiewaarde Groepsrisico	GES-score
$< 10^{-8}$	> 200 m	nee	0
$10^{-8} - 10^{-7}$	200 m - PR $\leq 10^{-6}$	nee	2
$10^{-7} - 10^{-6}$	-	nee	4
$> 10^{-6}$	PR $> 10^{-6}$	ja*	6

*: bij overschrijding van de oriëntatiewaarde van het Groepsrisico wordt er altijd een GES-score van 6 toegekend, ongeacht de waarde van het Plaatsgebonden Risico

J - 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 zwavelrijke brandstof. Deze brandstof is wel toegestaan op de volle zee, maar niet op vaarwegen van en naar een haven. De berekende 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, 2000 - 2003) emissiefactoren afgeleid voor PM₁₀ en NO_x. De emissiefactoren voor PM₁₀ in EMS 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). In een recente update van de emissies van scheepvaartverkeer zijn de emissiefactoren voor NO_x bijgesteld. De emissie van PM₁₀ is nog steeds met onzekerheden omgeven, met name de PM₁₀ emissie van de binnenvaart (Denier van der Gon & Hulskotte, 2010).

Vaartuigkilometers en vlootsamenstelling

Het CBS levert jaarlijks vaartuigkilometers voor de binnenvaart, zij verkrijgen hun data uit het Informatie Verwerkend Systeem (IVS) van Rijkswaterstaat. Ze presenteren per scheepsklasse het aantal beladen en onbeladen vaartuig-kilometers. Hierbij houden ze een indeling in acht grootteklassen aan. Deze gegevens dienen als input voor het EMS-protocol.

De verdeling over vaarwegen (inclusief de richting) is vastgelegd in het EMS-protocol. Een jaarlijkse update is niet nodig omdat, de praktijk leert dat de scheepvaartverdeling jaarlijks vrij constant is. Wijzigingen treden alleen op bij verdieping of verbreding van de vaarweg en bij wijzigingen in afzet-gebieden of overslagfaciliteiten. Dit komt echter maar zeer beperkt voor.

Het CBS levert jaarlijks vaartuigkilometers per scheepsklasse en beladingstoestand. Deze gegevens gebruikt TNO als input voor het EMS-protocol.

EMS-protocol en –model

EMS staat voor Emissieregistratie en Monitoring Scheepvaart. Het is een protocol dat op basis van het aantal ingevoerde vaartuigkilometers de totale emissies van binnenvaart in Nederland berekent. TNO beheert het EMS-model dat hiervoor wordt gebruikt, zij beschrijven dit in TNO, 2003b. Hieronder geven wij een beschrijving van het model.

Het model berekent emissies door de totale hoeveelheid gebruikte energie (kWh) te vermenigvuldigen met een emissiefactor (g/kWh).

Naast het energiegebruik van schepen is ook hun leeftijd bepalend voor de uitstoot van NO_x en fijn stof. TNO heeft de leeftijdsopbouw van de in Nederland varende binnenvaartvloot onderzocht. Hiervoor hebben zij van 146 schepen² de leeftijd van de motor achterhaald (TNO, 2007). Op basis hiervan is de leeftijdsopbouw van de vloot vastgesteld.

Combinatie van het energiegebruik en de emissiefactoren levert per leeftijds-categorie de emissies van NO_x en fijn stof op. Sommatie over de totale vloot geeft vervolgens de totale uitstoot.

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. GCN-kaarten (kaarten van de achtergrondconcentraties) laten de scheepvaartemissies zien die in Nederland plaatsvinden. Er zijn echter nog geen landelijke afspraken gemaakt over hoe lokaal met scheepvaartemissies, als relevante bron, in een luchtkwaliteitsonderzoek kan worden omgegaan. In een werkgroep van DCMR (milieudienst Rijnmond) én de Werkgroep Luchtkwaliteitsmodellen (WLM) wordt momenteel uitgezocht hoe scheepvaartemissies gemodelleerd kunnen worden. Er zijn op dit moment wel modellen beschikbaar die scheepvaartemissies kunnen modelleren, maar deze hebben modellen hebben voor dit toepassingsbereik nog geen officiële status. Bij het modelleren van scheepvaartemissies worden in ieder geval drie toestanden van schepen onderscheiden:

- Varen: te modelleren met een scheepvaartmodel.
- Manoevreren in de haven: bij benadering te modelleren als puntbron met SRM3.
- Liggend aan de wal: bij benadering te modelleren als puntbron met SRM3.

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.

Wet voorkoming verontreiniging door schepen (WvVS)

Op 1 januari 2007 zijn de WvVS en het onderliggende BvVS in werking getreden. Hiermee zijn nieuwe afspraken uit de IMO en de EU in de Nederlandse wet opgenomen. De nieuwe bijlage VI van het MARPOL-verdrag bevat voor de eerste keer in de geschiedenis mondiale afspraken over luchtverontreiniging van zeeschepen:

Het toegestane zwavelgehalte van brandstof wordt begrensd. Hierdoor neemt de uitstoot van zwaveloxiden en fijnstof van de zeevaart af.

De uitstoot van stikstofoxiden door nieuwe dieselmotoren wordt begrensd.

Elke opzettelijke uitstoot van stoffen die de ozonlaag aantasten is verboden.

Verbranding van stoffen aan boord wordt aan strengere regels gebonden.

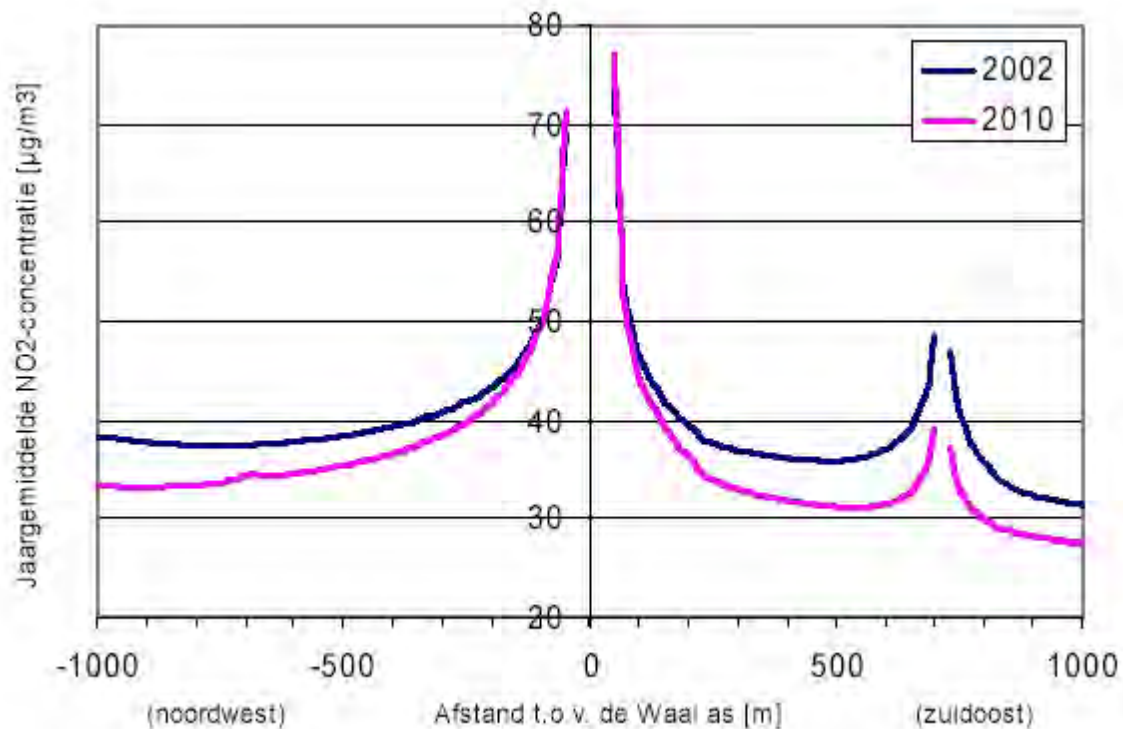
Brandstof mag geen schadelijke stoffen zoals chemisch afval of speciale zuren bevatten.

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 Pluim Vaarweg 1.1. beschikbaar. Dit is een Gaussisch dispersie model waarmee de verspreiding van scheepvaart emissie kan worden berekend. Dit rekenmodel is ontworpen door TNO en kan gezien worden als een aangepast TNO-verkeersmodel om de immisie 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 NO₂ en PM₁₀ zijn uitgevoerd voor de Waal en het Maas-Waalkanaal bij Nijmegen (Hulskotte & Den Boeft, 2004). Het aantal scheepspassages in 2007 op de Waal bij Nijmegen is 139.062; op het Maas-Waalkanaal 42.979. Uit een vergelijking van de NO₂-emissies van het scheepvaartverkeer en het wegverkeer blijkt dat de emissies op de Waal vergelijkbaar zijn aan de NO₂-emissies van een autosnelweg (10% vrachtverkeer) met ongeveer 100.000 voertuigen per dag. Overigens is de Waal de drukst bevaren rivier van Europa. De NO₂-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 NO₂ op sommige locaties op de oevers van de Waal overschreden kunnen worden. Voor PM₁₀ 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 NO₂ (als dwarsprofiel) zoals is weergegeven in onderstaande figuur.

NO₂ 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 oplopende NO₂ 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.

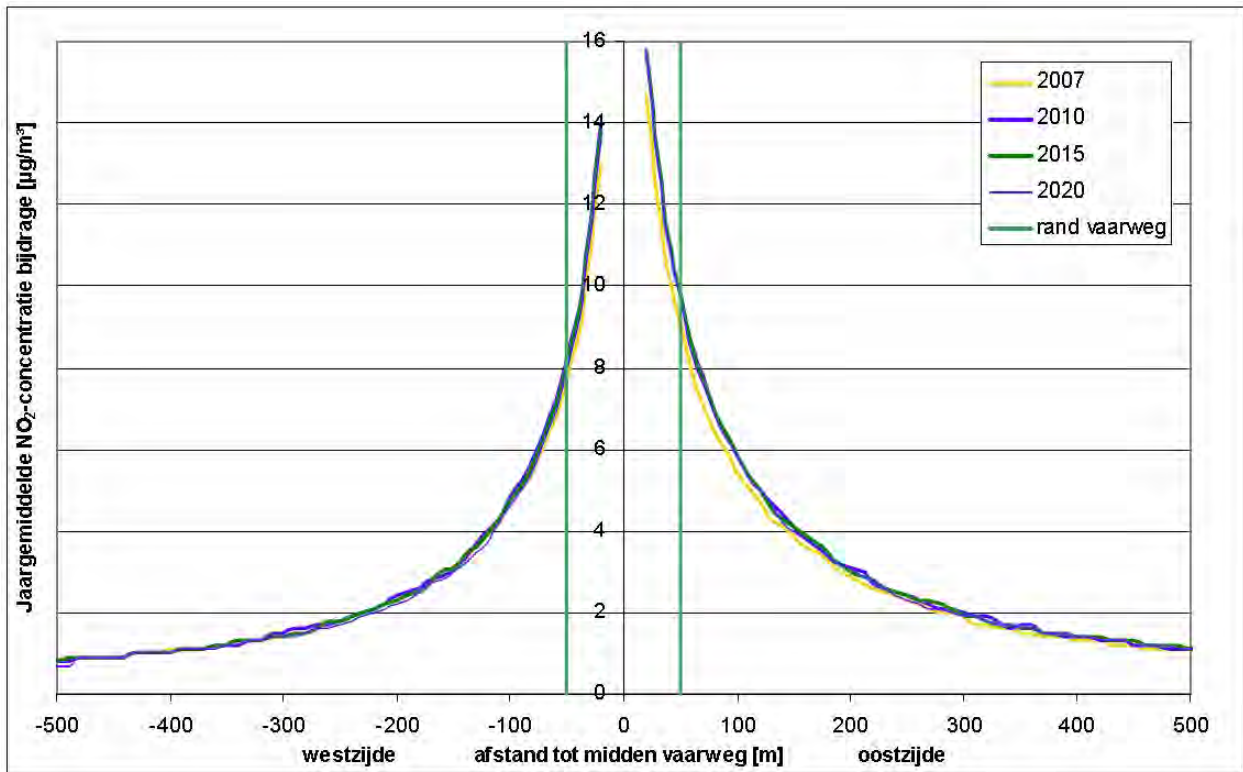
In 2006 zijn door het RIVM metingen verricht op beide oevers langs de Waal bij Nijmegen van o.a. PM₁₀ en NO₂. Een doel hiervan was om de rekenuitkomsten van TNO te verifiëren. Voor PM₁₀ kon geen duidelijke bijdrage van de vaarroute worden aangetoond. De scheepvaart levert wel een bijdrage aan de NO₂ 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.

Eveneens zijn berekeningen naar de invloed van de emissies van de scheepvaart op de luchtkwaliteit van de stoffen NO₂ en PM₁₀ uitgevoerd voor het Amsterdam-Rijnkanaal over meerdere jaren: 2007, 2010, 2015 en 2020. (TNO, 2008). Het aantal scheepspassages in 2007 tussen Amsterdam en Nieuwegein over het Amsterdam-Rijnkanaal bedraagt ongeveer 100.000.

Uit de berekeningen blijkt dat de grenswaarden voor de jaargemiddelde concentraties NO₂ niet overschreden worden. De berekende bijdrages op de rand van de vaarweg variëren, afhankelijk van de locatie, tussen de 2 µg/m³ en de 9 µg/m³. Er is geen duidelijke dalende trend zichtbaar over de berekende jaren 2010, 2015 en 2020.

Voor PM₁₀ zijn ook geen overschrijdingen van de grenswaarde op de oevers gevonden op locaties die zich op meer dan 10 meter afstand van een autoweg bevinden. De berekeningen van TNO langs het Amsterdam-Rijnkanaal leiden tot een jaargemiddeld concentratieverloop NO₂ (als dwarsprofiel) zoals is weergegeven in onderstaande figuur als bijdrage aan de totale concentratie.

Scheepvaart bijdrage aan de NO₂ concentraties (jaargemiddeld) voor een dwarsprofiel van het Amsterdam-Rijnkanaal bij de Irenesluis.



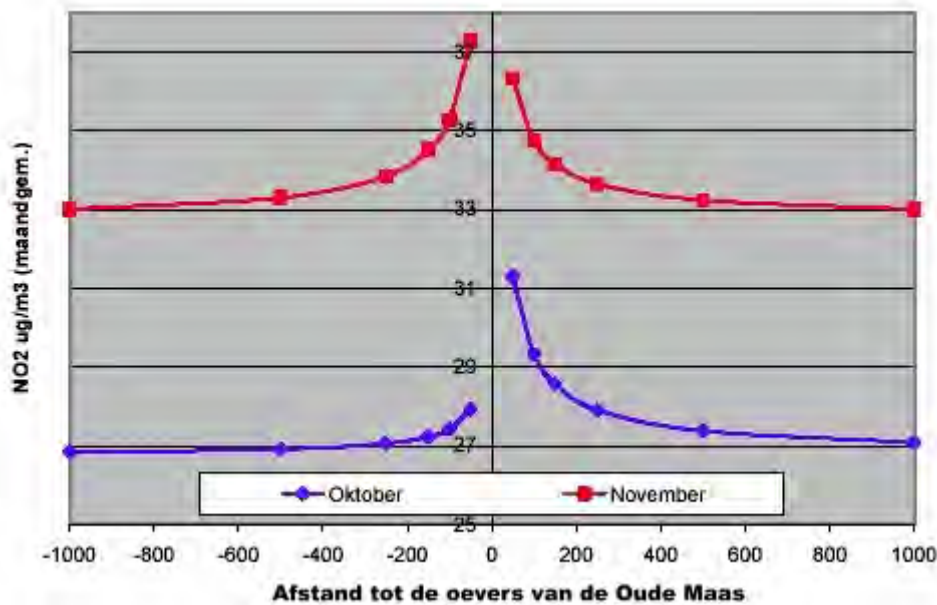
In een oriënterend onderzoek van TNO, waarbij met behulp van metingen (passieve samplers) de invloed van de scheepvaart op de NO₂-concentraties langs de Oude Maas in Dordrecht en Zwijndrecht is onderzocht, is gevonden dat het scheepvaartverkeer een significante bijdrage levert aan de NO₂-concentraties 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 2007 ongeveer 147.609 (RWS, 2008).

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.

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.

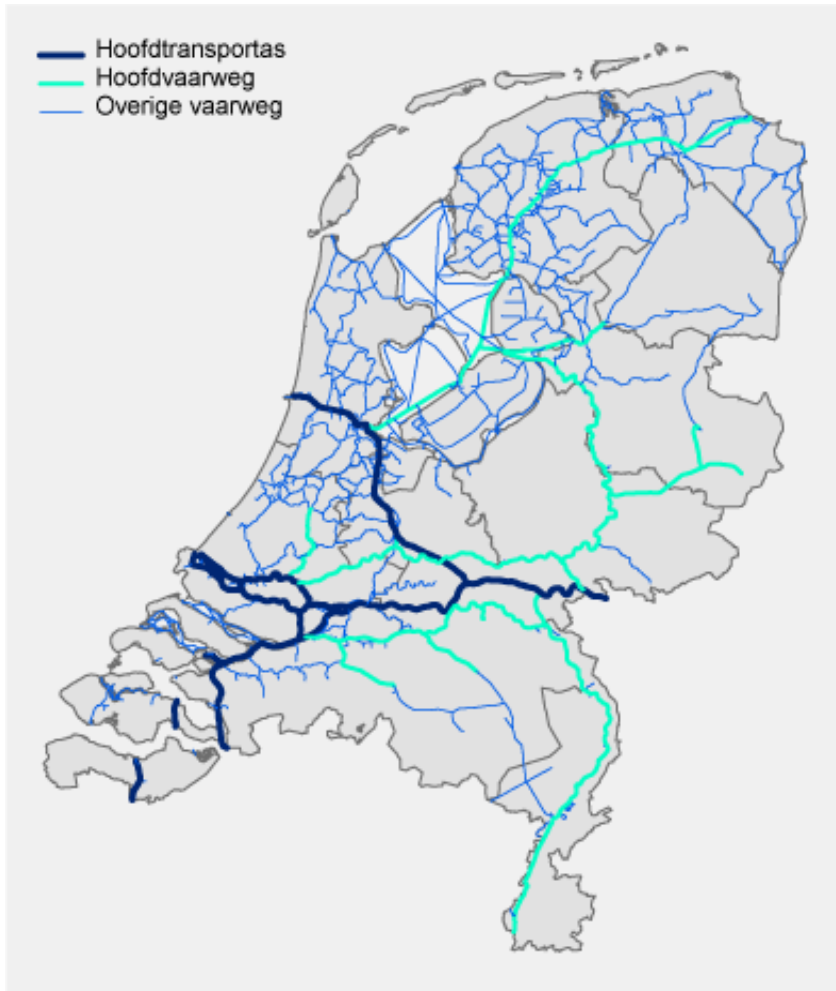
Op dit moment is een indicatieve schatting van de bijdrage van NO₂ door scheepvaart mogelijk op basis van de eerder beschreven onderzoeken voor de Waal bij Nijmegen en het Rijnmondgebied. De afleiding geldt dan in zijn algemeenheid voor hoofdvaarwegen in Nederland. Dit leidt tot een schatting van de 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 recente berekeningen langs het Amsterdam-Rijnkanaal bevestigen de concentraties die weergegeven zijn in bovenstaande tabel.

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 scheeps-passages 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 hoofdtransportassen en hoofdvaarwegen in Nederland aangegeven.



Gezondheidskundige beoordeling

De gezondheidskundige beoordeling van waterverkeer is op basis van emissiegegevens uitsluitend mogelijk op basis van NO₂. De dieseluitstoot van schepen bevat echter ook CO, zwarte rook (roet), zwavel en PM₁₀. De emissie van PM₁₀ bestaat voor het overgrote deel uit deeltjes die kleiner zijn dan 2,5 µm. Hierdoor wordt verondersteld dat de PM₁₀ emissies in de scheepvaart identiek zijn aan de PM_{2,5} emissies (Keuken et al., 2005). De dieselemissie 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 NO₂ als indicator voor het complexe luchtverontreinigingsmengsel afkomstig van waterverkeer.

NO₂

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 blootstelling aan lage concentraties stikstofdioxide wordt een verminderde longfunctie waargenomen. Ook een toename van astma-aanvallen en daarmee gepaard gaande ziekenhuisopnamen en een verhoogde gevoeligheid voor infecties komen voor. 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. Waterverkeer geeft in tegenstelling tot wegverkeer meer piekblootstellingen bij de passage van een schip. Uit metingen blijkt dat een piekblootstelling van 100 – 200 µg/m³ mogelijk is. Dit ligt nog onder het effectniveau van kortdurende blootstelling.

Het is dan ook minder waarschijnlijk dat de gevonden associaties tussen NO₂ en gezondheidseffecten door NO₂ zelf worden veroorzaakt. Aangenomen wordt dat de NO₂-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 µg/m³.

GES-score

Voor het waterverkeer wordt (voorlopig) alleen de stof NO₂ 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 µg/m ³ Jaargemiddeld	GES-score	Opmerkingen
0,04 – 3	2	
4 – 19	3	
20 – 24	4	Eventueel opsplitsing in categoriën 4a en 4b
25 - 29		
30 - 34	5	Eventueel opsplitsing in categoriën 5a en 5b
35 – 39		
40 – 49	6	Overschrijding grenswaarde Toename luchtwegklachten en verminderde longfunctie
50 – 59	7	Sterkere toename luchtwegklachten en verminderde longfunctie
≥ 60	8	

NO₂ is van belang omdat het een goede indicator is. Er is een mogelijkheid om GES-scores 4 en 5 nader te in twee 5 µg/m³-klassen om het onderscheidende vermogen te vergroten. In de Handleiding wordt een mogelijkheid gegeven om deze verfijnde klassen op een kaart weer te geven. Deze tussenstappen kunnen als 4a en 4b, 5a en 5b worden weergegeven.

K - Waterverkeer en geluid

Emissie en verspreiding

Emissie

De belangrijkste geluidbronnen van waterverkeer zijn de motor(en), hulpwerktuigen, de schroef en resonantie van (delen van) de constructie. De geluidproductie wordt ook bepaald door factoren zoals de bouw, grootte en beladingsgraad van het schip.

Nieuwe schepen die worden gebruikt voor het vervoer van goederen of passagiers over de binnenwateren moeten voldoen aan geluidemissie eisen. Deze eisen gelden alleen voor schepen die onder de Binnenvaartwet vallen:

- vrachtschepen, die langer zijn dan 15 meter of waarbij de lengte x breedte x diepgang meer dan 100 is;
- passagiersschepen, die meer dan 12 personen vervoeren, langer zijn dan 15 meter of meer dan 20 km/uur kunnen varen;
- pleziervaartuigen, die langer zijn dan 15 meter, waarbij de lengte x breedte x diepgang meer dan 100 is of die meer dan 20 km/uur kunnen varen.

De geluideisen zijn vastgelegd in een Europese richtlijn (2006/87/EG). Deze is gebaseerd op de ministeriele regeling Reglement onderzoek schepen op de Rijn 1995. Artikel 8.10 stelt de volgende eisen voor de geluidproductie:

- Geluidniveau maximaal 75 dB op een afstand van 25 meter zijdelings van de scheepswand voor varende schepen.
- Geluidniveau maximaal 65 dB op een afstand van 25 meter zijdelings van de scheepswand voor stilliggende schepen, behalve tijdens laden en lossen.

Het laden en lossen van schepen zijn havenactiviteiten en vallen onder industrielawaai.

Uitgaande van een puntbron houdt dit een bronvermogen in van circa 112 dB voor varende schepen, en van circa 102 dB voor stilliggende schepen (DHV, 2004).

Voor bestaande schepen bestaat er een overgangsregeling. Vanaf 2015 moeten alle binnenschepen die op de Rijn varen voldoen aan de geluidnormen. Binnenschepen die niet op de Rijn varen moeten ook in 2015 voldoen aan de geluidnorm voor varende schepen, maar pas in 2030 voor die voor stilliggende schepen. Vooral de schepen van voor 1976 hebben een probleem om aan de geluideisen te voldoen.

Rekenmethoden

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) 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, voor beroepsvaart met Rijncertificaat 75 dB en voor motorkruisers e.d. 45 dB 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) 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. 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).

Verspreiding

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 en boven land van 2 dB per 100 meter.

Door DHV is een, op SRM2 gebaseerd, rekenprogramma ontwikkeld: SHANTI (Scheepvaart Hinder Akoestisch Normerings Tool Indicatief). Hierin wordt uitgegaan van een gemiddelde geluidemissie (bronvermogen) van 110,4 dB voor alle motorvrachtschepen. Ingevoerd kan worden: het aantal schepen, de breedte van de vaarweg, de afstand van de bebouwing tot het midden van de vaarweg en de hoogte van de dijk naast het water en van het maaiveld ten opzichte van het waterniveau. De gemiddelde snelheid van schepen over de beschouwde vaarwegen is gemiddeld 14 km/uur, maar ook andere snelheden kunnen ingevoerd worden (DHV, 2004).

Vervolgens kunnen de geluidbelastingen ter plaatse van de dichtstbijzijnde woningen afgelezen worden uit een database. Deze is gevuld door DHV door standaard situaties in Geonose door te rekenen, waarbij de scheepvaartroutes zijn gemodelleerd als lijnbronnen volgens het Reken- en Meetvoorschrift Verkeerslawaaï (SRM2). DHV schat, dat de onzekerheid in de geluidbelasting 3 – 5 dB is door de onzekerheid in optredende bronvermogens van de passerende schepen en de beperkte nauwkeurigheid waarmee het overdrachtsgebied wordt gemodelleerd (DHV, 2004).

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 of van SHANTI.

Geluidniveaus

De gemeente Nieuwegein heeft SHANTI gebruikt om de geluidbelasting op verschillende afstanden van o.a. het Amsterdam-Rijnkanaal te berekenen. De geluidbelasting was maximaal op 75 meter 64 dB, op 150 meter 60 dB, op 500 meter 55 dB en op 1.000 meter 52 dB (Nieuwegein, 2010).

De gemeente Utrecht heeft met een eenvoudig rekenmodel berekend dat er langs het Amsterdam-Rijnkanaalkanaal 1.360 woningen en andere gevoelige bestemmingen een gevelbelasting hebben van 55 - 60 dB. De 60 dB grens werd niet overschreden. Dit werd berekend voor de situatie in 2005, waarbij er ruim 98.000 schepen over het Amsterdam-Rijnkanaal voeren (Utrecht, 2008).

Gezondheidskundige beoordeling

Grenswaarden

De Wet Geluidhinder kent voor waterverkeer geen grenswaarden. 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.

De Raad van State stelt in een uitspraak van mei 2006 (nr. 200602487/1), dat het bevoegd gezag de geluidbelasting van de scheepvaart wel moet meewegen in de beoordeling van de aanvraag voor hogere waarden als gevolg van (spoor)wegverkeer en industrielawaai. Het feit dat voor scheepvaart bij de wet geen grenswaarden zijn gesteld doet daar niets aan af. Deze uitspraak, die ook in september 2007 in hoger beroep (nr. 200700575/1) stand hield, heeft tot gevolg dat in elk infraproject of nieuwbouwproject waarbij hogere waarden voor geluidgevoelige bestemmingen moeten worden aangevraagd, minstens aandacht aan het lawaai van eventuele scheepvaart moet worden geschonken. Als verondersteld kan worden dat scheepvaartlawaai een factor van betekenis is, moet vervolgens de geluidbelasting van de scheepvaart ter hoogte van geluidgevoelige bestemmingen worden berekend en gecumuleerd met het lawaai van de andere geluidbronnen. Alleen dan kan het bevoegd gezag een zorgvuldige afweging maken bij de toekenning van hogere waarden.

Relatie met hinder en slaapverstoring

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* L_{den} dB	Ernstig gehinderden (%)	Geluidbelasting L_{night} dB	GES-score
<43	0	<34	0
43 – 47	0 – 3	34 – 38	1
48 – 52	3 – 5	39 – 43	2
53 – 57	5 – 9	44 – 48	4
58 – 62	9 – 14	49 – 53	5
63 – 67	14 – 21	54 – 58	6
68 – 72	21 – 31	59 – 63	7
≥73	≥31	≥64	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* L_{den} dB	Ernstig gehinderden (%)	Geluidbelasting L_{night} dB	GES-score
<45	0	<36	0
45 – 49	1 – 4	36 – 40	1
50 – 54	4 – 6	41 – 45	2
55 – 59	6 – 10	46 – 50	4
60 – 64	10 – 16	51 – 55	5
65 – 69	16 – 25	56 – 60	6
70 – 74	25 – 37	61 – 65	7
≥75	≥37	≥66	8

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

L - Waterverkeer en externe veiligheid

Emissie en verspreiding

Het vervoer van gevaarlijke stoffen over het water

Het watertransport van gevaarlijke stoffen wordt voornamelijk door de binnenvaart gedaan. Alleen op zee en op het Noordzeekanaal, de Nieuwe Waterweg, de Oude/Nieuwe Maas, de Westerschelde, het Kanaal van Gent naar Terneuzen en de Eems varen ook zeeschepen. Deze vervoeren uiteraard grotere hoeveelheden en alle stofcategorieën.

Risicoatlas (IPORBM)

Provincies en grote gemeenten hadden de beschikking over zogenaamde IPO-risicoberekeningsmallen (IPORBM). Hiermee konden relatief snel en eenvoudig risico's berekend worden. De Adviesdienst Verkeer en vervoer (AVV, nu de directie Verkeer en Scheepvaart DVS) van Rijkswaterstaat gaf de hiermee berekende risico's in een risicoatlas weer. In deze Risicoatlas Hoofdvaarwegen Nederland waren 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.

RBMII

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.

De resultaten van RBMII zijn ook vergeleken met die van Safeti 6.21, dat als basismodel is gebruikt voor Safeti-NL. Dit laatste model wordt gebruikt 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 geen nieuwe Risicoatlas hoofdvaarwegen op basis van RBMII gemaakt.

Basisnet Water

Naast een wijziging in berekeningsmethodiek zijn 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 en werken).

De 'gebruiksruimte' en de 'veiligheidszone' worden gespecificeerd. De gebruiksruimte geeft aan welk vervoer van (categorieën) gevaarlijk stoffen maximaal op een bepaalde route mag plaatsvinden. De gebruiksruimte wordt uitgedrukt in een maximale hoeveelheid risico. De veiligheidszone is het gebied binnen de 10^{-6} -contour van het PR. Deze risicocontour wordt met behulp van RBMII berekend op basis van tellingen en de toepassing van toekomstscenario's (groeiscenario's). Deze PR-contour zal dus veelal op grotere afstand liggen dan de huidige PR-contour. Er wordt daarom gesproken over een PR-max. Binnen de veiligheidszones mogen gemeenten geen kwetsbare objecten plaatsen. Gebruiksruimtes en veiligheidszones worden in principe eenmalig vastgelegd.

Het Basisnet wordt vastgelegd in afzonderlijke ministeriele regelingen op basis van de Wet Vervoer gevaarlijke stoffen.

Begin 2008 is de Eindrapportage Basisnet Water verschenen (Basisnet werkgroep Water, 2008). Deze is gemaakt door vertegenwoordigers van gemeenten, provincies, vervoerders, industrie en de ministeries van V&W en VROM. Dit rapport is te downloaden via de website <http://www.rijksoverheid.nl/documenten-en-publicaties/notas/2008/06/12/definitief-ontwerp-basisnet-water.html>

De bovenstaande categorisering van routes was niet goed toepasbaar voor het Basisnet water. Er worden geen externe veiligheidsknelpunten voorzien. Er is dus geen reden voor vervoersbeperkingen en de veiligheidszones vormen geen beperking voor ruimtelijke ordening. Er is daarom een andere categorie indeling gemaakt:

- Categorie zeevaart (rood): de vaarwegen vanaf zee naar zeehavens.
- Categorie binnenvaart met frequent vervoer van gevaarlijke stoffen (zwart): dit zijn alle verbindingen tussen chemische clusters, met het achterland en noord-zuid verbindingen.
- Categorie scheepvaart zonder frequent vervoer (groen).

In de Eindrapportage Basisnet Water (pagina 8) zijn de groene, zwarte en rode vaarwegen op kaart aangegeven.

Voor de binnenvaart is een aantal nieuwe berekeningen uitgevoerd met RBMII. Voor deze zwarte en groene vaarwegen komt de PR-contour van 10^{-6} , ook met alle denkbare ontwikkelingen tot 2030, nergens op de oever. Er is ook nergens een knelpunt voor het groepsrisico.

Voor de zeevaart is uitgegaan van bestaande studies. Langs de Westerschelde ontstaat bij het hoogste beschouwde groeiscenario in 2030 een knelpunt voor zowel het Plaatsgebonden Risico als het Groepsrisico. Voor de andere zeevaartsituaties geldt dat er tot 2030 zeker nog een factor 2 ruimte is bovenop de hoogste beschouwde groeiscenario's voordat er een PR- 10^{-6} -contour op de oever zal komen of Groepsrisicoknelpunten ontstaan.

In principe moet de gemeente bij bouwplannen binnen 200 meter van een vaarweg rekening houden met het groepsrisico (verantwoordingsplicht). Dat betekent dat gemeenten moeten kijken naar mogelijkheden om het groepsrisico te beperken en naar lokale veiligheidsaspecten zoals de mogelijkheden voor de hulpverlening en de zelfredzaamheid, blusvoorzieningen en vluchtwegen voor de bewoners of gebruikers van de gebouwen.

Wegens het beperkte transport is bij nieuwbouwplannen langs groene vaarwegen geen groepsrisicoverantwoording nodig.

Bij zwarte vaarwegen is wel een verantwoording nodig. Bij een bevolkingsdichtheid van minder dan 1500 pers/ha aan beide zijden van het water en minder dan 2250 pers/ha aan één zijde van het water is een berekening van het Groepsrisico echter niet verplicht. Proefberekeningen hebben aangetoond dat in die gevallen het GR beneden 0,1 x de oriënterende waarde ligt.

Langs rode vaarwegen dient zowel een groepsrisicoberekening als een verantwoording plaats te vinden. Bij een ongeval met zeer brandbare vloeistoffen kunnen die uitstromen en in brand raken (plasbrand). De zone waarin dit tot slachtoffers kan leiden wordt de Plasbrand Aandacht Gebied (PAG) genoemd. De gemeente moet bij ruimtelijke ontwikkelingen in die gebieden verantwoorden waarom op deze locatie wordt gebouwd. Bouwen binnen een PAG wordt dus een afweging die door de gemeente wordt gemaakt op basis van de lokale situatie. Naast de risicobenadering (veiligheidszone en GR) is dit nieuw effectbeleid.

Het Plasbrandaandachtsgebied is voor zwarte vaarwegen 25 meter en voor rode vaarwegen 40 meter landwaarts vanaf de waterlijn. Voor groene vaarwegen is geen PAG vastgesteld. De waterlijn is daar waar het water de oever raakt. De waterlijn fluctueert met de waterstand. Omdat er grote verschillen zijn tussen de diverse vaarwegen en de daarop voorkomende waterstanden, is de definitie van de waterlijn per type vaarweg gegeven in bijlage 3 van de Eindrapportage Basisnet Water.

Risico Register Gevaarlijke Stoffen

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

Effectstraal

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

In het algemeen geldt dat een zone van 10 tot 20 meter vrij gehouden moet worden vanwege de bereikbaarheid voor hulpdiensten.

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). In een wijziging van deze Circulaire van begin 2010 zijn in Bijlage 6 de vaarwegen en de bijbehorende vervoerscijfers uit het Basisnet Water voor berekening van groepsrisico's opgenomen (http://wetten.overheid.nl/BWBR0016249/geldigheidsdatum_06-12-2010#Bijlage6). RBM II wordt expliciet genoemd als hulpmiddel bij identificatie van de risico's.

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 over water uitgedrukt per vaarlenge. 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 normwaarde van groter dan 1 houdt een overschrijding van de oriëntatiewaarde voor het Groepsrisico in.

Ook bij watertransport geldt dat bij veranderingen in de lokale situatie er opnieuw berekeningen van Groepsrisico's nodig zijn.

In tegenstelling tot de grenswaarde voor het plaatsgebonden risico mag van de oriëntatie waarde voor het groepsrisico door het Bevoegd Gezag worden afgeweken, mits er een goede reden toe is. Hierbij moet een verantwoording van het groepsrisico worden afgelegd (verantwoordingsplicht groepsrisico).

GES-score

Voor GES zal uitgegaan worden van dezelfde indeling en scores als bij de beoordeling van de externe veiligheid bij bedrijven. Als de oriëntatie waarde van 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. . In de meeste gevallen is er geen 10^{-7} - of 10^{-8} -risicocontour bekend. Dan wordt een GES-score 2 toegekend aan de afstand van het invloedsgebied. Dit is een zone van 200 meter, waarin de gemeente rekening moet houden met het groepsrisico. De afstanden van de PR-contour en van het invloedsgebied worden vanaf de waterlijn gerekend.

Deze GES-score wordt niet toegekend bij groene vaarwegen, omdat er op deze vaarwegen slechts beperkt transport van gevaarlijke stoffen is en bij nieuwbouwplannen geen verantwoording van het groepsrisico nodig is.

Plaatsgebonden Risico	Plaatsgebonden Risico en invloedsgebied	Overschrijding Oriëntatiewaarde Groepsrisico	GES-score
$< 10^{-8}$	> 200 m	nee	0
$10^{-8} - 10^{-7}$	200 m - $PR \leq 10^{-6}$	nee	2
$10^{-7} - 10^{-6}$	-	nee	4
$> 10^{-6}$	$PR > 10^{-6}$	ja*	6

*: bij overschrijding van de oriëntatiewaarde van het Groepsrisico wordt er altijd een GES-score van 6 toegekend, ongeacht de waarde van het Plaatsgebonden Risico

M - Vliegverkeer en geur

Emissie en verspreiding

Geuremissie door vliegtuigen wordt veroorzaakt door de opslag, het transport, het overpompen van kerosine en de onvolledige verbranding van kerosine. Dit laatste vindt vooral plaats voor, tijdens en kort na de start tijdens het opstijgen. 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.

Er zijn weinig gegevens over de emissie en de verspreiding van geur bij vliegvelden. Wel duidelijk is, dat bij Schiphol de stank op enkele kilometers te ruiken is, afhankelijk van het weer en de hoeveelheid vliegverkeer.

In het Luchthavenverkeersbesluit staan twee regels die de uitstoot van geur moeten beperken. Vliegtuigen moeten tijdens het taxiën zo weinig mogelijk motoren gebruiken. Ook aan de gate moeten vliegtuigen zo min mogelijk gebruik maken van de motoren. Zij kunnen hier gebruikmaken van een stroomvoorziening.

Gezondheidskundige beoordeling

Gezondheidskundige beoordeling van geur van vliegverkeer is alleen mogelijk als er gegevens over de ervaren hinder zijn.

In de omgeving van Schiphol zijn in 1996, 2002 en 2005 op vergelijkbare wijze vragenlijstonderzoeken bij circa 6.000 mensen uitgevoerd, waarbij ook de ervaren ernstige geurhinder werd vastgesteld (Houthuijs en van Wiechen, 2006). Geuren van grondactiviteiten worden minder waargenomen dan van vliegtuigen. In het onderzoeksgebied is een percentage van 3% ernstige geurhinder door vliegtuigen en 2% door grondactiviteiten vastgesteld.

Als indicator van de geurbelasting is de afstand tot Schiphol gebruikt. De kans op ernstige geurhinder neemt af naarmate de afstand tot de luchthaven toeneemt. Ernstige geurhinder lijkt op te treden tot een afstand van circa vijf á zes kilometer vanaf het luchthaventerrein. Op grotere afstand wordt de kerosinelucht nauwelijks meer waargenomen. Binnen een afstand van drie kilometer tot het hek van het luchthaventerrein is er circa 20 % ernstige geurhinder door vliegtuigen en circa 15% ernstige geurhinder door grondactiviteiten.

Naast de geurbelasting dragen vooral de (negatieve) houding ten opzichte van de luchthaven en in mindere mate angstreacties bij aan het percentage van ernstige geurhinder door 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 geur 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

N - Vliegverkeer en geluid

Emissie en verspreiding

Emissie

In principe zijn de emissie en verspreiding van geluid van vliegverkeer van dezelfde factoren afhankelijk als bij 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 (vluchttuitvoering);
- de spreidingsgebieden om de routes.

Op basis van deze gegevens berekent het Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium (NLR) in opdracht van het ministerie van IenM 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.

Kosteneenheden Ke

Kosteneenheden (Ke) is een geluidmaat die is afgeleid in 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 werden aanvankelijk niet meegerekend. De Ke wordt op dit moment alleen nog gebruikt voor militaire vliegvelden.

Belasting kleine luchtvaart B_{KL}

Voor de kleine burgerluchtvaart werd de geluidbelasting uitgedrukt in B_{KL} (Belasting kleine luchtvaart). De B_{KL} heeft vooral 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.

L_{den} en L_{night}

In 2002 is de Europese Richtlijn Omgevingslawaaï gepubliceerd (zie Module F - 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, 's nachts met een straffactor van 10 dB.

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 wordt het geluid voor Schiphol geregeld, waarbij de L_{den} en L_{night} worden gehanteerd als geluidmaten.

Voor de overige vliegvelden vindt een overgang van Ke en B_{KL} naar L_{den} plaats.

Omzetting van Ke, B_{KL} en L_{Aeq,23-06,binnen} naar L_{den} en L_{night}

Het omzetten 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 en de mate van voorkomen van piekniveaus onder en boven 65dB.

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 omzetting van Ke naar L_{den} contouren bij andere burgerluchthavens heeft het Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium (NLR) onderzoek verricht bij vier grote en twee kleine luchthavens. Hieruit blijkt dat 35 Ke overeenkomt met 56 dB L_{den}. De 20 Ke-contour komt overeen met 48 dB L_{den} en 65 Ke met 70 dB L_{den} (Besluit Burgerluchthavens, V&W,2008).

De invloed van het kleine luchtverkeer onder de 6000 kg (Bkl-verkeer) op de totale L_{den} geluidbelasting bedroeg gemiddeld minder dan 0,5 dB en was daarom niet van doorslaggevende betekenis geweest bij het bepalen van de L_{den}-contourwaarden (Besluit Burgerluchthavens, V&W,2008).

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 relatie tussen Ke en L_{den} zal dus per vliegveld en per situatie sterk verschillen. Afwijkingen van meer dan 5 dB komen voor. Voor een algemene omrekening wordt wel de formule $L_{den} = 0,5 Ke + 41$ gebruikt. Deze formule is op Schiphol gebaseerd en moet ook voor die situatie met grote voorzichtigheid gebruikt worden. Voor andere burgerluchthavens zou een algemene formule, op basis van de bovenstaande drie combinaties van Ke en L_{den}, ongeveer uitkomen op $L_{den} = 0,5 Ke + 38$.

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 L_{den} wordt wel 5 dB afgetrokken.

Voor de nachtperiode werd het equivalente geluidniveau binnenshuis over de periode 23:00 – 06:00 uur gehanteerd (L_{Aeq,23-06,binnen}). 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 ongeveer overeen komen met L_{night,23-07,buiten}-waarden van 41 en 48 á 49 dB (Fast, 2004).

Geluidkaarten Schiphol

Op de website van het compendium voor de leefomgeving van het RIVM worden interactieve kaarten gepresenteerd met geluidcontouren in L_{den} (53 en 58 dB) en L_{night} (43 en 49 dB) rond Schiphol (http://geoservice.pbl.nl/website/flexviewer/index.html?config=cfg/CLO_Schiphol.xml).

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 F Wegverkeer en geluid. Hier wordt alleen kort ingegaan op de gezondheidseffecten van vliegtuiggeluid.

Hinder

De relatie tussen L_{den} en ernstige hinder (%HA) is voor vliegverkeer op basis van een meta-analyse als volgt geschat voor een L_{den} tussen 45 en 75 dB (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 en vastgelegd (EC, 2002). Het European Environment Agency (EEA) heeft aangegeven, dat deze relatie mogelijk moet worden aangepast, omdat dosis-response relaties in onderzoeken van na 1990 ruim boven deze curve liggen. De EEA heeft aangegeven welke relatie daarvoor in de plaats zou moeten komen (EEA, 2010).

De bovengenoemde dosis-effectrelatie voorspelt ook in de omgeving van Schiphol consequent 2 tot 3 maal lagere percentages ernstige hinder bij dezelfde geluidniveaus (Breugelmans et al., 2004).

De relatie tussen L_{den} en ernstige hinder (%HA) is voor Schiphol als volgt (MNP, 2010):

$$\% HA = \frac{\{ e^{-8,1101 + 0,1333 * L_{den}} \}}{\{ 1 + e^{-8,1101 + 0,1333 * L_{den}} \}} * 100 \quad \text{voor } L_{den} > 30 \text{ dB}$$

$$\% HA = \frac{\{ e^{-8,1101 + 0,1333 * 65} \}}{\{ 1 + e^{-8,1101 + 0,1333 * 65} \}} * 100 \quad \text{voor } L_{den} > 65 \text{ dB}$$

Deze curves komen vrijwel overeen met de door de EEA voorgestelde curves.

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 (MNP, 2005). Er zijn geen actuele dosis-effectrelaties die specifiek gelden voor het geluid van de kleine luchtvaart.

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 kan verklaren waarom in specifieke situaties soms grote afwijkingen van de algemene dosis-effectrelaties worden gevonden.

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. In de volgende tabel is de ernstige hinder voor verschillende L_{den} -waarden volgens de algemene dosis-effectrelatie en volgens de relatie voor Schiphol gegeven. Er is aangegeven met welke K_e - en B_{KL} -waarden de L_{den} -waarden overeen zouden komen als de algemene formules voor omrekening worden gehanteerd.

Geluid belasting (L _{den})	Schiphol Geluid Belasting (Ke)	Andere burger-lucht havens Geluid belasting (Ke)	Geluid belasting (B _{KL})	Algemene relatie Ernstig gehinderden (%)	Schiphol relatie Ernstig gehinderden (%)
40			45	0	6
42	2	8	47	0	8
45	8	14	50	1	11
48	14	20	53	3	15
50	18	24	55	5	19
55	28	34	60	11	31
56	30	35	61	12	34
58	35	40	63	15	41
60	38	44	65	19	47
65	48	54	70	29	64
70	58	65	75	41	64

Slaapverstoring

Slaapverstoring omvat verschillende effecten: een verlenging van de inslaaptijd, het tijdens de slaap tus-sentijds wakker worden, verhoogde motorische activiteit tijdens de slaap en het vervroegd wakker wor-den. 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 geluidbelas-ting en de hinder door slaapverstoring kon worden vastgesteld. Een drempelwaarde voor ernstige slaapverstoring door vliegtuiggeluid kon daarmee ook nog niet worden vastgesteld.

In opdracht van het ministerie van VROM is deze analyse 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 ge-luidbelasting (L_{night}) en ervaren ernstige slaapverstoring (HS) opgesteld worden. Deze toont een goede overeenkomst met de in 1997 door de Gezondheidsraad opgestelde relatie. De WHO beschouwt deze relatie voor dit moment als beste schatting, maar geeft wel aan dat de onzekerheid groot is en de relatie alleen indicatief gebruikt mag worden (WHO, 2009; EBD Noise, 2011). De relatie voor een L_{night} van 45 – 65 dB is als volgt:

$$\%HS = 18,147 - 0,956 L_{night} + 0,01482 (L_{night})^2$$

De studie die sterk afwijkende resultaten liet zien is het in de omgeving van Schiphol uitgevoerde slaap-verstoringsonderzoek. Een eerdere studie rond Schiphol (het vragenlijstsonderzoek 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 facto-ren een grote rol spelen.

De relatie tussen de L_{night} en ernstige slaapverstoring (HS) voor Schiphol is als volgt:

$$\% HS = \frac{\{ e^{-6,642 + 0,1046 * L_{night}} \}}{\{ 1 + e^{-6,642 + 0,1046 * L_{night}} \}} * 100$$

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 $L_{Aeq,23-7}$ dB	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 nachtvluchten.

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 veelal nog geen betrouwbare kwantitatieve dosis-respons relatie op te stellen. In 2008 is in een meta-analyse voor myocardinfarcten een significante relatie met de geluidbelasting vastgesteld (zie Module F Wegverkeer en geluid). 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 (zie Module F Wegverkeer en geluid). Vooralsnog 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 (Wlv) en de daarbij behorende AMvB's voor Schiphol, overige burgerluchthavens en militaire luchthavens.

Schiphol

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 Schiphol en Luchthavenverkeerbepsluit Schiphol (LVB), vervingen deze PKB. De wettelijke grenswaarde voor luchtvaartterreinen is 35 Ke. Voor Schiphol is deze grenswaarde omgezet in een L_{den} van 58 dB.

Voor luchtvaartterreinen met reguliere nachtvluchten gold de nachtnorm van 26 dB in slaapvertrekken voor de periode van 23.00 tot 6.00 uur ($L_{Aeq,23-06,binnen}$). Deze nachtnorm geldt dus voor de geluidbelasting binnenshuis. Deze nachtnorm is omgezet in een L_{night} van 49 dB.

De WHO gaat uit van een L_{night} van 40 dB als drempelwaarde voor nadelige effecten en ter bescherming van gevoelige groepen als kinderen, chronische zieken en ouderen. Een tussenwaarde van 55 dB wordt aanbevolen in geval een waarde van 40 dB op korte termijn niet haalbaar is (WHO, 2009).

Handhaving vindt plaats door een grenswaarde te stellen voor het totale volume aan geluid en grenswaarden voor de geluidbelasting (L_{den} en L_{night}) in handhavingspunten.

Voor L_{den} zijn dit 35 handhavingspunten die op de oude 35 KE-zone liggen. Voor L_{night} zijn er 25 handhavingslocaties rondom de luchthaven, die op de oude 26 dB $L_{Aeq, 23-06,binnen}$ contour liggen.

In principe mag er geen nieuwbouw plaatsvinden in de 35 Ke- /58 dB L_{den} -zone voor Schiphol.

De Ke-contouren die betrekking hebben op de regelgeving voor geluidsisolatie worden nog niet omgezet in een L_{den} -contourwaarde. Er zijn op Ke gebaseerde isolatiecontouren rondom de luchthavens Schiphol, Eelde, Lelystad, Maastricht en Rotterdam. Bestaande woningen in de 40 Ke-zone komen in aanmerking voor isolatie. Wanneer de geluidbelasting 65 Ke of 70 dB L_{den} (in sommige gevallen 55 Ke) of meer draagt, 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.

Voor woningen binnen de zone waar de nachtnorm wordt overschreden, geldt dat geluidgevoelige slaapkamers in aanmerking komen voor isolatie.

Overige burgerluchthavens

Voor de regionale, kleine en militaire vliegvelden was in de oude Luchtvaartwet vastgelegd dat luchtvaartterreinen 'aangewezen' worden. In een Aanwijzingsbesluit, een soort vergunning, werd o.a. het soort en de omvang van het vliegverkeer vastgelegd. In principe geldt dat alle vliegvelden waarvoor een Aanwijzing geldt, ook geluidzones hebben. Hierin is in elk geval opgenomen de geluidzone gebaseerd op de grenswaarde van 35 Ke voor de regionale vliegvelden en van 47 B_{KL} voor de kleine burgervliegvelden. In de Aanwijzing staat vermeld waar de geluidzones liggen. Voor de volgende vliegvelden is een Aanwijzing van kracht:

Regionale vliegvelden: Maastricht, Rotterdam en Eelde

Kleine burgervliegvelden: Ameland, Budel, Den Helder, Eindhoven, Hoogeveen, Lelystad, Midden Zeeland, Seppe, Terlet, Teuge en Texel

Militaire vliegvelden: Leeuwarden, Volkel, Eindhoven, De Kooy, Woensdrecht, Gilze Rijen en Twente

De luchthavenexploitant moet ieder jaar een gebruiksplan indienen. 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.

In een Besluit van 14 oktober 2009 is de Wet Luchtvaart gewijzigd. Hierdoor zijn ook op 1 november 2009 de Regelgeving Burgerluchthavens en Militaire Luchthavens (RBML Staatsblad, 2008), het Besluit Burgerluchthavens en het Besluit Militaire luchthavens in werking getreden. Ook de Europese regelgeving is opgenomen.

De regelgeving voor de luchthavens van nationale betekenis te weten Eelde, Lelystad, Maastricht en Rotterdam is in handen van het Rijk gebleven. Ook als luchthaven Twente een doorstart maakt krijgt deze de status van nationale betekenis.

De taken en bevoegdheden voor de burgerluchthavens van regionale betekenis, te weten Ameland, Budel, Drachten, Haamstede, Hilversum, Hoogeveen, Midden-Zeeland, Stadskanaal, Seppe, Terlet, Teuge en Texel zijn van het Rijk overdragen aan de provincies. Zij hebben nu onder andere zeggenschap over grootte en ligging van luchthavens, opening en sluiting van luchthavens, normen voor veiligheid en geluid, regels over gebruik, vluchtuitvoering en openingstijden.

Als er voor een luchthaven een Aanwijzing is, dan worden de hierin opgenomen geluidzones in Ke of B_{KL} door het Ministerie van IenM in een overgangsbesluit (Omzettingsregeling) omgezet in L_{den} .

Uitgangspunt is dat de ligging van de contouren grotendeels gelijk blijven. In principe wordt er van uitgegaan dat de 20, 35 en 65 Ke-contouren omgezet worden naar de 48, 56 en 70 dB L_{den}-contouren. Voor de kleine luchthavens waarvoor een B_{KL}-geluidszone (van 47 B_{KL}) is vastgesteld, betekent de overgang naar 56 dB L_{den} dat de contour veel kleiner is en in vrijwel alle gevallen binnen de grens van het luchthavengebied komt te liggen.

Grenswaarden in L_{den} worden bepaald op handhavingpunten in het verlengde van de baan en eventueel aangevuld met handhavingpunten op of nabij de bebouwde kom als de 35 Ke-contour daar is gelegen. Uitgangspunt is dat de vergunde gebruiksruimte gelijk blijft: de geluidzones in de aanwijzingen worden omgezet in beperkingengebieden met dezelfde beperkingen als de huidige systematiek. De provincie heeft de mogelijkheid om de ligging van de handhavingpunten te wijzigen.

Provinciale Staten moeten een Luchthavenbesluit vaststellen voor een luchthaven als de geluidcontour van 56 dB L_{den} buiten het luchthavengebied valt. Hiervoor stellen Provinciale Staten een Commissie Regionaal Overleg Luchthaven in. Hierin praten gebruikers van de luchthaven met omwonenden, lokale besturen en belangengroeperingen. Het Luchthavenbesluit bevat grenswaarden voor geluid.

In elk geval moet het Luchthavenbesluit de contouren van 48, 56 en 70 dB bevatten.

Een nieuwbouwverbod van woningen en andere geluidsgevoelige bestemmingen geldt binnen de geluidcontour van 56 dB L_{den}, behoudens uitzonderingsgevallen.

Binnen de geluidcontour van 70 dB L_{den} dienen woningen en bestaande geluidgevoelige gebouwen aan hun bestemming te worden onttrokken. Bewoners van woningen binnen deze contour hebben echter een blijfrecht, analoog aan het beleid bij de luchthaven Schiphol zoals vastgelegd in het Luchthavenindexingsbesluit Schiphol. De bewoner kan zelf bepalen of deze de woning verlaat of niet. Zodra echter de bewoner de woning verlaat kan deze niet meer opnieuw worden bewoond.

Voor het gebied tussen de contour van de 56 en 48 dB (voorheen de 35 en 20 Ke) moet het provinciaal bestuur een integrale afweging maken over de ruimtelijke ontwikkeling van het gebied in relatie tot het (toekomstig) gebruik van de luchthaven.

Provinciale staten kunnen aanvullende regels stellen of van een groter gebied met ruimtelijke beperkingen uitgaan dan waartoe zij op grond van het Besluit burgerluchthavens verplicht zijn. Ook kunnen zij bijvoorbeeld de wenselijkheid van (grootschalige) woningbouw en de bouw van geluidgevoelige bestemmingen als scholen en ziekenhuizen in de omgeving van de luchthaven afwegen. Aangezien Ke en L_{den} verschillende grootheden zijn, zal er altijd verschil zijn tussen de oude Ke-contouren en de nieuwe L_{den}-contouren. Hierdoor is het mogelijk dat woningen die niet in de oude Ke-contour lagen, wel in de vervangende nieuwe L_{den}-contour komen te liggen en omgekeerd.

Provinciale Staten mogen direct na inwerkingtreding van de wet voor een luchthaven met een Aanwijzing de gebruiksruimte wijzigen in een luchthavenbesluit.

Er is op dit moment nog sprake van een overgangssituatie. Luchthavens opereren nog op basis van een aanwijzingsbesluit volgens de, oude, Luchtvaartwet. In januari 2012 stelde de provincie Drenthe het eerste Luchthavenbesluit vast voor het vliegveld Hoogeveen.

Militaire luchthavens

De militaire luchthavens Deelen, Eindhoven, Gilze-Rijen, De Kooij, Leeuwarden, Volkel en Woensdrecht, waarvoor in het wetsvoorstel ook nieuwe regelgeving is opgenomen, blijven onder verantwoordelijkheid van de minister van Defensie vallen.

Twee militaire luchthavens, Eindhoven en De Kooij, worden ook gebruikt voor de commerciële burgerluchtvaart. Het gebruik van de luchthavens, zowel het militaire als het burgergebruik, wordt op basis van de Wet luchtvaart vastgelegd in een luchthavenbesluit. Het commercieel gebruik door een burgerexploitant op de militaire luchthavens wordt vastgelegd in een door de Ministers van Defensie en IenM vast te stellen vergunning voor burgermedegebruik. Tot die tijd vindt - gelet op het overgangsrecht in de wet RBML - gebruik plaats op basis van een Aanwijzingsbesluit op basis van de oude Luchtvaartwet.

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).

Geluidbelastingkaarten

In de 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 te beginnen met juni 2012. Voor juni 2007 moest een geluidkaart voor L_{den} en L_{night} voor Schiphol gemaakt zijn.

Maatregelen

Vooraf voor Schiphol is er een groot aantal maatregelen die al genomen zijn voor het geluid van het vliegverkeer overdag, maar vooral ook voor de nacht (Fast, 2004). Een niet uitputtend overzicht van de mogelijke maatregelen is als volgt:

Maatregelen	Reductie
Emissie	
Aanscherpen emissie-eisen	
Weren van lawaaige vliegtuigen	
Geluidheffingen	
Minder vluchten, bijvoorbeeld aan de randen van de nacht	Halvering vluchten: 3 dB
Geluidbelasting	
Bepaald baangebruik voor bepaalde starts en landingen	Mogelijk woongebieden te ontzien
Verplicht gebruik van bepaalde vertekroutes	
Verplicht gebruik van speciale naderingsroutes (Continuous descending approach, een soort glijvlucht)	
Grotere naderingshoogte	
Isolatie van woningen	
Slopen van woningen	
Hinder	
Communicatie over geluidssituatie en maatregelen	

GES-score

Bij het geluid van wegverkeer is het MTR op basis van het optreden van hart- en vaatziekten (myocardinfarcten) 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. Bij deze geluidbelasting is het percentage ernstige hinder (15%) vergelijkbaar met dat bij 63 dB L_{den} weggeluid (14%). Voor Schiphol ligt de grenswaarde ook bij 58 dB.

Ook de lagere GES-scores zijn zo gekozen dat het percentage ernstige hinder vergelijkbaar is met dat bij dezelfde GES-score voor andere bronnen van geluid. 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 (nog) 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			Algemene relatie Ernstig gehinderden (%)	Schiphol relatie Ernstig gehinderden (%)	GES-score
L_{den}	K_e	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	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.

O - Vliegverkeer en externe veiligheid

Emissie en verspreiding

De Plaatsgebonden Risicocontouren bij luchthavens liggen in het verlengde van de start- en landingsbanen. Bij grotere luchthavens kunnen de 10^{-5} - en 10^{-6} Plaatsgebonden Risicocontouren buiten de terreingrens liggen.

Informatie over de ligging van ruimtelijke zones, die gebaseerd zijn op risicocontouren, kan ingewonnen worden bij de provincie of de Inspectie Leefomgeving en Transport (ILT). Aangezien de hier aan ten grondslag liggende risicoberekeningen en/of rekenmodel nogal eens wijzigen is het van belang om over de meest recente ligging van de contouren te beschikken.

Op de Risicokaart (www.risicokaart.nl) wordt de Zone-1 rond luchthavens weergegeven. Dit is een gebied van ongeveer 300 meter breed en een kilometer voor en na een start- of landingsbaan. In dit gebied vindt ongeveer 75% van de ongevallen plaats. Het is op de risicokaart als een rechthoekige strook te zien. Voor enkele luchthavens is het 75%-gebied specifiek uitgerekend. Het heeft dan een grilliger vorm en meestal is er een verschil in lengte aan beide uiteinden van de baan. Voor grotere luchthavens worden de risicocontouren weergegeven. De risicocontouren van een startbaan lijken qua vorm sterk op een specifiek berekende grenslijn van Zone-1.

Voor Schiphol zijn de 10^{-5} , 10^{-6} en 10^{-7} PR-contouren weergegeven op een interactieve atlas die is te benaderen via de website van het compendium voor de leefomgeving van het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL): <http://www.compendiumvoordeleefomgeving.nl/indicatoren/nl0305-Veiligheid-rondom-Schiphol.html?i=13-90>.

De risicocontouren van militaire vliegvelden worden niet openbaar gemaakt en zijn dus niet beschikbaar. Op de Risicokaart worden alleen die defensie-inrichtingen getoond waar buiten het hek beperkingen gelden aan het ruimtegebruik. Deze beperkingen gelden binnen bepaalde veiligheidszones: er mogen daarbinnen bijvoorbeeld geen woningen worden gebouwd of wegen aangelegd. Om elk terrein zijn drie zones (A, B en C) vastgesteld; hoe dichterbij het militaire terrein, hoe strenger de regels. Deze drie zones zijn op de Risicokaart weergegeven.

Gezondheidskundige beoordeling

Schiphol

Het externe veiligheidsbeleid voor Schiphol is in 2002 vastgelegd in de Wet luchtvaart (Wlv). De wet luchtvaart is een kaderwet. Er worden regels gegeven waarmee bij de besluitvorming over luchthavens rekening moet worden gehouden. Deze regels zijn verder uitgewerkt bij algemene maatregel van bestuur (AMvB).

Voor Schiphol zijn twee AMvB's, te weten het Luchthavenindelingbesluit (LIB) en het Luchthavenverkeerbesluit (LVB) Schiphol van belang.

In het Luchthavenindelingsbesluit wordt een aantal zones met bijbehorende grenswaarden onderscheiden, die gebaseerd zijn op Plaatsgebonden Risicocontouren. Het gebied binnen de Plaatsgebonden Risicocontour van 10^{-5} per jaar is de sloopzone. In de sloopzone geldt een bouwverbod voor woningen en bedrijven en moeten in deze zone gelegen woningen aan de woonfunctie onttrokken worden. Bewoners die binnen de sloopzone woonden ten tijde van inwerkingtreding van het Luchthavenindelingbesluit kunnen niet tegen hun wil tot beëindiging van de bewoning worden gedwongen.

Het beperkingengebied ligt binnen de PR-contour van 10^{-6} per jaar. In het beperkingengebied mag er geen nieuwbouw van woningen, kantoren en bedrijven plaatsvinden en is alleen de vestiging van kleinschalige (minder dan 22 arbeidsplaatsen) kantoren en logistieke bedrijven met een Verklaring van geen bezwaar toegestaan. Op die wijze wordt het Groepsrisico beperkt.

Er is geen grenswaarde voor het groepsrisico vastgesteld. Er is wel groepsrisicobeleid. In de zogenoemde Pronkbrief (VROM, 2001) heeft de toenmalige minister van VROM beschreven welke aanvullende afspraken over ruimtelijke maatregelen gemaakt zijn om het groepsrisico te beheersen. Dit heeft betrekking op nieuwe bedrijfslocaties waar veel mensen tegelijk verblijven binnen het gebied van de PR 10^{-7} -contour. Zo is er een maximale dichtheid van 150 arbeidsplaatsen per hectare gemiddeld voor bedrijvenlocaties waar in 2002 nieuwbouwplannen voor waren..

Burgerluchthavens

Het externe veiligheidsbeleid voor regionale en kleine burgerluchthavens en militaire luchthavens is in 2009 aangesloten op de voor Schiphol ontwikkelde systematiek door de Wet Regelgeving Burgerluchthavens en Militaire Luchthavens (RBLM) (Staatsblad, 2008) op te nemen in de Wet luchtvaart. De bijbehorende AMvB's, het Besluit burgerluchthavens en het Besluit militaire luchthavens, zijn in 2009 in werking getreden.

In de RBLM is bepaald dat de burgerluchthavens Groningen Airport Eelde, Lelystad Airport, Maastricht-Aachen Airport, Rotterdam-The Hague Airport en luchthaven Twente, als dit een doorstart maakt, van nationale betekenis zijn. Het Rijk is het bevoegd gezag voor deze luchthavens.

De taken en bevoegdheden voor de burgerluchthavens (luchthavens van regionale betekenis) Ameland, Budel, Drachten, Hilversum, Hoogeveen, Midden-Zeeland, Stadskanaal, Seppe, Teuge en Texel zijn van het Rijk overdragen aan de provincies. Ook een groot aantal kleine vliegvelden en helikopterlandingsplaatsen valt onder bevoegdheid van de provincie. Provincies hebben nu onder andere zeggenschap over grootte en ligging van luchthavens; opening en sluiting van luchthavens; normen voor veiligheid en geluid; regels over gebruik, vluchtuitvoering en openingstijden.

Het Besluit burgerluchthavens bepaalt, dat als de contour van het Plaatsgebonden Risico (PR) van 10^{-6} buiten het luchthavengebied valt, het Rijk of Provinciale Staten een luchthavenbesluit moet vaststellen voor deze luchthaven. Dit luchthavenbesluit moet in elk geval een 10^{-5} en 10^{-6} PR-contour bevatten. Op basis daarvan wordt een beperkingengebied vastgesteld: het gebied waar beperkingen gelden voor bestemming en gebruik van de grond.

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 van geen bezwaar door het bevoegde gezag is gegeven. Het Besluit burgerluchthavens omschrijft 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 Besluit burgerluchthavens wordt geen groepsrisiconorm voorgeschreven. Provincies hebben wel de mogelijkheid om verdergaand groepsrisicobeleid te voeren.

Er is op dit moment nog sprake van een overgangssituatie. Luchthavens opereren nog op basis van een aanwijzingsbesluit volgens de, oude, Luchtvaartwet. In januari 2012 stelde de provincie Drenthe het eerste luchthavenbesluit vast voor het vliegveld Hoogeveen.

Militaire luchthavens

De militaire luchthavens Deelen, Eindhoven, Gilze-Rijen, Den Helder (De Kooij), Leeuwarden, Volkel en Woensdrecht blijven onder verantwoordelijkheid van de minister van Defensie vallen.

Voor de militaire luchthavens, inclusief het burgermedegebruik, moet een luchthavenbesluit worden vastgesteld. De minister van Defensie is het bevoegd gezag. Dit is vastgelegd in de Wet luchtvaart. Het luchthavenbesluit wordt op voordracht van het Ministerie van Defensie gemaakt. Tot het luchthavenbesluit is vastgesteld, geldt het bestaande aanwijzingsbesluit op basis van de Luchtvaartwet.

GES-score

Voor de GES-scores wordt in principe aangesloten op de beoordeling van de externe veiligheid van bedrijven en transport. Er wordt uitgegaan van een MTR bij een Plaatsgebonden Risico van 10^{-6} . Dit PR krijgt dus een GES-score van 6. Voor Schiphol zijn in elk geval de PR-contouren van 10^{-5} , 10^{-6} en 10^{-7} bekend. Voor de overige luchthavens zijn in het algemeen alleen de 10^{-6} -risicocontouren bekend.

Er is geen grenswaarde of oriëntatiewaarde voor het groepsrisico. Voor Schiphol is er wel groepsrisicobeleid, maar dat is gebaseerd op dichtheden. Hierdoor is de toekenning van GES-score 6 aan een overschrijding van de oriëntatiewaarde van het groepsrisico achterwege gelaten.

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

P– Bodemverontreiniging¹²

De beleidsbrief Bodem uit 2003 heeft geleid tot een vernieuwing van de procedure 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, 2009).

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. Voor grond zijn er 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. Het Saneringscriterium omvat een systematiek waarmee kan worden bepaald of de verontreiniging van de bodem zorgt voor een zodanig risico voor mens, plant en dier, dat er spoedig moet worden gesaneerd. Indien op basis van het Saneringscriterium de bodem ongeschikt is voor de betreffende bodemfunctie noemt men de risico's onaanvaardbaar. Indien de risico's voor de mens onaanvaardbaar zijn is er sprake van een humane spoedlocatie. Humane spoedlocaties moeten voor 2015 gesaneerd zijn. Wanneer dat niet mogelijk is, moeten ten minste de risico's op deze locaties beheerst worden. Dit kan bijvoorbeeld door (kruip)ruimtes goed te ventileren of een verhardingslaag aan te brengen.

Het Saneringscriterium bestaat uit drie stappen. In stap 1 wordt vastgesteld of er op de locatie sprake is van een geval van ernstige verontreiniging (overschrijding Interventie-waarde). In stap 2 wordt voor het geval van ernstige verontreiniging door middel van een standaard risicobeoordeling vastgesteld of er bij het huidige en/of toekomstige gebruik sprake is van onaanvaardbare risico's voor de mens (humaan), voor het ecosysteem (ecologisch) of uit het oogpunt van verspreiding van verontreiniging. Indien de uitkomst is dat sprake is van onaanvaardbare risico's, dient de sanering met spoed uitgevoerd te worden of kan stap 3 worden uitgevoerd. Stap 3 betreft een locatiespecifieke risicobeoordeling, waarbij door aanvullende modelberekeningen of metingen risico's beter in beeld worden gebracht.

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.

¹² Gerelateerd aan dit onderwerp is de GGD Richtlijn Gezondheidsrisico Bodemverontreiniging verschenen met aanvullende informatie.

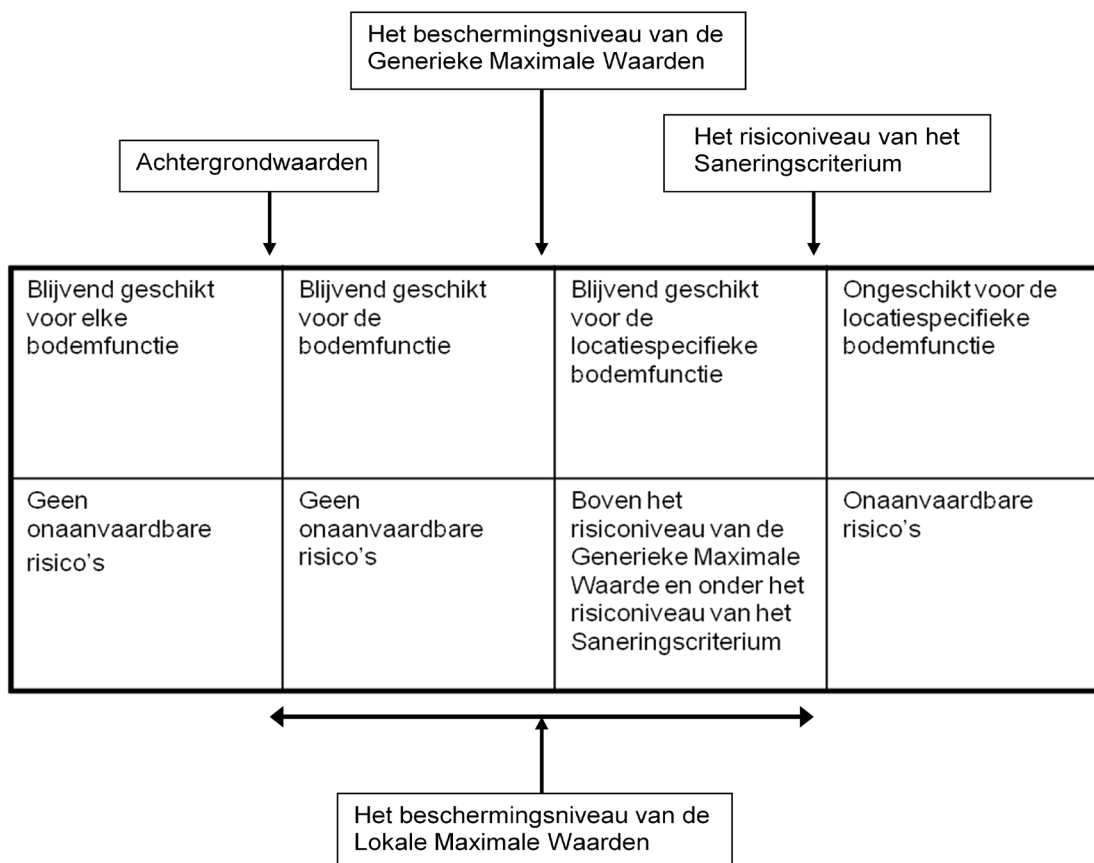
De Circulaire bodemsanering uit 2006 is per 1 juli 2008 gewijzigd en is in werking getreden vanaf 1 oktober 2008. Omdat de wijziging in de praktijk leidde tot een ongewenste toename van het aantal gevallen van ernstige bodemverontreiniging is er een nieuwe wijziging per 1 april 2009 doorgevoerd. De belangrijkste wijzigingen zijn:

- Aanpassing van de interventiewaarden van grond voor drins (som), DDE en DDT.
- Aanpassing van de interventiewaarde voor barium.
- De beoordeling van de humane risico's van lood.
- De beoordeling van spoed bij ecologie (stap 2).

De Circulaire bodemsanering regelt de wijze waarop de ernst, de spoedeisendheid en het saneringstijdstip van een geval van bodemverontreiniging kan worden vastgesteld. De wijzigingen in de Circulaire zijn dat het bodemsaneringsbeleid aansluit op het Besluit bodemkwaliteit en dat de streef- en interventiewaarden voor grond en grondwater zijn herzien.

Binnen de systematiek van het Saneringscriterium is de Interventiewaarde 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. Het Saneringscriterium houdt 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 (geldt voor grond, niet voor grondwater).



Er zijn twee beslismodellen ontwikkeld om de risico's van bodemverontreiniging te toetsen:

1. Risicotoolbox is een internetapplicatie die door het RIVM is ontwikkeld voor het berekenen van de risico's van de 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 voor de mens is de lokale blootstelling gedeeld door het toxicologische toetsingscriterium. Bij een Risico-index groter dan 1 is het niet uitgesloten dat het beoogde bodemgebruik tot humane risico's leidt. De risicotoolbox is te vinden op www.risicotoolboxbodem.nl.
2. Sanscrit is de internetapplicatie 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. Vaststelling van de ecologische- en verspreidingsrisico's verloopt deels via een kwalitatieve en deels kwantitatieve beoordeling. Sanscrit is vanaf oktober 2008 onderdeel 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). Met het CSOIL-model wordt de gemiddelde blootstelling van de mens (gedurende de kinderjaren, de volwassen jaren of levenslang) via alle mogelijke blootstellingsroutes gekwantificeerd. CSOIL2000 is op verzoek verkrijgbaar bij het RIVM. 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. Aangezien voor de GES-systematiek alleen humane risico's van belang zijn is CSOIL2000 gebruikt voor het koppelen van de bodemconcentraties aan GES-scores.

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 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 (inclusief siertuinen)	
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 kinderen 100 mg/dag 10% gewasconsumptie uit eigen tuin
2. Plaatsen waar kinderen spelen (inclusief siertuinen)	Bodemingestie kinderen 100 mg/dag
3. Moestuinen/volkstuinen* <ul style="list-style-type: none"> ▪ Veel gewasconsumptie ▪ Gemiddelde gewasconsumptie 	Bodemingestie kinderen 100 mg/dag <ul style="list-style-type: none"> ▪ 100% groenten en 50% aardappelen uit eigen tuin ▪ 50% groenten en 25% aardappelen uit eigen tuin
6. Groen met natuurwaarden (voor sport, recreatie en stadsparken)	Bodemingestie kinderen 20 mg/dag

* : Scenario waarin sprake is van een hogere totale gewasconsumptie door moestuin- en volkstuinhouders

Door 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 volkstuinten”.

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 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 eigen tuin onwaarschijnlijk.

Onder de bodemfunctie “moestuinen en volkstuinten” vallen uiteraard individuele moestuinten en volkstuinten, 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% aardappelen 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 moestuinten en volkstuinten (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% aardappelen). 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, evenals 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 gericht op een duurzame toepassing van diffuus verontreinigde grond en voor het vaststellen van terugsaneerwaarden na bodemsanering van 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. Ecologische- 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 (de interventiewaarde van) het Saneringscriterium.

Als eerste toetsingscriterium in GES geldt de Achtergrondwaarde (AW2000). Onder de Achtergrondwaarde wordt de bodem blijvend geschikt geacht 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 humaan-toxicologische onderbouwde risicogrens van de Maximale Waarde (HumToxMW) 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". Het tweede toetsingscriterium in GES, de HumToxMW, sluit aan bij de afleiding van Maximale Waarden conform het Besluit bodemkwaliteit en de wijze waarop het RIVM de humaan-toxicologische onderbouwde risicogrens van de Maximale Waarde voor de zeven bodemfuncties ten behoeve van de Landelijke Referentiewaarden heeft afgeleid (Dirven-van Breemen et al, 2007). Dit houdt in dat de Maximale Waarde van de humaan-toxicologische risicogrens verkregen wordt door van het MTR de achtergrondblootstelling (AB) van de specifieke stof af te trekken. In formule: $\text{HumToxMW} = \text{MTR} - \text{AB}$. In het algemeen wordt de achtergrondblootstelling veroorzaakt door de consumptie van voedsel. Het MTR en de AB 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 (VROM/NoBo, 2008). Dit geldt onder andere voor lood en zink. In de GGD Richtlijn Gezondheidsrisico Bodemverontreiniging is de achtergrondblootstelling van lood, zoals deze is gerapporteerd in Baars et al., beoordeeld en bijgesteld van $2 \mu\text{g}/\text{kg}$ lichaamsgewicht/dag naar $0,84 \mu\text{g}/\text{kg}$ lichaamsgewicht/dag in verband met een overschatting veroorzaakt door een dubbel-telling van de achtergrondblootstelling van lood via drinkwater¹³. In GES wordt hierbij aangesloten. Voor carcinogene stoffen zonder drempelwaarde is gekozen voor een toetsing aan het Verwaarloosbare Risico (VR), dat wil zeggen dat getoetst wordt op de kans van een extra geval van kanker bij levenslange blootstelling van 1 op 1.000.000 (10^{-6}). 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 zonder aftrek van de achtergrondblootstelling (AB) van de specifieke stof. Voor carcinogenen zonder drempelwaarde wordt getoetst aan het Maximaal Toelaatbare Risico (MTR). Dat wil zeggen dat getoetst wordt op de kans van een extra geval van kanker bij levenslange blootstelling van 1 op 10.000 (10^{-4}).

¹³ Voor aanvullende informatie zie GGD Richtlijn Gezondheidsrisico Bodemverontreiniging.

Het toetsingskader van GES voor niet-vluchtige verbindingen is in onderstaande tabel samengevat.

Toetsingscriterium grond	Toetsingswaarde	Omschrijving
Achtergrondwaarde	AW2000	Blijvend geschikt voor alle bodemfuncties
Humaan-toxicologische Maximale Waarde (HumToxMW)	Niet-carcinogenen: Maximaal Toelaatbare Risico minus de achtergrondblootstelling (MTR minus AB) Carcinogenen: kans 1 op 1.000.000 (VR)	Blijvend geschikt voor de locatiespecifieke bodemfunctie
Humaan-toxicologische Saneringscriterium (HumToxSanscrit)	Niet-carcinogenen: Maximaal Toelaatbare Risico Carcinogenen: kans 1 op 10.000 (MTR)	Ongeschikt voor de locatiespecifieke bodemfunctie

Vluchtige stoffen

Het Besluit bodemkwaliteit is niet van toepassing op vluchtige stoffen. Daarom zijn er geen Achtergrondwaarden en Maximale Waarden afgeleid voor vluchtige stoffen. Bij toetsing in het kader van 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 onacceptabele gezondheidseffecten bij de mens leidt. De TCL heeft dezelfde betekenis als het MTR.

Als eerste toetsingscriterium in GES geldt de streefwaarde van de vluchtige stoffen in grondwater. Hoewel de streefwaarden een ecologisch onderbouwing hebben wordt de streefwaarde gezien als een concentratieniveau waarbij geen humane risico's te verwachten zijn. De streefwaarden voor grondwater 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 is gekozen voor de afleiding van een humaan-toxicologische onderbouwde risicogrens 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 achtergrondconcentratie van de binnenlucht (AC_{lucht}). De TCL van de vluchtige verbindingen zijn afgeleid door het RIVM (Baars et al, 2001). De TCL van cis-1,2-dichlooretheen is recentelijk herzien (Tiesjema & Baars, 2009). Indien er geen achtergrondblootstelling bekend is wordt 50% van de TCL als toetsing gebruikt. Voor carcinogene stoffen zonder drempelwaarde is gekozen voor een toetsing aan het Verwaarloosbare Risico (VR), dat wil zeggen dat getoetst wordt op de kans van een extra geval van kanker bij levenslange blootstelling van 1 op 1.000.000 (10^{-6}). 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 zonder aftrek van de achtergrondconcentratie in de binnenlucht (AC_{lucht}) van de specifieke stof. Voor carcinogenen zonder drempelwaarde wordt getoetst aan de kans op een extra geval van kanker bij levenslange blootstelling van 1 op 10.000 (10^{-4}).

Het toetsingskader van GES voor vluchtige verbindingen is in onderstaande tabel samengevat.

Toetsingscriterium grondwater	Toetsingswaarde	Omschrijving
Streefwaarde	Streefwaarde grondwater Circulaire bodemsanering 2008	Blijvend geschikt voor alle bodemfuncties
Humaan-toxicologische Maximale Waarde (HumToxMW)	Niet-carcinogenen: Maximaal Toelaatbare Concentratie Lucht minus de achtergrondconcentratie binnenlucht (TCL minus AC_{lucht}) Carcinogenen: kans 1 op 1.000.000 (VR)	Blijvend geschikt voor de locatiespecifieke bodemfunctie
Humaan-toxicologische Saneringscriterium (HumToxSanscrit)	Niet-carcinogenen: Maximaal Toelaatbare Concentratie Lucht Carcinogenen: kans 1 op 10.000	Ongeschikt voor de locatiespecifieke bodemfunctie

Bodemverontreinigende stoffen en MTR

Bij bodemverontreiniging kan het gaan om een groot scala aan stoffen, onderverdeeld in de stofgroepen metalen, anorganische verbindingen, aromatische verbindingen, polycyclische aromatische koolwaterstoffen, gechloroerde 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 achtergrondblootstelling (AB). Voor metalen waarbij de Maximale Waarde is gebaseerd op 50% van het MTR is ook deze toetsingswaarde gegeven. Dit laatste is alleen het geval voor zink. Er zijn geen carcinogenen zonder drempelwaarde onder de metalen waardoor er geen toetsing plaatsvindt aan het MTR/100. Arseen (As wordt beoordeeld als een stof met drempelwaarde). Alle waarden zijn gegeven in μg per kg lichaamsgewicht per dag. De onderstreepte waarden zijn de in GES gebruikte toetsingsconcentraties.

Stof	MTR ($\mu\text{g}/\text{kg}$ lg/dag)	AB* ($\mu\text{g}/\text{kg}$ lg/dag)	MTR – AB** ($\mu\text{g}/\text{kg}$ lg/dag)	50% MTR ($\mu\text{g}/\text{kg}$ lg/dag)
Arseen (As)	<u>1,0</u>	0,3	<u>0,7</u>	-
Cadmium (Cd)	<u>0,50</u>	0,22	<u>0,28</u>	-
Koper (Cu)	<u>140</u>	30	<u>110</u>	-
Lood (Pb)	<u>3,6</u>	0,84	<u>2,76</u>	-
Zink (Zn)	<u>500</u>	(300)	(200)	<u>250</u>

* : AB = Achtergrondblootstelling

** : MTR – AB = MTR minus achtergrondblootstelling

Voor de toekomstige beoordeling van de humane risico's van bodemverontreiniging met lood zijn er in 2012 en 2013 mogelijk drie ontwikkelingen die van invloed zijn:

- In een recent onderzoek uitgevoerd door RIVM en Alterra (Otte e.a., nog niet gepubliceerd) zijn beter onderbouwde BCF (bioconcentratiefactoren) voor lood in voedingsgewassen afgeleid. Indien de nieuwe BCF voor lood wordt geïmplementeerd in de rekenmodellen dan zal dat leiden tot minder (berekende) opname van lood in voedingsgewassen. Dit betekent dat er voor bodemfuncties waarbij sprake is van blootstelling via gewasconsumptie hogere (minder strenge) humane risicogrenzen zouden kunnen worden gehanteerd.
- In een internationaal advies van de European Food Safety Authority (EFSA, 2010) wordt aangegeven dat er geen veilige waarde is voor de blootstelling aan lood. Dit betekent dat ook bij een geringe blootstelling aan lood een negatief gezondheidseffect niet meer kan worden uitgesloten. Er zal een beleidsmatige keuze moeten worden gemaakt waar de grens ligt voor een onaanvaardbaar effect. Het is de verwachting dat hierdoor de humane risicogrenzen voor lood strenger worden.

- Er wordt gestreefd naar een validatie-onderzoek met biggen naar de humane biobeschikbaarheid van lood. De verwachting is dat er na de uitvoering van dit onderzoek meer zekerheid is over de daadwerkelijke te hanteren humane biobeschikbaarheidsfactoren voor lood.

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 achtergrondblootstelling (AB) 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. De onderstreepte waarden zijn de in GES gebruikte toetsingsconcentraties.

Stof	MTR (µg/kg lg/dag)	AB* (µg/kg lg/dag)	MTR – AB** (µg/kg lg/dag)	MTR/100 (µg/kg lg/dag)
B(a)P	<u>0,5</u>	< 0,01	(0,5)	<u>0,005</u>
Som-PAK	-	0,24	-	-

* : AB = Achtergrondblootstelling

** : MTR – AB = MTR minus achtergrondblootstelling

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 gezondheidsrisico bij inhalatie. 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 de achtergrondconcentratie van de binnenlucht (AC_{lucht}). De achtergrondconcentratie van de vluchtige verbindingen in de binnenlucht van 60 woningen is gemeten in een onderzoek door het RIVM (Hall et al., 2009). Hieruit blijkt dat de achtergrondconcentratie in de binnenlucht een sterke seizoensfluctuatie kent. Daarnaast is de spreiding per seizoen voor sommige componenten groot. De gemeten concentraties in de binnenlucht zijn niet hoog. Voor het tweede toetsingscriterium in GES, toetsing aan de Hum-ToxMW, zou de achtergrondconcentratie in de binnenlucht (AC_{lucht}) van de TCL afgetrokken moeten worden om de gezondheidskundige toetsingswaarde te verkrijgen. Door de lage gemeten achtergrondconcentratie leidt dit echter tot een gezondheidskundige toetsingswaarde die nauwelijks verschilt van de TCL.

Om voor vluchtige verbindingen een onderscheid te maken tussen het niveau van de humaan-toxicologisch onderbouwde risicogrens van de maximale waarde en het saneringscriterium is als gezondheidskundige toetsingswaarde voor de HumToxMW gekozen voor 50% van de TCL.

Voor carcinogenen is de TCL/100 gegeven. De waarden in de tabel zijn gegeven in $\mu\text{g}/\text{m}^3$. De AC_{lucht} (concentratie tussen haakjes) is de gemiddelde meetwaarde van de wintermetingen uit het RIVM onderzoek van 2009. De onderstreepte waarden zijn de in GES gebruikte toetsingsconcentraties.

Vluchtige aroma- ten	TCL ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	$\text{AC}_{\text{lucht}}^*$ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	$\text{TCL} - \text{AC}_{\text{lucht}}^{**}$ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	50% TCL ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	TCL/100 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Benzeen	<u>20</u>	(2,2)	(17,8)	(10)	<u>0,02</u>
Tolueen	<u>400</u>	(10,1)	(389,9)	<u>200</u>	-
Ethylbenzeen	<u>770</u>	(1,1)	(768,9)	<u>385</u>	-
Xylenen	<u>870</u>	(4,5)	(865,5)	<u>435</u>	-
Vluchtige gechlo- reerde verbindin- gen	TCL ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	$\text{AC}_{\text{lucht}}^*$ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	$\text{TCL} - \text{AC}_{\text{lucht}}^*$ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	50% TCL ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	TCL/100 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Tetrachlooretheen	<u>250</u>	(0,2)	(250)	<u>125</u>	-
Trichlooretheen	<u>200</u>	(0,8)	(200)	<u>100</u>	-
Cis-1,2- dichlooretheen	<u>60</u>	-	-	<u>30</u>	-

* : AC_{lucht} = Achtergrondblootstelling in binnenlucht

** : $\text{TCL} - \text{AC}_{\text{lucht}}$ = TCL minus achtergrondblootstelling in binnenlucht

CSOIL2000 (Sanscrit) voor afleiden grond(water)waarden

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 de representatieve grondconcentratie (0 – 0,5 m-mv) gebruikt die voorkomt 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 een representatieve concentratie van de in de tuinen gemeten grondconcentraties als invoer gebruikt en niet van de gemeten grondconcentraties in de groenstrook voor de woning.

De keuze van de te gebruiken invoerwaarde is afhankelijk van het doel dat wordt beoogd. Er kan ook gekozen worden voor het rekenkundig gemiddelde, de mediaan of een percentielwaarde. Percentielwaarden (waaronder ook de mediane waarde = 50-percentielwaarde valt) 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 de 95-percentielwaarde van de bodemconcentraties het Saneringscriterium niet mag overschrijden. Om dit te toetsen is de Sanscrit toets ontwikkeld (Otte & Winteren, 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.

▪ Bodemeigenschappen

In een zandgrond is de verontreiniging in het algemeen beter beschikbaar voor gewassen, waardoor een hogere blootstelling via gewasingestie kan ontstaan. Een kleigrond 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 (VROM, 2007) is de bodemtypecorrectie beschreven. In GES wordt dezelfde wijze van bodemtypecorrectie voor metalen en organische verbindingen gevolgd. De pH van de bodem is van grote invloed op de opname van metalen in de gewassen. Een lage pH bevordert de metaalopname.

De pH maakt echter geen deel uit van de bodemtypecorrectie vanwege de vergankelijkheid van deze parameter (verandert in het tijdbestek van enkele jaren). De bodemtypecorrectie moet daarom worden gezien als een globale benadering van de werkelijkheid.

Voor de bodemeigenschappen organisch stof (OS) en lutum (L) wordt een gehalte gekozen dat representatief is voor het gebied (b.v. tuinen).

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 berekening uit te voeren bij verschillende organisch stofgehalten. Het organisch stofgehalte wordt uitsluitend gebruikt voor de omrekening van concentraties in de grond naar concentraties in grondwater. Indien gebruik gemaakt wordt van de voor de standaardbodem berekende normwaarden dient een bodemtypecorrectie toegepast te worden.

Om de bodemtypecorrectie voor gebruikers van GES te vergemakkelijken is een eenvoudig Excel rekenblad gemaakt dat samen met het Handboek GES Gezondheid en milieu in ruimtelijke planvorming via de website van GGD Nederland (www.ggd Kennisnet.nl/thema/ges) en de Rijksoverheid (www.rijksoverheid.nl; zoekterm GES) te verkrijgen is.

- 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. Voor lood wordt de defaultwaarde voor relatieve biobeschikbaarheid aangehouden van 0,74.

In het geval van *vluchtige verbindingen in grondwater* wordt CSOIL2000 gebruikt om de HumToxMW 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 vooral 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 voorhanden 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.

Gezondheidkundige 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 ge-chloreerde 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 toxiciteitequivalenten 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, 2007).

Tabel metalen. Achtergrondwaarden, HumToxMW en HumToxSanscrit voor de standaardbodem in mg/kg d.s.

Stof	AW 2000	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	432	562	97	166	2624	614	796	139	237	3622
Cd	0,6	24,7	227	1,9	3,8	1101	44,2	405	3,4	6,8	1965
Cu	40	6901	23611	792	1532	29897	8295	25020	1001	1925	30300
Pb	50	410	558	107	180	2754	534	727	140	235	3592
Zn	140	25517	202594	1842	3651	982689	51033	405188	3685	7303	1965377

Tabel PAK. Achtergrondwaarden, HumToxMW en HumToxSanscrit voor de standaardbodem in mg/kg d.s.

Stof	AW 2000	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	77	153

** 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
Cgw<SW	0	geen gezondheidsrisico
AW<Cg<HumToxMW	2	wel bodemverontreiniging
SW<Cgw<HumToxMW	2	gezondheidsrisico onwaarschijnlijk
HumToxMW<Cg<HumToxSanscrit	4	wel bodemverontreiniging
HumToxMW<Cgw<HumToxSanscrit	4	gezondheidsrisico mogelijk
Cg>HumToxSanscrit	6	overschrijding maximaal toelaatbaar risico
Cgw>HumToxSanscrit	6	gezondheidsrisico waarschijnlijk

*: Cg = concentratie in grond; Cgw = concentratie in grondwater

Q – Bovengrondse hoogspanningslijnen en elektromagnetische velden¹⁴

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 exact bekend hoe groot de blootstelling in woningen in Nederland is ten gevolge van de elektrische apparatuur. Uit indicatieve metingen die zijn uitgevoerd door het RIVM eind 2008 – begin 2009 in negen woningen, die meer dan 200 m van een hoogspanningslijn of meer dan 10 m van een transformatorhuisje lagen, blijkt dat het magnetische veld in de woningen gemiddeld 0,06 μT (range: 0,01-0,1 μT) bedraagt (Dusseldorp, 2009). Dit komt overeen met de waarden die in de buitenlandse literatuur worden gerapporteerd. Voor GES zijn echter alleen bronnen buiten de woning van belang.

Bovengrondse hoogspanningslijnen

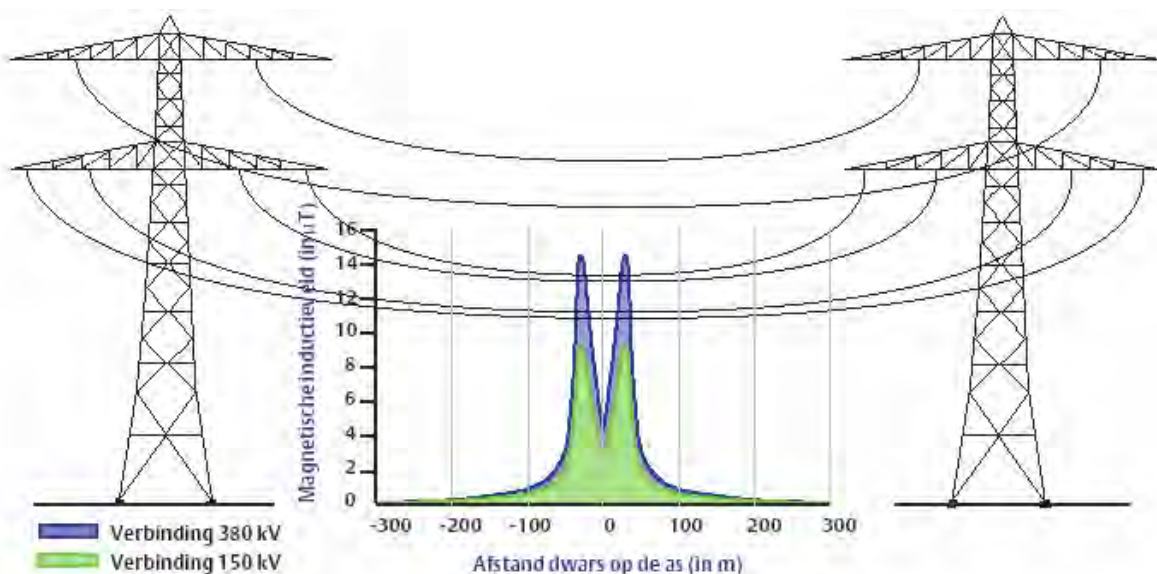
De sterkte van het magnetische veld rond een hoogspanningslijn is afhankelijk van vele factoren. Enkele belangrijke factoren zijn:

- 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.

¹⁴ 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.



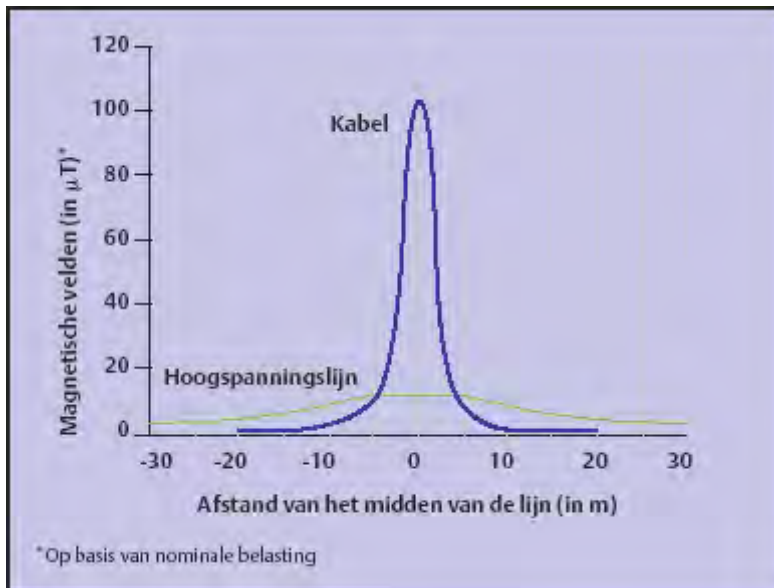
Bron: Brochure elektrische en magnetische velden, TenneT, 2004.

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 hoogspannings- lijn	Percentiel- waarden 0,2 μT			Percentiel- waarden 0,3 μT			Percentiel- waarden 0,4 μT			Percentiel- waarden 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 hoogspanningskabels

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. Een illustratie is gegeven in de figuur.



Bron: Brochure elektrische en magnetische velden, TenneT, 2004.

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. Indicatieve metingen van het RIVM aan vier ondergrondse 150 kV-kabels laten zien dat de afstand waarop de waarde van 0,4 μT wordt bereikt varieert van enkele meters tot enkele tientallen meters (Dusseldorp, 2009).

Transformatorhuisjes

Er zijn in Nederland meetgegevens voorhanden van de magnetische veldsterkte rondom transformatorhuisjes (Van den Berg, 2002). 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.

Ook het RIVM heeft indicatieve metingen uitgevoerd van de magnetische veldsterkte in de buurt van zes transformatorhuisjes (Dusseldorp, 2009). Uit deze metingen blijkt dat het magnetische veld van de transformatorhuisjes direct tegen de muur maximaal 1,5 tot 40 μT bedraagt. De 0,4 μT -contour ligt op 1,4 tot 4 meter afstand.

Mogelijke maatregelen ter verkleining van de zonebreedte (0,4 μ T-contour) van hoogspanningslijnen
 Er zijn verschillende mogelijkheden om de zonebreedte van de 0,4 μ T-contour te verkleinen (Stuurman & van Wolven, 2002). De maatregelen zijn technisch haalbaar, maar de kosten (per kilometer hoogspanningslijn) van de maatregelen met een hoog rendement zijn hoog. De volgende maatregelen zijn mogelijk:

Maatregelen	Reductie
Optimaliseren van de klokgetallen	35 – 60%
Fasesplitsing (alleen bij driehoeksconfiguraties)	60%
Verplaatsing en nieuwbouw hoogspanningslijn in combinatie met optimaliseren klokgetallen	50 – 70%
Ondergronds verkabelen*	85 – 90%

* : Ondergronds verkabelen kan vlak boven de kabel leiden tot een hogere magnetische veldsterkte dan direct onder een hoogspanningslijn

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 μ T (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 μ T 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).

In een Zwitsers onderzoek uit 2008 is geconcludeerd dat mensen die langer dan 10 jaar binnen 50 meter van een bovengrondse hoogspanningslijn woonden een hogere kans hadden om te overlijden aan de ziekte van Alzheimer. De Gezondheidsraad is van mening dat naar aanleiding van deze bevinding nader onderzoek gewenst is, maar kan op basis van dit enkele onderzoek geen conclusies trekken over een mogelijk verband tussen het overlijden aan de ziekte van Alzheimer en wonen dicht bij hoogspanningslijnen (GR, 2009).

Aansluitend op de doelstellingen in het NMP4, waarin ten aanzien van hoogspanningslijnen een beperkt voorzorgprincipe wordt voorgestaan, heeft de Staatssecretaris van I&M 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 I&M 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). Naar aanleiding van vragen van gemeenten, provincies en TenneT over de consequenties van het I&M beleid voor bestemmingsplannen heeft het Ministerie van I&M in 2008 een verduidelijking gegeven van het advies met betrekking tot hoogspanningslijnen (VROM, 2008). In de brief worden o.a. begrippen als gevoelige bestemming, langdurig verblijf en voorzorgprincipe nader uitgelegd.

Met behulp van de internetsite

<http://www.rivm.nl/Onderwerpen/Onderwerpen/H/Hoogspanningslijnen/Netkaart> kan via de *Netkaart* opgezocht worden hoe breed de *indicatieve magneetveldzone* (van 0,4 μ T) 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 μ T) te berekenen conform de handreiking die door het RIVM is opgesteld. 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 μ T) 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 - 4 meter van het huisje) al zo laag is dat geen gezondheidsrisico's worden verwacht. Bovendien is er geen associatie tussen deze bronnen en gezondheidsrisico's.

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:

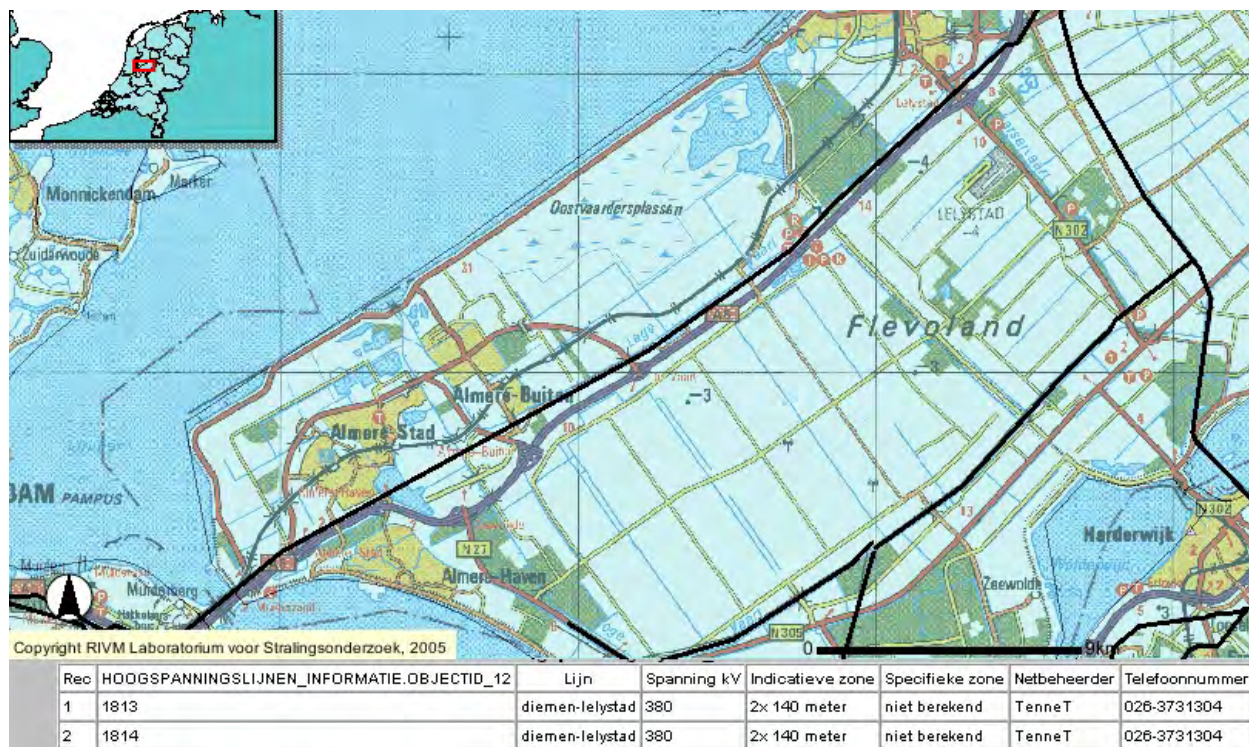
Magnetische veldsterkte (μT)	GES-score
<0,2	0
0,2 - 0,3	2
0,3 - 0,4	4
>0,4	6

De breedte van de indicatieve zone van 0,4 μT kan worden afgelezen van de Netkaart. 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 μT) van de 380 kV hoogspanningslijn Diemen – Lelystad 2x140 meter.



De afstand van de hartlijn tot de grens van de 0,4 μT zone is dus 140 m (A). Uitgaande van de tabel ligt de 0,3 μT zone op 160 m (A + 20) van de hartlijn en de 0,2 μT 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 μT 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 μT , 0,3 μT en 0,4 μT uitgevoerd worden. Dit kan overwogen worden in de gevallen dat de dichtstbijzijnde bebouwing binnen de indicatieve zone van 0,4 μT 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. De actuele, geldige versie van de handreiking is te vinden op: www.rivm.nl/milieuportaal/dossier/hoogspanningslijnen/zonering/ onder Downloads rechts onderaan de webpagina.

4. Literatuur en bronverwijzing

Algemeen (alle aspecten)

- Alphen, T. van, L. den broeder & I. Storm (2008) – Meer aandacht voor gezondheid in milieueffect-rapportage (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.
- Naeff, G. (2010) – Het gebruik van GES. Verslag van een onderzoek naar het gebruik van het instrument Gezondheidseffectscreening. Naeff Consult, Schalkhaar.
- 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.
- Beijk, J. et al. (2011) - Monitoringsrapportage NSL; Stand van zaken Nationaal Samenwerkingsprogramma Luchtkwaliteit 2011. RIVM Rapport 680712003/2011.
- 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.
- Cleef, B. A. van et al., (2010) - Prevalence of livestock-associated MRSA in communities with high pig-densities in The Netherlands. *PLoS One*. 2010 Feb 25;5(2):e9385. 27.
- CROW. Maatregelen voor een schonere lucht. Publicatie 218b. ISBN: 90 6628 468 4. 2005.
- Dierikx, C. M. et al. (2010) - Prevalence of extended-spectrum-beta-lactamase producing E.coli isolates on broiler farms in the Netherlands. Abstract NVMM 2010.
- 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.
- Dusseldorp, A. et al. (2008) - Intensieve veehouderij en gezondheid. RIVM briefrapport 609330005. RIVM briefrapport, 2008.
- 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 basisstations, 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 (2005)– 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.
- Fleuren, R.H.L.J., P.J.C.M. Janssen & L.R.M. de Poorter (2009) – Environmental risk limits for twelve volatile aliphatic hydrocarbons. An update considering human-toxicological data. Rapportnr. 601782013. RIVM, Bilthoven.
- Gehring, U. et al (2010) - Traffic-related Air Pollution and the Development of Asthma and Allergies during the First 8 Years of Life. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 2010; 181(6):596-603.
- Gezondheidsraad (2008) – Gevoelige bestemmingen luchtkwaliteit. Rapportnr. 2008/09. Gezondheidsraad, Den Haag.
- Gezondheidsraad (2010) – Endotoxins; Health-based recommended occupational exposure limit. Gezondheidsraad, No. 2010/04OSH, The Hague, July 15, 2010 Denier van der Gon, H. & J. Hulskotte (2010) - Methodologies for estimating shipping emissions in the Netherlands. A documentation of currently used emission factors and related activity data. Report 500099012. PBL, Bilthoven.
- Heederik, D.J.J. en C.J. IJzermans (2011) - Mogelijke effecten van intensieve-veehouderij op de gezondheid van omwonenden: onderzoek naar potentiële blootstelling en gezondheidsproblemen. IRAS Universiteit Utrecht, NIVEL en RIVM, 7 juni 2011.
- 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.
- IenM (2011) - Aanpak van fijn stof bij veehouderijen. Ministerie van Infrastructuur en Milieu.
- IenM (2011) - Voortgang beleid t.a.v. Prioritaire Stoffen in Nederland. Brief aan de TK dd 29 juni 2011, Kenmerk RB/2011048246. Ministerie van IenM, Den Haag.
- Infomil (2007) – Handleiding web-based CAR versie 7.0.
- Janssen, N.A.H., B. Brunekreef & G. Hoek (2002) – Verkeersgerelateerde luchtverontreiniging en gezondheid – een kennisoverzicht. IRAS, Utrecht.
- Janssen NA, Hoek G, Simic-Lawson M, Fischer P, van Bree L, ten Brink H, et al. (2011) Black Carbon as an Additional Indicator of the Adverse Health Effects of Airborne Particles Compared with PM₁₀ and PM_{2.5}. *Environ Health Perspect* 119:1691-1699. <http://dx.doi.org/10.1289/ehp.1003369>.
- Janssen NA, Hoek G. (2011a) Wetenschappelijk kennis gezondheidseffecten van de roetfractie in fijn stof. Nationale conferentie. 5 oktober 2011. <http://www.dcmr.nl/nl/adviesbeleid/lucht/nationaleconferentie/index.html>
- Jong, F.W.M. de & P.J.C.M. Janssen (2010) - Luchtnormen geordend (Road-map Normstelling). RIVM rapport 601782026. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.
- Jong, F.W.M. de & P.J.C.M. Janssen (2011) - Luchtnormen voor 31 prioritaire stoffen (Road-map Normstelling). RIVM rapport 601357003. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.
- Keuken, M.P. et al. (2005) – Luchtkwaliteit in relatie tot scheepvaart. TNO-rapport B&O-A R2005/085. 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.
- Knol, A. et al. (2009) – Interpretatie van vroegtijdige sterfte door luchtverontreiniging. Milieu nr. 1, 2009.
- Kornalijnslijper, J.E., J.C. Rahamat-Langendoen en Y.T.H.P. van Duynhoven (2008) - Volksgezondheidsaspecten van veehouderijmegebedrijven in Nederland zoönosen en antibioticumresistentie. RIVM briefrapportnr. 215011002.

- Matthijssen, J., Koelemeijer, R.B.A. (2010) Beleidsgericht onderzoeksprogramma fijn stof. Resultaten op hoofdlijnen en beleidsconsequenties, Rapport 500099013, Planbureau voor de Leefomgeving, Bilthoven/Den Haag.
- Matthijssen, J., Ten Brink, H.M. (2007) PM_{2,5} in the Netherlands. Consequences of the new European air quality standards, Rapport 500099001, Milieu- en Natuurplanbureau, Bilthoven.
<http://www.dcmr.nl/nl/adviesbeleid/lucht/nationaleconferentie/index.html>.
- Melse, R.W. et al. (2011a) – Monitoringsprogramma experimentele gecombineerde luchtwassers op veehouderijbedrijven. Wageningen UR Livestock Research, Rapport 380, 2011.
- Melse, J. et al. (2011b) – Maatregelen ter vermindering van fijnstofemissies uit pluimveehouderij; validatie van een luchtwassysteem met water als wasvloeistof bij twee pluimveebedrijven. Wageningen UR Livestock Research, Rapport 502, 2011.
- MNP (2005) – Fijn stof nader bekeken. Rapportnr. 500037008. MNP, Bilthoven.
- Mosquera, J. et al., (2011a) – Fijnstofemissies uit stallen: luchtwassers. Wageningen UR Livestock Research, Rapport 295, 2011.
- 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.
- Nijdam, R. en A. S. G. van Dam (2011) – Informatieblad Intensieve Veehouderij en Gezondheid; Update 2011. GGD Nederland.
- Poorter, L.R.M. de, E.A. Hogendoorn & R.J.Luit (2011) - Criteria voor zeer zorgwekkende stoffen. RIVM Briefrapport 601357004. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.
- Pope, C.A. et al. (2009) – Fine-Particulate Air Pollution and Life Expectancy in the United States. New England Journal of Medicine 2009; 360(4): 376-386.
- Pul, W.A.J. van, F.J. Sauter & D. Mooibroek (2006) – Een vergelijking van modellen voor de atmosferische verspreiding van verkeersemisies. Rapportnr. 680600001. RIVM, Bilthoven.
- RWS Zuid-Holland (2005) – Verkeers- en vervoersgegevens hoofdvaarwegennet Zuid-Holland 2004. Rijkswaterstaat Zuid-Holland, Rotterdam.
- Tiesjema, B. & A.W. Baars (2009) – Re-evaluation of some human-toxicological Maximum Permissible Risk levels earlier evaluated in the period 1991-2001. Rapportnr. 711701092. RIVM, Bilthoven.
- Thijsse, 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.
- TNO (2007) - rapport AR0820-B: Bijlagen bij Pluim Vaarweg Luchtkwaliteit berekeningen.
- TNO (2008) - rapport U-R0962/B: Luchtkwaliteitsonderzoek Amsterdam-Rijnkanaal. Voor de jaren 2007, 2010, 2015 en 2020.
- 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 betekende mate (NIBM) Stb. 2007, 440.
- 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.
- V&W (2008) – Scheepvaartinformatie Hoofdvaarwegen Editie 2008. Rijkswaterstaat Dienst Verkeer en Scheepvaart (DVS).
- Zee, S.C. van der, et al. (2008) - GGD Richtlijn luchtkwaliteit en gezondheid. RIVM rapportnr. 609330008. RIVM, Bilthoven.
- Zee, S. van der, Wessling J, Beijck R. (2011) Milieuzone in Amsterdam. Invloed van de milieuzone vrachtverkeer op roetconcentratie en gezondheid - een voorbeeld op basis van berekeningen. Nationale conferentie. 5 oktober 2011.

Stank

- Bulsing, P. (2009) – The link between odors and illness; How health cognitions affect odor perception. Proefschrift, 11 september 2009, Universiteit Utrecht.
- 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.
- Milan, B., H. van Belois en S. Veenstra (2009) – Regio Rijnmond zet geurhinder op de kaart. *Milieu*, 2009-4, jaargang 15, 2009.
- Mosquera, J. et al. (2011) – Fijnstofemissies uit stallen: luchtwassers. Wageningen UR Livestock Research, Rapport 295, 2011.
- PRA (2001) – Geurhinderonderzoek stallen intensieve veehouderij.
- PRA Odournet (2007) – Relatie tussen geurimmissie en geurhinder in de intensieve veehouderij. VROM 07A3.
- RIVM (2005) - Evaluatie Schipholbeleid; Schiphol beleefd door omwonenden. Ministerie van Verkeer en Waterstaat.
- 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. *Staatscourant*. 2006, 246; laatstelijk gewijzigd bij ministeriële regeling van 9 juli 2007 (*Stcrt.* 2007, 136), van 31 maart 2009 (*Stcrt.* 2009, 70), van 29 juni 2010 (*Stcrt.* 2010, 998) en 18 oktober 2011 (*Stcrt.* 2011, 18729).

Geluid

- Agenstschap NL, Infomil (2010) – <http://www.infomil.nl/onderwerpen/hinder-gezondheid/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).
- Breugelmans, O.R.P. et al. (2004) - Gezondheid en beleving van de omgevingskwaliteit in de regio Schiphol: 2002; Tussenrapportage Monitoring Gezondheidskundige Evaluatie Schiphol, RIVM rapport 630100001/2004.
- CROW (2009) – Website over verkeerslawaaai en de bestrijding er van: www.stillerverkeer.nl. Initiatief van het ministerie van VROM, Rijkswaterstaat en CROW (het nationale kennisplatform voor infrastructuur, verkeer, vervoer en openbare ruimte).
- Defensie (2009) – Besluit Militaire luchthavens. Ministerie van Defensie, 2009.
- DHV (2004) – Geluidseffecten scheepvaartlawaaai. DHV, Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Adviesdienst Verkeer en Vervoer, PV.W3629. R01.
- EBD Noise (2011) – Burden of disease from environmental noise; quantification of healthy life years lost in Europe. WHO, Regional Office for Europe, Bonn, 2011.
- EEA (2010) – Good practice guide on noise exposure and potential health effects. European Environment Agency, EEA Technical report, No 11/2010, Copenhagen.
- 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.
- Houthuijs, D. J. M. en C. M. A. G. van Wiechen (redactie) (2006) – Monitoring van gezondheid en beleving rondom de luchthaven Schiphol. Rapportnr. 630100003. RIVM, Bilthoven.
- IenM (2011) – Handreiking omgevingslawaai 2011. Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2011.
- Janssen, S. A., H. Vos en A. R. Eisses (2008) – Hinder door geluid van windturbines; Dosis-effectrelaties op basis van Nederlandse en Zweedse gegevens. TNO-rapport 2008-D-R1051/B.
- 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.
- Kempen, E. E. M. van & D. J. M. Houthuijs (2008) – Omvang van de effecten op gezondheid en welbevinden in de Nederlandse bevolking door geluid van weg- en railverkeer. Rapportnr. 630180001. RIVM, Bilthoven.
- 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.
- MNP (2010) – Het milieu rond Schiphol 1990 – 2010; Feiten & cijfers. EC (2002) - Position paper on dose response relationships between transportation noise and annoyance.
- Nieuwegein (2010) – Indicatieve geluidbelastingen scheepvaartlawaai. Website gemeente Nieuwegein, <http://www.nieuwegein.nl/infotype/webpage/view.asp?objectID=13281>, geraadpleegd 2012.
- 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.
- Senter Novem (2009) – Portal <http://www.windenergie.nl>.
- Staatsblad (2008) – Regelgeving burgerluchthavens en militaire luchthavens. Wet van 18 december 2008, Staatsblad der Nederlanden, nr. 561, 2008.
- 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.
- Utrecht (2008) – Geluidemissie van schepen. Brief van wethouder de Weger aan de Commissie Verkeer & Beheer, kenmerk 08.021472, 25 januari 2008.
- Verheijen, E. et al. (2009) - Evaluatie nieuwe normstelling windturbinegeluid. Rapportnr. 680300007. RIVM, Bilthoven.
- Verheijen, E. en J. Jabben (2011) – Sanering windturbinegeluid; Een indicatieve raming van kosten. RIVM Briefrapport 680375001/2011.
- 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.
- VenW (2002) - Besluit van 26 november 2002, tot vaststelling van een luchthavenindelingbesluit voor de luchthaven Schiphol (Luchthavenindelingbesluit Schiphol).
- 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 Omgevingslawaaai. Ministerie van VROM, 14 juli 2004, nr. LMV2004067083.
- VROM (2004) – Besluit Omgevingslawaaai. 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).
- V&W (2008) – Besluit Burgerluchthavens. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2008.
- VROM (2010) – Circulaire geluidhinder veroorzaakt door windturbines; beoordeling in het kader van de vergunningverlening op basis van de Wet milieubeheer van 2 april 2010. Ministerie van VROM.
- WHO (2009) – Night noise guidelines for Europe. WHO Regional Office for Europe, Geneva.

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.
- RIVM (2007) – Groepsrisico bij LPG-tankstations & wijziging Revi.
- RIVM (2008) – Stappenplan groepsrisicoberekening LPG-tankstations.
- VNG (2008) – Samenwerken aan externe veiligheid; een handreiking voor gemeenten.
- VenW (2002) - Besluit van 26 november 2002, tot vaststelling van een luchthavenindelingbesluit voor de luchthaven Schiphol (Luchthavenindelingbesluit Schiphol).
- V&W (2004) – Circulaire Risiconormering vervoer gevaarlijke stoffen.
- V&W (2010) – Ontwerp Basisnet Vervoer gevaarlijke stoffen: voortgang. Brief aan de Tweede Kamer van 18 februari 2010; VenW/DGMO-2010/1283.
- VROM (2001) – Pronkbrief; Brief van de minister van volkshuisvesting, ruimtelijke ordening en milieubeheer aan de voorzitter van de Tweede Kamer der Staten-Generaal. Den Haag, 23 november 2001 Tweede Kamer, vergaderjaar 2001–2002, 26 959, nr. 19.
- VROM (2004) – Besluit van 27 mei 2004, houdende milieukwaliteitseisen voor externe veiligheid van inrichtingen milieubeheer (Besluit externe veiligheid inrichtingen); Bevi.
- VROM (2004) – Regeling van de Staatssecretaris van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer van 8 september 2004, nr. EV2004084072, houdende regels met betrekking tot afstanden en de wijze van berekening van het plaatsgebonden risico en het groepsrisico ter uitvoering van het Besluit externe veiligheid inrichtingen (Regeling externe veiligheid inrichtingen) (Revi I wijziging 1 juli 2007; Revi II wijziging 20 december 2007; Revi III wijziging 13 februari 2009).

- VROM (2007) - Handreiking verantwoordingsplicht groepsrisico. Ministerie van VROM, Ministerie van BZK en IPO, versie 1.0, 2007 Te downloaden van:
<http://www.groepsrisico.nl/doc/Handreiking%20verantwoordingsplicht%20groepsrisico.pdf> of
<http://www.relevant.nl/display/DOC/Handreiking+verantwoordingsplicht+groepsrisico+%28met+supplement%29>.
- 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).
- Werkgroep Basisnet Water (2008) – Definitief ontwerp basisnet water. Versie 15 januari 2008.
- Werkgroep Basisnet Weg (2009) – Eindrapportage Basisnet Weg. Versie 1.0, Arcadis. Dit rapport is te downloaden via <http://www.rijksoverheid.nl/documenten-en-publicaties/notas/2009/11/04/definitief-ontwerp-basisnet-weg.html>.

Bodem

- Baars, A.J, R.M.C. Theelen, P.J.C.M. Janssen, J.M. Hesse, M.E. van Apeldoorn, C.M. Meijerink, L. Verdamm, 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.
- EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM); Scientific Opinion on Lead in Food (2010) – EFSA Journal 2010; 8(4):1570.
- Hall, E. F. et al. (2009) - Verbindingen in lucht en huisstof van woningen. Rapportnr. 609021087. 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.
- Tiesjema, B. & A.W. Baars (2009) - Re-evaluation of some human-toxicological Maximum Permissible Risk levels earlier evaluated in the period 1991-2001. Rapportnr. 711701092. RIVM, Bilthoven.
- 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.
- VROM (2009) – Circulaire Bodemsanering. Staatscourant. Nr. 67, 7 april 2009.

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.
- Dusseldorp, A. et al. (2009) – Verkenning van extreem-laagfrequente (ELF) magnetische velden bij verschillende bronnen. Rapportnr. 609300011. RIVM, Bilthoven.
- Gezondheidsraad (2000) – Blootstelling aan elektromagnetische velden (0 Hz - 10 Mhz). Gezondheidsraad, publicatie nr. 2000/06. Den Haag.
- Gezondheidsraad (2009) – Briefadvies Hoogspanningslijnen en de ziekte van Alzheimer. Gezondheidsraad, publicatie nr. 2009/05. Den Haag.
- Greenland, S. et al. (2000) – A pooled analysis of magnetic fields, wire codes and childhood leukaemia. *Epidemiology* 11 (6), 624-634.
- Huss, A. et al. (2008) – Residence near Power Lines and Mortality form Neurodegenerative Diseases, Longitudinal Study of the Swiss Population. *American Journal of Epidemiology*. November 5, 2008.
- 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 (2002) – Kostenanalyse van de technische maatregelen ter beperking van magneetvelden nabij bovengrondse hoogspanningslijnen.
- 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.
- VROM (2008) – Verduidelijking van het advies met betrekking tot hoogspanning. Kenmerk DGM2008105664. Ministerie van VROM, 4 november 2008. Den Haag.

Bijlage 1

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 invang door bodem, oppervlaktewater en vegetatie) en via natte depositie (regen, sneeuw, hagel) uit de lucht verwijderd worden. Met name de deeltjesgebonden verkeersemisies 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. 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 verkeersemisatie (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 Weerd, 1997, 1998
Aluminiumsmelterij (2)	bestaand	berekeningen + metingen	dioxines	Liem, 1998
Crematorium	In ontwerp	berekeningen	Kwik, dioxines	van de Weerd & 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 Weerd, 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 deeltjes-grootteverdeling 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 Weerdt & 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 kropen 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 luchtmissies 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 bodembedekingsgraad 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 (aanneمة 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 depositie-maximum

	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)

Inname route	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 µg/m ² /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 blootstellingsroute doorgerekend: bodemingestie, inname verontreinigd voedsel bij buiten eten, inname verontreinigde moestuingewassen 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	Achtergrondinname	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 ($\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{jaar}$)	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 bodemingestiewaarde 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 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 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 gezondheidkundige 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 gewasinname 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 lokale 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 vooral 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 bodemmonsters 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 Aluminium-smelterij FHS te Dedemsvaart. Rapportnr. GGD/MMK/027. GGD Regio IJssel-Vecht, Zwolle.
- Weerdt, DHJ van de (1998) – Gezondheidskundige beoordeling van de emissies van BV Aluminium-smelterij 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

Leden begeleidingscommissie

De zesde update van het rapport is tot stand gekomen onder de supervisie van een begeleidingscommissie, waarin zitting hadden:

Dhr. D. van Lith, voorzitter, Ministerie van IenM
Mw. A. Dusseldorp, RIVM/IMG
Mw. I.G. Akkersdijk, GGD Zuid-Holland Zuid
Mw. A. van Leeuwen, GGD Den Haag
Dhr. L. Florijn, Ministerie van IenM/DGM/LMV
Dhr. W. Gerritsen, Provincie Overijssel/IPO
Dhr. J. Doosje, GGD Nederland
Dhr. A. van Iersel, Ministerie VWS
Dhr. J. Meijdam, GGD Rotterdam-Rijnmond

Voor het maken van de herziening van dit rapport hebben opnieuw verschillende personen de nodige gegevens aangeleverd. Ook hebben zij mede de richting aangegeven waarin de Gezondheidsfectscreening zich verder heeft ontwikkeld.

Wij bedanken de volgende personen voor hun bijdrage:

Dhr. K. Krijgsheld, Ministerie van IenM
Dhr. H. Kuijjer, Ministerie van IenM
Dhr. E. Haan, Ministerie van IenM
Dhr. A. Muyselaar, Ministerie van IenM
Dhr. H. Waasdorp, Ministerie van IenM
Dhr. P. Bokelaar, Ministerie van IenM
Mw. M. de Cleen, Ministerie van IenM
Dhr. M. van de Berg, Ministerie van IenM
Dhr. F. van Heijst, Ministerie van IenM
Mw. L. Pater-de Groot, Centraal Bureau voor de Rijn- en Binnenvaart
Dhr. E. Cornelissen, Agentschap NL
Mw. R. Ytsma, Agentschap NL
Mw. M. Dijkema, GGD werkgroep lucht
Mw.M. Zuurbier, GGD werkgroep lucht
Mw. R. Nijdam, GGD Bureau GMV
Dhr. D. Houthuijs, RIVM
Dhr. R. Hansler, RIVM
Dhr. F. Swartjes, RIVM

De volgende mensen hebben een bijdrage geleverd aan vorige versies van dit rapport:

Mw. M. Bongers, Mw. I. Noordhoek en Dhr. A. Peeters Weem van Agentschap NL (voorheen Infol). Dhr. M. van den Berg van het Ministerie van IenM.
Mw. E. Brand, Dhr. R. Beijck, Dhr. P. Fischer, Dhr. G. Kelfkens, Dhr. A. Matthijssen van het RIVM.
Dhr. B. Brunekreef en Dhr. G. Hoek van het IRAS.

DEEL II

Handleiding GES

Gezondheid en milieu in ruimtelijke planvorming

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 en 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, geïnventariseerd. 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

Method

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. Door een (globale) telling van het aantal betrokken woningen kan een inschatting gemaakt worden van de omvang van de blootstelling binnen een bepaalde GES-score.

Voor het volgen van dit spoor biedt de Handleiding GES een stappenplan dat voor 17 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 klassen).

Naast aanlevering van emissie of verspreidingsgegevens voor de verschillende compartimenten is het nodig te beschikken over een digitale kaart van het te onderzoeken gebied. De schaalgrootte van de kaart hangt af van het plangebied. Bij voorkeur wordt een kaart gekozen waarop het aantal woningen geschat kan worden. Om GES-scores in de vorm van contouren op een achtergrondkaart te tekenen met behulp van de grafische software dient de kaart ingelezen te worden in het softwareprogramma. Voor een beschrijving van de grafische software wordt verwezen naar hoofdstuk 5 van deze handleiding.

Indien gebruik gemaakt wordt van een Geografisch Informatie Systeem (GIS) kan gebruik gemaakt worden van digitale kaarten met het Rijksdriehoekskoördinatenstelsel, zoals de TOP10NL kaarten van het Kadaster.

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. Door telling c.q. schatting van het aantal betrokken woningen kan men een indicatie krijgen van het aantal blootgestelden binnen een GES-score.

Het is mogelijk dat binnen een bepaald gebied niet alleen gebouwen met uitsluitend woonbestemming voorkomen. Te denken valt aan scholen, kantoren, verpleeghuizen, stadions. Voor deze gebouwen kan een surrogaat aantal woningen geschat worden aan de hand van de verblijftijd in het gebouw, het gemiddeld aantal personen in het gebouw en het gemiddeld aantal personen per woning. Omdat het slecht om een schatting gaat is gekozen voor gemiddeld 2 personen per woning. Bij deze omrekening is geen rekening gehouden met kwetsbare groepen in de samenleving. Voor de rapportage of de uiteindelijke beoordeling van een gebied kan het juist wenselijk zijn te weten dat er een school of ander gebouw met een gevoelige populatie staat. Het verdient daarom aanbeveling om in de rapportage een tabel met bijzondere gebouwen in het gebied op te nemen.

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:

- 1 De aanleiding tot het uitvoeren van de GES
- 2 Een korte procesbeschrijving
- 3 Korte beschrijving van het plan of de planvarianten
- 4 Korte beschrijving van de GES-methode
- 5 Beschrijving van de gezondheidsaspecten van de verschillende milieufactoren
- 6 Korte onderbouwing van de beschouwde bronnen en milieufactoren: welke zijn wel/niet meege-nomen en waarom
- 7 Beschrijving per module:
 - Waarop zijn de blootstellinggegevens gebaseerd
 - GES-scores met bijbehorend aantal woningen of personen
Hierbij wordt onderscheid gemaakt in een achtergrondconcentratie en de bijdrage van de betreffende bron.
- 8 Conclusies:
 - Een grafiek met hoogste GES-scores en aantal belaste woningen of personen
 - Kaart met GES-contourvlakken: gezondheidskundige knelpunten
 - Vergelijking van planvarianten
 - Gezondheidskundige interpretatie
- 9 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 goeddun-ken, met gezond verstand en met kennis over milieu en gezondheid toepassen.

2. Hoofdlijnen 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.
Bij gebruik van een grafisch softwareprogramma is het wenselijk te beschikken over digitale kaarten, waarop bij voorkeur het aantal woningen geschat kan worden. Voor GIS toepassingen zijn kaarten met het Rijksdriehoekscoördinatenstelsel noodzakelijk. Gebruik het 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 geur
 - C Bedrijven en geluidhinder
 - D Bedrijven en externe Veiligheid
 - E Wegverkeer en luchtverontreiniging
 - F Wegverkeer en geluidhinder
 - G Wegverkeer en externe Veiligheid
 - H Railverkeer en geluidhinder
 - I Railverkeer en externe Veiligheid
 - J Waterverkeer en luchtverontreiniging
 - K Waterverkeer en geluidhinder
 - L Waterverkeer en externe Veiligheid
 - M Vliegverkeer en geur

N	Vliegverkeer en geluidhinder
O	Vliegverkeer en externe Veiligheid
P	Bodemverontreiniging
Q	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 woningaantallen opgenomen kunnen worden.

9 Teken de contouren van de verschillende GES-scores voor elke milieufactor met behulp van grafische software op de achtergrondkaart.

Zo ontstaan kaarten voor luchtverontreiniging, stank, geluid, externe veiligheid en bodemverontreiniging. In sommige gevallen zullen meerdere kaarten nodig zijn als het om meerdere stoffen gaat. Deze kunnen via de grafische software over elkaar heen geprojecteerd worden.

10 Bepaal aan de hand van de achtergrondkaart met de GES-contouren het aantal woningen dat binnen de contouren valt. Maak voor bijzondere gebouwen met een korte verblijftijd een omrekening naar het surrogaat aantal woningen.

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. Voor een aantal bijzondere gebouwen is een schatting gemaakt van de deelfactor (zie onderstaande tabel) om het surrogaat aantal woningen te schatten. 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). Er is in de deelfactor uitgegaan van een gemiddelde woningbezetting van 2 personen. Een toelichting is 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 in de hoogste GES-score per milieuaspect en bijbehorende aantal woningen 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 aantal woningen.** 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 het daarbij horende aantal woningen.

Variant 2: Het is mogelijk om voor één locatie een GES-score op te maken. Er worden dan geen aantallen woningen 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 aantallen woningen.
- 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

Industriële bedrijven

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 of provincie of er voor het betreffende bedrijf sprake is van een omgevingsvergunningplicht: staat er informatie over de toegestane aard en hoeveelheid van de emissie?
- Indien er geen omgevingsvergunning 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 er conform SRM3 het Nieuw Nationaal Model is gebruikt (Stacks of PluimPlus).
- 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 x 10⁶ 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/m³ of ge/m³, dan kan deze als volgt omgerekend worden naar kg/uur of ge/uur:

Als het debiet (m³/uur) bekend is:

$$\text{Emissie (kg/uur)} = \text{Emissie (kg/m}^3\text{)} \times \text{Debiet (m}^3\text{/uur)}$$

Als de uitstroomsnelheid en de diameter van de schoorsteen bekend is:

$$\text{Emissie (kg/uur)} = \text{Emissie (kg/m}^3\text{)} \times \text{Snelheid (m/s)} \times 3.600 \times \pi(0,5 \times \text{Diameter})^2 \text{ (m}^2\text{)}$$

▪ **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 °C of > 50 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 °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 NO₂ is bekend**

NO_x is een mengsel van NO en NO₂. Het Nieuw Nationaal Model (NNM) gebruikt voor de fractie NO₂ bij het emissiepunt 5%. Na het verlaten van het emissiepunt zal, onder invloed van ozon en zonlicht, de fractie NO₂ groter worden. Het NNM houdt rekening met de verschuivende verhouding op verschillende afstanden van het emissiepunt. Wordt bij de eerste beoordelingsmethode IPPC als NO₂-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 NO₂ als volgt: Emissie NO₂ = 0,5 x 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

Factor = Totale emissie (kg/uur) / 1 (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 gezondheidkundige 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 groot-schalige concentraties Nederland (GCN-kaarten) van het RIVM beschikbaar (<http://www.rivm.nl/nl/themasites/gcn/index.html>).

Ook op de website van het Compendium voor de leefomgeving van het RIVM (<http://www.compendiumvoordeleefomgeving.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 IenM (www.ienm.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 x MTR gehanteerd worden
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	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	0,6 - 6	6 - 30	30 - 46	46 - 60	> 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 dioxine-achtigen	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

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
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
Acetaldehyde	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
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 Teken de contouren van de verschillende GES-scores voor de verschillende stoffen met behulp van de grafische software op de achtergrondkaart.
- 8 Bepaal grof het aantal woningen dat binnen elke GES-score valt. Corrigeer voor andere gebouwen dan woningen volgens het voorbeeld in de algemene richtlijn van de handleiding. Geef per GES-score het aantal woningen.
- 9 Vul vervolgens voor de verschillende stoffen de volgende tabel in:

Stoffen	GES-score	Aantal woningen
Stof 1		
Stof 2		
Stof 3		
Stof 4		

- 10 Vul de GES-scores en bijbehorende aantal woningen in de verzamelstaat of rechtstreeks in het bijbehorende Excel bestand.
- 11 Bij meerdere GES-scores per stof kan onderstaande tabel ingevuld worden met aantallen woningen. Deze kunnen ook in een Excel bestand grafisch worden weergegeven.

GES-score	Aantal woningen 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	

Intensieve veehouderijen

Indien het gaat om luchtverontreiniging in relatie tot intensieve veehouderij heeft men te maken met de emissie van fijn stof (PM_{10}), specifieke micro-organismen en endotoxinen (biologische agentia). Voor de biologische agentia zijn geen kwantitatieve dosis-effectrelaties afgeleid. In GES wordt vooralsnog alleen fijn stof beoordeeld. Aangeraden wordt om bij een GES voor intensieve veehouderijen in kwalitatieve zin in te gaan op biologische agentia en de voorwaarden waaronder de risico's voor de gezondheid in de omgeving zoveel mogelijk beperkt kunnen worden.

1 Ga na of luchtverontreiniging als gevolg van emissie van PM_{10} van een intensieve veehouderij bedrijf een rol speelt en stel de emissies vast.

- Vraag bij de gemeente na of het intensieve veehouderij bedrijf een omgevingsvergunning heeft of een aanvraag daartoe heeft lopen; vraag in dat kader alle relevante informatie en gegevens op, zoals toegestane aard van het intensieve veehouderij bedrijf, diercategorieën, dieraantallen en type van stalsystemen.
- Vraag bij de gemeente na of er al emissieberekeningen zijn uitgevoerd voor PM_{10} .

2 Ga na of al met verspreidingsberekeningen concentraties in de omgeving van het intensieve veehouderij bedrijf zijn vastgesteld.

Er zijn al verspreidingsberekeningen gemaakt:

- Ga na hoe actueel deze berekeningen zijn en of het Nieuw Nationaal Model is gebruikt (Stacks, PluimPlus of ISL3a).
- Bij de berekeningen wordt over het algemeen een achtergrondconcentratie betrokken. Ga na welke achtergrondconcentratie gehanteerd is en of die ook recent is.
- Ga verder naar 4

Er zijn geen verspreidingsberekeningen beschikbaar:

- Laat zo mogelijk voor de bijdrage aan PM_{10} door de gemeente verspreidingsberekeningen uitvoeren met het Nieuwe Nationale Model of met de vereenvoudigde versie van het NNM, ISL3a. Als gebouwkenmerken van invloed zijn op de emissie raadpleeg dan een luchtkwaliteitspecialist. Is dit mogelijk, ga dan verder naar 4.

Is dit niet mogelijk: ga naar 3.

3 Schat de concentraties in de omgeving (op meest gevoelige object) met behulp van de eerste beoordelingsmethode IPPC.

Er zijn tabellen opgesteld waarmee immissieconcentraties (jaargemiddelde) op basis van de emissiesterkte, de schoorsteenhoogte en –temperatuur in eerste instantie geschat kunnen worden. De tabellen zijn opgesteld met een 'standaard'-emissie van 1 kg/uur.

Eerst wordt de totale emissie aan PM_{10} voor de verschillende dieraantallen en stalsystemen bepaald aan de hand van de meest recente emissiefactoren. Deze emissie wordt in dezelfde eenheid (kg/uur) uitgedrukt als de standaardemissie.

Aan de hand van de schoorsteentemperatuur (standaard gesteld op 285 K) wordt eerst de juiste tabel gekozen. Vervolgens worden de immissieconcentraties in de rij van de juiste schoorsteenhoogte (standaard vaak genomen op 5 m) afgelezen en vermenigvuldigd met de emissiesterkte (t.o.v. de standaardemissie).

a. Bepaal voor elke diercategorie de totale emissie in kg/uur en tel ze op.

- Neem de meest recente emissiefactoren voor de veehouderij, zie <http://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/luchtkwaliteit/meten-en-rekenen/invoergegevens-luchtkwaliteit>.
- Bereken aan de hand van het opgegeven aantal dieren, het type van stalsysteem en de daarbij behorende emissiefactoren PM₁₀ voor de veehouderij de emissie in kg/uur.

Diercategorie	Aantal	Emissiefactor (g/dier/jaar)	Emissie/jaar (kg/uur)
Totaal			

- **Er zijn verschillende emissiepunten**

Als er verschillende emissiepunten zijn, tel dan de emissie per diercategorie van de verschillende bronnen bij elkaar op. Is er een erg groot verschil in schoorsteenhoogte tussen de verschillende bronnen, groepeer dan de bronnen met globaal dezelfde schoorsteenhoogte. Tel dan de emissies in elke groep bij elkaar op.

b. Bepaal de verhouding tussen de totale (voor alle bronnen samen of voor elke groep bronnen) de emissieconcentratie en de standaardemissie

$$\text{Factor} = \text{Totale emissie (kg/uur)} / 1 \text{ (kg/uur)}$$

c. Bepaal de schoorsteen temperatuur

Er kan gekozen worden uit:

12 °C	285 K
50 °C	323 K
100 °C	373 K

Voor intensieve veehouderij bedrijven is de uittredetemperatuur vastgezet op 285 K.

d. Bepaal de schoorsteenhoogte.

Er kan gekozen worden uit:

5 m.
10 m.
15 m.

Voor intensieve veehouderij bedrijven ligt de schoorsteenhoogte meestal tussen twee en 8 meter, standaardhoogte wordt dan 5 meter.

e. Kies voor het schatten van de bijdrage voor jaargemiddelde immissieconcentraties

Voor luchtverontreiniging wordt in principe gebruik gemaakt van de tabel voor de schatting van jaargemiddelde immissieconcentraties.

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 en vul de volgende tabel in.

Situatie	Bijdrage aan de concentratie $\mu\text{g}/\text{m}^3$ op afstand (m)								
	50	70	100	150	200	250	300	400	500

In geval dat totale emissies per groep emissiepunten zijn bepaald:

Tel de immissieconcentraties als gevolg van de verschillende groepen emissiepunten bij elkaar op.

g. Bepaal afstand van intensieve veehouderij bedrijf tot meest gevoelige object (te beschermen object)

Bepaal aan de hand van f de bij deze afstand behorende maximale immissieconcentratie.

4 Bepaal de achtergrondconcentratie voor PM_{10} .

- In geval er recente verspreidingsberekeningen zijn gedaan neem dan de bij deze berekeningen gehanteerde achtergrondconcentraties.
- De achtergrondconcentraties op een bepaalde locatie zijn te vinden in de digitale kaarten van het Planbureau voor de leefomgeving (PBL), de zogenaamde GCN-kaarten (<http://www.rivm.nl/nl/themasites/gcn/index.html>). Voor PM_{10} zijn diverse kaarten voor 2010, 2015, 2020 en 2030 beschikbaar. De GCN-kaarten zijn gebaseerd op een combinatie van modelberekeningen en metingen.

5 Toets de gevonden waarde aan jaargemiddelde grenswaarde voor PM_{10} op de afstand van het meest gevoelige object.

Ga na of de geschatte immissieconcentratie uit 3, inclusief de achtergrondconcentratie, de jaargemiddelde grenswaarde voor PM_{10} wel of niet overschrijdt.

Indien er sprake is van een overschrijding van de grenswaarde van PM_{10} op het meest gevoelige object zou de volgende stap kunnen zijn dat er een nadere berekening plaatsvindt met ISL3a en of met het NNM.

6 Bepaal op basis van de geschatte immissieconcentraties, inclusief achtergrondconcentratie, op verschillende afstanden de GES-scores voor PM_{10} .

- Bepaal de GES-score voor de maximaal geschatte immissieconcentraties (inclusief de achtergrondconcentratie) op de verschillende afstanden
- Bepaal de GES-score voor de achtergrondconcentratie.

Voor de indeling van GES-scores voor PM_{10} wordt verwezen naar Module E Wegverkeer en luchtverontreiniging.

Vul vervolgens de volgende tabel in:

Afstand	GES-score	GES-score voor achtergrondconcentratie
50		
70		
100		
150		
200		
250		
300		

7 Teken de contouren van de verschillende GES-scores met behulp van de grafische software op de achtergrondkaart. Geef ook de contour aan van de GES-score voor de achtergrondconcentratie.

8 Bepaal grof het aantal woningen dat binnen elke GES-score valt. Corrigeer voor andere gebouwen dan woningen volgens het voorbeeld in de algemene richtlijn van de handleiding. Geef per GES-score het aantal woningen.

9 Vul vervolgens de volgende tabel in:

GES-score	Aantal woningen
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	

10 Vul de GES-scores en bijbehorende aantal woningen in de verzamelstaat of rechtstreeks in het bijbehorende Excel bestand.

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-immissieconcentraties voor verschillende schoorsteenhoogten (H), temperatuur en afstand
 Standaardemissie: $1.000 \times 10^6 \text{ ge/uur}$ ($1 \text{ ge/m}^3 = 0,5 \text{ ou}_E/\text{m}^3$) of $500 \times 10^6 \text{ ou}_E/\text{m}^3$
 1 kg/uur

Temperatuur: 285 K (12°C)

H (m)	Concentratie P98 in ge/m^3 , ou_E/m^3 of $\mu\text{g/m}^3$ 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 , ou_E/m^3 of $\mu\text{g/m}^3$ 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 , ou_E/m^3 of $\mu\text{g/m}^3$ 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 geur

Industriële bedrijven

1 Ga na of er in of rond het gebied door bedrijven geur 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 milieu- of omgevingsvergunningen verleent of het betreffende bedrijf een milieuvergunning heeft, waarin ook geur 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
Beschuit- en banketindustrie
Bierbrouwerijen
Cacaobonen verwerkende industrie
Compostering van groenafval in de open lucht
Diervoederbedrijven
GFT-compostering
Groenvoerdrogerijen
Grote bakkerijen
Koffiebranderijen
Riolwaterzuiveringsinstallaties (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
Asfaltmenginstallaties	0,5 – 1 ou _E /m ³	4
	≥ 1 ou _E /m ³	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
Cacaobonen	1 – 10	4
Beschuit- en banketindustrie	≥ 10	6
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 P98 (ge/m ³)*	Geurconcentratie P98 (ou _E /m ³)	GES-score
Overige bedrijfstakken	0	0	0
	0 – 1	0 - 0,5	1
	1 – 10	0,5 - 5	4
	≥ 10	≥ 5	6

* 1 ge/m³ = 0,5 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 of 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 of in ou_E/uur

▪ **Er zijn verschillende emissiepunten**

Tel de geuremissie van de verschillende bronnen bij elkaar op.

Is er een erg groot verschil in temperatuur (> 50 °C of > 50 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 °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) of

Factor = Totale emissie (ou_E/uur) / 500×10^6 (ou_E/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 **Teken de contouren van de verschillende GES-scores met behulp van de grafische software op de achtergrondkaart.**
- 7 **Bepaal grof het aantal woningen dat binnen elke GES-score valt.**
Corrigeer voor andere gebouwen dan woningen volgens het voorbeeld in de algemene richtlijn van de handleiding. Geef per GES-score het aantal woningen.
- 8 **Vul vervolgens de volgende tabel in:**

GES-score	Aantal woningen
0	
1	
3	
4	
6	

- 9 **Vul de GES-scores en bijbehorende aantal woningen 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 geur 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.
- Ga na of deze bedrijven zijn opgenomen in het Bestand Veehouderij Bedrijven (BVB). Web-BVB is beschikbaar voor Gelderland (www.webbvb.gelderland.nl), Noord-Brabant (<https://bvb.brabant.nl/>), Utrecht (<http://utrecht.vaa.com/webbvb/>), Overijssel (<http://overijssel.vaa.com/webbvb/>) en Limburg (<http://limburg.vaa.com/webbvb/>). In het BVB zijn de gemeente, het adres, de XY-coördinaat, het bedrijfstype en de geuremissie (ou_E/s) van alle veehouderijen opgenomen. Deze gegevens worden in een excelsheet getoond als geklikt wordt op Rapportages/Actuele situatie en vervolgens bij Rapport op Bedrijfstotalen en Toon. Als bij Rapport geklikt wordt op diercategorieën worden in een excelsheet de gemeente, het adres, de XY-coördinaat en het aantal dieren per diercategorie getoond.
Een interactieve kaart met alle veehouderijen en landbouwontwikkelingsgebieden (LOG) verschijnt als op Rapportages/Geo-rapportages wordt geklikt. Als op een bedrijf (en op de 'i') wordt geklikt worden het adres en de geuremissie in een pop-up scherm getoond.

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 – 39	5 – 8	6
≥ 39	≥ 8	7

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 IenM aan gemeenten een vereenvoudigd verspreidingsmodel, V-Stacks, ter beschikking gesteld.
- Bepaal de afstanden of contouren waarop de geurconcentratie 5, 6 en $14\text{ ou}_E/m^3$ is:

Geurconcentratie (P98)		Afstand (m)
NNM (V-Stacks) ou_E/m^3	LTFD ge/m^3	
5	7	
6	10	
14	22	

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 of in ou_E/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 geur)

$$\text{Emissie (ou}_E\text{/uur)} = \text{aantal dieren} \times \text{geuremissiefactor (ou}_E\text{)} \times 3.600$$

▪ **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

$$\text{Factor} = \text{Totale emissie (ge/uur)} / 1.000 \times 10^6 \text{ (ge/uur) of}$$

$$\text{Factor} = \text{Totale emissie (ou}_E\text{/uur)} / 500 \times 10^6 \text{ (ou}_E\text{/uur)}$$

c. Bepaal de temperatuur

Kies voor 12 °C (285 K)

d. Bepaal de hoogte van de ventilatie-uitlaten of uitstroom

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): 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)	
	I	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 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:

Geur concentratie (P98 ge/m^3) LTFD	Geur concentratie (P98 ou_E/m^3) NNM of V-Stacks	Hinder (%)	Ernstige hinder (%)	Pelsdieren afstanden (m)	GES-score	Afstand (m)
0	0	0	0		0	
0 – 1	0 – 1	0 – 5	0		1	
1 – 7	1 – 5	5 – 20	0 – 3		3	
7 – 10	5 – 6	20 – 25	3 – 5	Afstand II – Afstand I	4	
10 – 22	6 – 14	25 – 39	5 – 8	≤ Afstand II	6	
≥ 22	≥ 14	≥ 39	≥ 8		7	

6 Teken de contouren van de verschillende GES-scores met behulp van de grafische software op de achtergrondkaart.

7 Bepaal grof het aantal woningen dat binnen elke GES-score valt. Corrigeer voor andere gebouwen dan woningen volgens het voorbeeld in de algemene richtlijn van de handleiding. Geef per GES-score het aantal woningen.

8 Vul vervolgens de volgende tabel in:

GES-score	Aantal woningen
0	
1	
3	
4	
6	
7	

9 Vul de GES-scores en bijbehorende aantal woningen 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 (V-Stacks) 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 of in ou_E/uur

- **De geuremissie is niet bekend**

- Als het aantal mestvarkeneenheden (m.v.e.) bekend is:
Emissie (ge/uur) = aantal m.v.e. x 45 (ge/s) x 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)

- Emissie (ou_E/uur) = aantal dieren x geuremissiefactor (ou_E) x 3.600

- **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) / 1.000×10^6 (ge/uur) of

Factor = Totale emissie (ou_E/uur) / 500×10^6 (ou_E/uur)

c. Bepaal de temperatuur

Kies voor 12 °C (285 K)

d. Bepaal de hoogte van de ventilatie-uitlaten of uitstroom

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): 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)	
	I	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 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		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 II – Afstand I	4	
≥ 25	≥ 5	≥ 10	≥ 6	≤ Afstand II	6	

* In een 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.

- 6** Teken de contouren van de verschillende GES-scores met behulp van de grafische software op de achtergrondkaart.
- 7** Bepaal grof het aantal woningen dat binnen elke GES-score valt. Corrigeer voor andere gebouwen dan woningen volgens het voorbeeld in de algemene richtlijn van de handleiding. Geef per GES-score het aantal woningen.

- 8** Vul vervolgens de volgende tabel in:

GES-score	Aantal woningen
0	
1	
3	
4	
6	

- 9** Vul de GES-scores en bijbehorende aantal woningen in de verzamelstaat of rechtstreeks in het bijbehorende Excel bestand.

C - Bedrijven en geluid

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 milieu- of omgevingsvergunning afgegeven is 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 industriela-waai.
- Ga na of de milieu- of omgevingsvergunning richtlijnen geeft voor een acceptabel geluidniveau.
- Ga na of de industriële bedrijvigheid onder het Activiteitenbesluit valt. Hiervoor gelden algemene eisen aan de geluidbelasting.
- 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	Vergunning	Activiteitenbesluit	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	Ernstig slaap verstoorden (%)	GES-score	Afstand (m)
L_{etm} dB	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 industriela-waai tussen L_{den} en L_{etm} wordt gebruikt ($L_{den}=L_{etm}-2$).

4 Ga na of geluid van windturbines een rol speelt

- Raadpleeg de interactieve kaart op <http://www.w-i-n-d.nl/>
- Ga bij de vergunningverlenende instantie na of er een melding in het kader van het Activiteitenbesluit is gedaan. Bij een melding is een akoestisch onderzoek vereist.

- 5 **Zijn er geluidbelastingen berekend bepaal dan de GES-score en bijbehorende afstand als volgt:**

L_{den} dB	Ernstig gehinderden (%)	GES-score
40 – 45	2 – 5	1
45 – 47	5 – 8	3
≥ 47	≥ 8	5

- 6 **Teken de contouren van de verschillende GES-scores met behulp van de grafische software op de achtergrondkaart.**

Zijn er al 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.

- 7 **Bepaal grof het aantal woningen dat binnen elke GES-score valt.**

Corrigeer voor andere gebouwen dan woningen volgens het voorbeeld in de algemene richtlijn van de handleiding. Geef per GES-score het aantal woningen.

- 8 **Vul vervolgens de volgende tabel in:**

GES-score	Aantal woningen
0	
1	
3	
5	
6	
7	

- 9 **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)

- 10 **Vul de GES-scores en bijbehorende aantal woningen 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 (PGS-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.

Deze zijn weergegeven op de (professionele) risicokaart.

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 welke minimaal noodzakelijke afstand geldt en tot op welke afstand het invloedsgebied ligt (zie Deel 1, module D – bedrijven en externe veiligheid).

De minimaal noodzakelijke afstand geeft de afstanden waarop het Plaatsgebonden Risico 10^{-6} per jaar is. Voor LPG tankstations zijn deze afstanden alleen afhankelijk van de doorzet. Bij de ammoniakkoel- en vriesinstallaties en PGS-15-bedrijven wordt de afstand bepaald door o.a. aard en omvang van gevaarlijke stoffen, bedrijfsomstandigheden en brandbestrijdingssysteem.

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, PGS-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.

De risicokaart geeft informatie over of de oriëntatiewaarde van het groepsrisico overschreden wordt.

4b Bepaal vervolgens de GES-score en de bijbehorende afstand als volgt:

Wordt de oriënterende waarde van het Groepsrisico overschreden, dan wordt daaraan een GES-score 6 toegekend. Voor de bijbehorende afstand wordt de 1%-letaliteitsgrens of het invloedsgebied genomen. Voor bedrijven die onder het BRZO vallen is deze afstand bekend. Voor LPG tankstations, PGS-15-inrichtingen en ammoniakkoelinstallaties zijn deze afstanden geschat in een ministeriële regeling (zie Deel 1, module D). De overige GES-scores worden toegekend aan de risico-contouren van het Plaatsgebonden Risico en als de 10^{-7} - of 10^{-8} /jaar-contouren niet bekend zijn aan de afstand van het invloedsgebied.

Plaatsgebonden Risico	Plaatsgebonden Risico en invloedsgebied	Overschrijding Oriëntatiewaarde Groepsrisico	GES-score	Afstand (m)
$< 10^{-8}$	> Afstand van het invloedsgebied	nee	0	
$10^{-8} - 10^{-7}$	Afstand van het invloedsgebied - $PR \leq 10^{-6}$	nee	2	
$10^{-7} - 10^{-6*}$	-	nee	4	
$> 10^{-6}$	$PR > 10^{-6}$	ja	6	

*: Als er geen 10^{-7} /jaar-contour beschikbaar is, wordt geen GES-score 4 toegekend, maar wordt aan het hele gebied tussen 10^{-6} - en 10^{-8} -contour een GES-score van 2 toegekend.

Is het Groepsrisico bekend, dan wordt eerst daaraan getoetst. Als de oriëntatiewaarde overschreden wordt, volgt daar een GES-score van 6 uit.

Is het Groepsrisico niet bekend, dan wordt alleen getoetst aan het Plaatsgebonden Risico of aan het PR gecombineerd met het invloedsgebied.

5 Geef de afstanden van de generieke regelingen aan of teken de PR-contouren met behulp van de grafische software op de achtergrondkaart.

6 Bepaal grof het aantal woningen dat binnen elke GES-score valt.

Corrigeer voor andere gebouwen dan woningen volgens het voorbeeld in de algemene richtlijn van de handleiding. Geef per GES-score het aantal woningen.

Hiervoor kan ook het Populatiebestand GR gebruikt worden. Dit is beschikbaar voor het bevoegd gezag.

7 Vul vervolgens de volgende tabel in:

GES-score	Aantal woningen
0	
2	
4	
6	

8 Vul de GES-scores en bijbehorende aantal woningen 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 middel, zwaar (vracht)verkeer en autobusverkeer. Het is belangrijk om te weten hoe actueel de gegevens zijn.
- 2 Verzoek de gemeentelijke Milieudienst om de NO₂, PM₁₀, CO, benzeen en benz(a)pyreen concentraties 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 (versie 4.01-2011) 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 (versie 10.0) is web-based te gebruiken op de website van infomil:
<http://car.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.
Het ministerie van IenM heeft een voor iedereen toegankelijke standaardrekenmethode 2 laten ontwikkelen door DGMR en ECN: de Implementatie Standaardrekenmethode Luchtkwaliteit 2 (ISL2). ISL2 wordt beschikbaar gesteld op de website van Infomil (www.infomil.nl).
- 3 Bepaal de achtergrondconcentraties van de verschillende stoffen.**
Het CARII-model geeft de lokale achtergrondconcentraties. Voor de verkeersgerelateerde stoffen is hiervoor de website van de grootschalige concentraties Nederland (GCN-kaarten) van het RIVM beschikbaar (<http://www.rivm.nl/nl/themasites/gcn/index.html>) of (www.pbl.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.

Achtergrondconcentratie	NO ₂	PM ₁₀	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 – 24	4	Eventueel opsplitsing in categorie 4a
25 - 29		en 4b
30 - 34	5	Eventueel opsplitsing in categorie 5a
35 – 39		en 5b
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 – 24	4	PM _{2,5} Overschrijding AQG van de WHO Eventueel de categorie voor PM ₁₀ opsplitsen in categorie 4a en 4b
	25 - 29		
15 – 19	30 – 34	5	PM ₁₀ Een toename van luchtwegsymptomen, ziekenhuisopnamen en levensduurverkorting
20 – 24	35 – 39	6	PM _{2,5} Overschrijding van de indicatieve waarde voor het jaargemiddelde vanaf 2020 Overschrijding van de blootstellingsconcentratieverplichting voor 2015 PM ₁₀ Overschrijding grenswaarde voor het daggemiddelde Een toename van luchtwegsymptomen, ziekenhuisopnamen en levensduurverkorting
25 - 29	40 - 49	7	PM _{2,5} Overschrijding van de grenswaarde vanaf 2015. PM ₁₀ Overschrijding grenswaarde voor het daggemiddelde Een toename van luchtwegsymptomen, ziekenhuisopnamen en levensduurverkorting
≥ 30	≥ 50	8	PM ₁₀ Een toename van luchtwegsymptomen, ziekenhuisopnamen en levensduurverkorting

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 grenswaarde 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** Teken de contouren van GES-scores voor de verschillende stoffen 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 bebouingslijn.
- 6** Bepaal grof het aantal woningen dat binnen elke GES-score valt. Corrigeer voor andere gebouwen dan woningen volgens het voorbeeld in de algemene richtlijn van de handleiding. Geef per GES-score het aantal woningen.

7 Vul vervolgens voor de verschillende stoffen de volgende tabel in:

Stoffen	GES-score	GES-score voor achtergrondconcentratie	Aantal woningen
NO ₂			
Fijn Stof			
CO			
Benzeen			
B(a)P			

8 Bij meerdere GES-scores per stof kan onderstaande tabel ingevuld worden met aantallen woningen. Deze kunnen ook in een Excel bestand grafisch worden weergegeven.

GES-score	Aantal woningen voor:				
	NO ₂	Fijn Stof	CO	Benzeen	B(a)P
0					
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					

9 Vul de GES-scores en bijbehorende aantal woningen in de verzamelstaat of rechtstreeks in het bijbehorende Excel bestand.

F - Wegverkeer en geluid

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).

Hiervoor kunnen ook de geluidkaarten die er gemaakt zijn in het kader van de EU-Richtlijn Omgevingslawaai geraadpleegd worden. Kijk voor snelwegen op de site van Rijkswaterstaat: <http://www.rijkswaterstaat.nl/geotool/geluidsbelastinggrondsnelwegen.aspx>

Voor overige wegen kan worden nagegaan of er een geluidkaart is door op internet te zoeken op "geluidkaart" en de gemeente- of provincienaam. Ook kan de Atlas Leefomgeving (www.atlasleefomgeving.nl) geraadpleegd worden.

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
- deze weergegeven zijn op een geluidbelastingkaart

Het verzamelen en invoeren van gegevens over de intensiteit en samenstelling van het verkeer is arbeidsintensief. Deze gegevens worden dan ook niet regelmatig geactualiseerd. Het is belangrijk om te weten van welk jaar de gegevens zijn. Laat de gegevens zo mogelijk actualiseren.

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.

Is naast de L_{den} ook de L_{night} bekend dan wordt op grond van die waarde het percentage ernstig slaapverstoorden berekend. Dit heeft echter geen invloed op de GES-score.

Geluidbelasting* L_{den} dB	Ernstig gehinderden (%)	Geluidbelasting L_{night} dB	Ernstig slaapverstoorden (%)	GES-score
<43	0	<34	<2	0
43 – 47	0 – 3	34 – 38	2	1
48 – 52	3 – 5	39 – 43	2 – 3	2
53 – 57	5 – 9	44 – 48	3 – 5	4
58 – 62	9 – 14	49 – 53	5 – 7	5
63 – 67	14 – 21	54 – 58	7 – 11	6
68 – 72	21 – 31	59 – 63	11 – 14	7
≥73	≥31	≥64	≥14	8

*: Zonder aftrek artikel 110g Wgh

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* L _{den} dB	Ernstig gehinderden (%)	Geluidbelasting L _{night} dB	Ernstig slaapverstoorden (%)	GES-score
<45	0	<36	<2	0
45 – 49	1 – 4	36 – 40	2 – 3	1
50 – 54	4 – 6	41 – 45	3 – 4	2
55 – 59	6 – 10	46 – 50	4 – 6	4
60 – 64	10 – 16	51 – 55	6 – 9	5
65 – 69	16 – 25	56 – 60	9 – 12	6
70 – 74	25 – 37	61 – 65	12 – 16	7
≥75	≥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 met behulp van de grafische software op de achtergrondkaart.

6 Bepaal grof het aantal woningen dat binnen elke GES-score valt.
 Corrigeer voor andere gebouwen dan woningen volgens het voorbeeld in de algemene richtlijn van de handleiding. Geef per GES-score het aantal woningen.

7 Vul vervolgens de volgende tabel in:

GES-score	Aantal woningen
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 F - 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 F - 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 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:

$$L_{\text{rail}}^* = 0,95 L_{\text{den,rail}} - 1,40$$

$$L_{\text{vlieg}}^* = 0,98 L_{\text{den,vlieg}} + 7,03$$

$$L_{\text{bedrijven}}^* = L_{\text{den,bedrijven}} + 3 \quad (\text{waarbij } L_{\text{den,bedrijven}} = L_{\text{etmaal,bedrijven}} - 2)$$

- 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 F - 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 aantal woningen en eventueel deze van de gecombineerde geluidbelasting in de verzamelstaat of rechtstreeks in het bijbehorende Excel bestand.

G - 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 of raadpleeg hiervoor de risicokaart op www.risicokaart.nl.

Ook kan op de kaart en in Tabel 7 van de Eindrapportage Basisnet Weg of in Bijlage 5 van de Circulaire Risiconormering vervoer gevaarlijke stoffen (Werkgroep Basisnet Weg, 2010) opgezocht worden voor welke wegen een veiligheidszone (PR= 10^{-6} /jaar) en een PR-contour van 10^{-7} /jaar is vastgesteld. De bijlagen met tabel 7 van de Eindrapportage zijn te downloaden via <http://www.rijksoverheid.nl/documenten-en-publicaties/rapporten/2009/11/04/bijlagenrapport-eindrapportage-basisnet-weg.html>
Liggen 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.

Op de professionele, niet voor het publiek toegankelijke, risicokaart is de veiligheidszone (PR= 10^{-6} /jaar) weergegeven. De risicoafstanden zijn ook opgenomen in Tabel 7 van de Eindrapportage Basisnet Weg en Circulaire Risiconormering vervoer gevaarlijke stoffen. Dit zijn maximumwaarden, omdat deze berekend zijn op basis van groeiscenario's. In geval van woningbouwplannen langs wegen die in het Basisnet Weg zijn opgenomen kunnen deze risicoafstanden gehanteerd worden.

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 kan RBMII 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 normwaarde groter dan 1 dan wordt de oriëntatiewaarde van het Groepsrisico overschreden.

4b Bepaal vervolgens de GES-score en de bijbehorende afstand als volgt:

Plaatsgebonden Risico	Plaatsgebonden Risico en invloedsgebied	Overschrijding Oriëntatiewaarde Groepsrisico	GES-score	Afstand (m)
$< 10^{-8}$	> 200 m	nee	0	
$10^{-8} - 10^{-7}$	200 m - PR $\leq 10^{-6}$	nee	2	
$10^{-7} - 10^{-6}$	-	nee	4	
$> 10^{-6}$	PR $> 10^{-6}$	ja	6	

Is het Groepsrisico bekend, dan wordt eerst daaraan getoetst. Als de oriëntatiewaarde overschreden wordt, volgt daar een GES-score van 6 uit. De bijbehorende afstand is de 1% letali-

teitsgrens of de afstand van het invloedsgebied. Dit is een zone van 200 meter, waarin de gemeente rekening moet houden met het groepsrisico.

Is het Groepsrisico niet bekend of wordt de oriëntatiewaarde niet overschreden, dan wordt alleen getoetst aan het Plaatsgebonden Risico.

In de meeste gevallen is er geen 10^{-7} - of 10^{-8} /jaar-risicocontour bekend. Dan wordt een GES-score 2 toegekend aan de afstand van het invloedsgebied.

- 5 Teken de PR-contouren en de afstand van het invloedsgebied met behulp van de grafische software op de achtergrondkaart. Wordt het Groepsrisico overschreden dan kan hiervoor de afstand van het invloedsgebied worden aangehouden.**

De afstanden van de PR-contour en het invloedsgebied worden gerekend vanaf het midden van de weg.

- 6 Bepaal grof het aantal woningen dat binnen elke GES-score valt.**

Corrigeer voor andere gebouwen dan woningen volgens het voorbeeld in de algemene richtlijn van de handleiding. Hiervoor kan ook het Populatiebestand GR gebruikt worden (zie Module D Bedrijven en externe veiligheid). Dit is beschikbaar voor het bevoegd gezag. Geef per GES-score het aantal woningen.

- 7 Vul vervolgens de volgende tabel in:**

GES-score	Aantal woningen
0	
2	
4	
6	

- 8 Vul de GES-scores en bijbehorende aantal woningen in de verzamelstaat of rechtstreeks in het bijbehorende Excel bestand.**

H - Railverkeer en geluid

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.

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. 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.

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.

Geluidbelasting L_{den} dB	Ernstig gehinderden (%)	Geluidbelasting $L_{Aeq,23-7}$ dB	Ernstig slaapverstoorden (%)	GES-score
<48	<1	<42	<2	0
48 – 57	1 – 4	42 – 51	2 – 3	1
58 – 62	4 – 7	52 – 56	3 – 5	3
63 – 67	7 – 12	57 – 61	5 – 6	6
68 – 72	12 – 19	62 – 66	6 – 9	7
≥73	≥19	≥67	≥9	8

Zijn er alleen gegevens beschikbaar in de 5 dB klassen die op grond van de EU-Richtlijn Omgevingslawaaai zijn bepaald, dan is bovenstaande indeling niet te hanteren. Noodzakelijkerwijs moet dan gebruik gemaakt worden van de volgende indeling.

Geluidbelasting L_{den} dB	Ernstig gehinderden (%)	Geluidbelasting $L_{Aeq,23-7}$ dB	Ernstig slaapverstoorden (%)	GES-score
<50	<1	<44	<2	0
50 – 59	1 – 5	44 – 53	2 – 4	1
60 – 64	5 – 9	54 – 58	4 – 5	3
65 – 69	9 – 14	59 – 63	5 – 7	6
70 – 74	14 – 23	64 – 68	7 – 9	7
≥75	≥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 met behulp van de grafische software op de achtergrondkaart.**
- 6 Bepaal grof het aantal woningen dat binnen elke GES-score valt.**
 Corrigeer voor andere gebouwen dan woningen volgens het voorbeeld in de algemene richtlijn van de handleiding. Geef per GES-score het aantal woningen.
- 7 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. Er zijn namelijk 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 F - Wegverkeer en geluid). Het is hiermee onduidelijk of en in welke mate de GES-score daalt. Het 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:

- Er kan voor worden gekozen om 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 kan de GES-score op basis van de gevelbelasting worden aangegeven, 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 F – Wegverkeer en geluid)
- 9 Vul de GES-scores en bijbehorende aantallen woningen en eventueel deze van de gecombineerde geluidbelasting in de verzamelstaat of rechtstreeks in het bijbehorende Excel bestand.**

I - 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 of kijk op de risicokaart (www.risicokaart.nl).

Ook kan hiervoor het Eindrapport van de Werkgroep Basisnet Spoor worden geraadpleegd (<http://www.relevant.nl/display/DOC/Eindrapport+Basisnet+spoor>).

2a Ga de ligging van de PR-contouren voor 10^{-6} , 10^{-7} en 10^{-8} en de waarden van het Groepsrisico na.

De risicoafstanden zijn opgenomen in de bijlage Basisnettabellen Spoor van het Eindrapport (<http://www.relevant.nl/display/DOC/Eindrapport+Basisnet+spoor>). De groepsrisico's zijn op kaart weergegeven in het Eindrapport. De daarin genoemde risicoafstanden en groepsrisico's zijn maximumwaarden, omdat deze berekend zijn op basis van groeiscenario's. In geval van woningbouwplannen langs spoorvakken die in het Basisnet Spoor zijn opgenomen kunnen deze risicoafstanden en groepsrisico's gehanteerd worden.

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 Vlissingen (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 normwaarde groter dan 1 dan wordt de oriëntatiewaarde van het Groepsrisico overschreden.

3b Bepaal vervolgens de GES-score en de bijbehorende afstand als volgt:

Plaatsgebonden Risico	Plaatsgebonden Risico en invloedsgebied	Overschrijding Oriëntatiewaarde Groepsrisico	GES-score	Afstand (m)
$< 10^{-8}$	> 200 m	nee	0	
$10^{-8} - 10^{-7}$	200 m - PR $\leq 10^{-6}$	nee	2	
$10^{-7} - 10^{-6}$	-	nee	4	
$> 10^{-6}$	PR $> 10^{-6}$	ja	6	

Is het Groepsrisico bekend, dan wordt eerst daaraan getoetst. Als de oriëntatiewaarde overschreden wordt, volgt daar een GES-score van 6 uit. De bijbehorende afstand is de 1% letaliteitsgrens of de afstand van het invloedsgebied.

Is het Groepsrisico niet bekend of wordt de oriëntatiewaarde niet overschreden, dan wordt alleen getoetst aan het Plaatsgebonden Risico.

Is er geen 10^{-8} -risicocontour bekend, dan wordt een GES-score 2 toegekend aan de afstand van het invloedsgebied. Dit is een zone van 200 meter, waarin de gemeente rekening moet houden met het groepsrisico.

- 4 Teken de PR-contouren en de afstand van het invloedsgebied met behulp van de grafische software op de achtergrondkaart. Wordt het Groepsrisico overschreden dan kan hiervoor de afstand van het invloedsgebied worden aangehouden.**

De afstanden van de PR-contour en het invloedsgebied worden gerekend vanaf het hart van de spoorbundel.

- 5 Bepaal grof het aantal woningen dat binnen elke GES-score valt.**

Corrigeer voor andere gebouwen dan woningen volgens het voorbeeld in de algemene richtlijn van de handleiding. Hiervoor kan ook het Populatiebestand GR gebruikt worden (zie Module D Bedrijven en externe veiligheid). Dit is beschikbaar voor het bevoegd gezag. Geef per GES-score het aantal woningen.

- 6 Vul vervolgens de volgende tabel in:**

GES-score	Aantal woningen
0	
2	
4	
6	

- 7 Vul de GES-scores en bijbehorende aantal woningen in de verzamelstaat of rechtstreeks in het bijbehorende Excel bestand.**

J - 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), voor het Amsterdam-Rijnkanaal 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.rivm.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 verminderde longfunctie
50 – 59	7	Sterkere toename luchtwegklachten en verminderde longfunctie
≥ 60	8	

- 7** Teken de contouren van de GES-scores voor NO₂ met behulp van de grafische software op de achtergrondkaart.
- 8** Bepaal grof het aantal woningen dat binnen elke GES-score valt. Corrigeer voor andere gebouwen dan woningen volgens het voorbeeld in de algemene richtlijn van de handleiding. Geef per GES-score het aantal woningen.
- 9** Vul vervolgens de volgende tabel in:

GES-score	Aantal woningen
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	

- 10** Vul de GES-scores en bijbehorende aantal woningen 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.

K - Waterverkeer en geluid

1 Ga na of geluid van waterverkeer een rol speelt.

- Ga eerst na of er metingen of berekeningen door de gemeente zijn uitgevoerd met een door TNO aangepaste standaardrekenmethode 1 (SRM1) of met het door DHV op basis van SRM2 ontwikkelde rekenprogramma SHANTI (zie ModuleK Waterverkeer en geluidhinder in Deel 1).
- Selecteer het traject waarvoor de GES toegepast moet worden.

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. Ook kan gebruik gemaakt worden van SHANTI.

Eventueel zijn met behulp van de informatie uit het Handboek voor Milieubeheer zelf indicatieve berekeningen uit te voeren. Raadpleeg hiervoor Deel 1 – Module K 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 bebouwingslijn.

Geluidbelasting* L _{den} dB	Ernstig gehinderden (%)	GES-score
<43	0	0
43 – 47	0 – 3	1
48 – 52	3 – 5	2
53 – 57	5 – 9	4
58 – 62	9 – 14	5
63 – 67	14 – 21	6
68 – 72	21 – 31	7
≥73	≥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* L _{den} dB	Ernstig gehinderden (%)	GES-score
<45	0	0
45 – 49	1 – 4	1
50 – 54	4 – 6	2
55 – 59	6 – 10	4
60 – 64	10 – 16	5
65 – 69	16 – 25	6
70 – 74	25 – 37	7
≥75	≥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 met behulp van de grafische software op de achtergrondkaart.

8 Bepaal grof het aantal woningen dat binnen elke GES-score valt.
 Corrigeer voor andere gebouwen dan woningen volgens het voorbeeld in de algemene richtlijn van de handleiding. Geef per GES-score het aantal woningen.

9 Vul vervolgens de volgende tabel in:

GES-score	Aantal woningen
0	
1	
2	
4	
5	
6	
7	
8	

L - 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.
- Raadpleeg de Risicoatlas op www.risicokaart.nl
- Raadpleeg de Eindrapportage Basisnet Water, te downloaden via <http://www.rijksoverheid.nl/documenten-en-publicaties/notas/2008/06/12/definitief-ontwerp-basisnet-water.html>. Bepaal of het om een groene (beperkt vervoer), zwarte (frequent vervoer) of rode (zeevaart) vaarweg gaat (zie pagina 8).

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.

- Voor de zwarte en groene vaarwegen komt de PR-contour van 10^{-6} , ook met alle denkbare ontwikkelingen tot 2030, nergens op de oever. Er is ook nergens een knelpunt voor het groepsrisico.
- Voor de rode vaarwegen is er alleen langs de Westerschelde, bij het hoogste beschouwde groeiscenario, in 2030 een knelpunt voor zowel het Plaatsgebonden Risico als het Groepsrisico.

2b Bij wijziging van de bebouwing, wijzigt het Groepsrisico. Laat vast stellen wat het Groepsrisico in de nieuwe situatie is.

- Bij bouwplannen binnen 200 meter van een vaarweg moet de gemeente in principe rekening houden met het groepsrisico (verantwoordingsplicht).
- Voor groene vaarwegen (zie Eindrapportage Basisnet Water) is geen groepsrisicoverantwoording nodig.
- Bij zwarte vaarwegen met een bevolkingsdichtheid beneden de 1500 pers/ha aan beide zijden van het water en beneden 2250 pers/ha aan één zijde van het water hoeft het Groepsrisico niet berekend te worden, omdat dit geringer zal zijn dan 0,1 x de oriëntatie waarde.
- Langs rode vaarwegen dient zowel een groepsrisicoberekening als een verantwoording plaats te vinden.

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 normwaarde groter is dan 1 dan wordt de oriëntatiewaarde voor het Groepsrisico overschreden.

4 Bepaal vervolgens de GES-score en de bijbehorende afstand als volgt:

Plaatsgebonden Risico	Plaatsgebonden Risico en invloedsgebied	Overschrijding Oriëntatiewaarde Groepsrisico	GES-score
$< 10^{-8}$	> 200 m	nee	0
$10^{-8} - 10^{-7}$	200 m - $PR \leq 10^{-6}$	nee	2
$10^{-7} - 10^{-6}$	-	nee	4
$> 10^{-6}$	$PR > 10^{-6}$	ja*	6

Is het Groepsrisico bekend, dan wordt eerst daaraan getoetst. Als de oriëntatiewaarde overschreden wordt, volgt daar een GES-score van 6 uit.

Is dit niet het geval, dan wordt alleen getoetst aan het Plaatsgebonden Risico.

In de meeste gevallen is er geen 10^{-7} - of 10^{-8} -risicocontour bekend. Dan wordt een GES-score 2 toegekend aan de afstand van het invloedsgebied. Dit is een zone van 200 meter, waarin de gemeente rekening moet houden met het groepsrisico. Deze GES-score wordt niet toegekend bij groene vaarwegen, omdat er op deze vaarwegen slechts beperkt transport van gevaarlijke stoffen is en bij nieuwbouwplannen geen verantwoording van het groepsrisico nodig is.

5 Teken de PR-contouren en de afstand van het invloedsgebied met behulp van de grafische software op de achtergrondkaart. Wordt het Groepsrisico overschreden dan kan hiervoor de afstand van het invloedsgebied worden aangehouden.

De afstanden van de PR-contour en het invloedsgebied worden gerekend vanaf de waterlijn. De waterlijn is daar waar het water de oever raakt. De waterlijn fluctueert met de waterstand. Omdat er grote verschillen zijn tussen de diverse vaarwegen en de daarop voorkomende waterstanden, is de definitie van de waterlijn per type vaarweg gegeven in bijlage 3 van de Eindrapportage Basisnet Water.

6 Bepaal grof het aantal woningen dat binnen elke GES-score valt.

Corrigeer voor andere gebouwen dan woningen volgens het voorbeeld in de algemene richtlijn van de handleiding. Hiervoor kan ook het Populatiebestand GR gebruikt worden (zie Module D Bedrijven en externe veiligheid). Dit is beschikbaar voor het bevoegd gezag. Geef per GES-score het aantal woningen.

7 Vul vervolgens de volgende tabel in:

GES-score	Aantal woningen
0	
2	
4	
6	

8 Vul de GES-scores en bijbehorende aantal woningen in de verzamelstaat of rechtstreeks in het bijbehorende Excel bestand.

M - Vliegverkeer en geur

- 1 Ga bij de provincie na of er een onderzoek naar ervaren geurhinder is uitgevoerd.**
Zonder een onderzoek naar geurhinder is een gezondheidskundige beoordeling van geur 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 Teken de contouren van de GES-scores met behulp van de grafische software op de achtergrondkaart.**
- 4 Bepaal grof het aantal woningen dat binnen elke GES-score valt.**
Corrigeer voor andere gebouwen dan woningen volgens het voorbeeld in de algemene richtlijn van de handleiding. Geef per GES-score het aantal woningen.
- 5 Vul vervolgens de volgende tabel in:**

GES-score	Aantal woningen
0	
1	
3	
4	
6	

- 6 Vul de GES-scores en bijbehorende aantal woningen in de verzamelstaat of rechtstreeks in het bijbehorende Excel bestand.**

N - Vliegverkeer en geluid

1 Ga eerst na of geluid van vliegverkeer een rol speelt.

- Ga na of het een luchthaven is van nationale betekenis (Schiphol, Eelde, Lelystad, Maastricht en Rotterdam), een burgerluchthaven van regionale betekenis (Ameland, Budel, Drachten, Haamstede, Hilversum, Hoogeveen, Midden-Zeeland, Stadskanaal, Seppe, Terlet, Teuge en Texel) of een militaire luchthaven (Leeuwarden, Volkel, Eindhoven, De Kooy, Woensdrecht en Gilze Rijen).
- Vraag aan de gemeente of provincie of er een Aanwijzing voor het betreffende vliegveld geldt.
Is dit het geval dan is bekend waar de geluidzones liggen en wat de maximale geluidsbelasting daarbinnen mag zijn.
- Vraag aan de gemeente of provincie of de Aanwijzing is omgezet middels een Omzettingsregeling.
Met een Omzettingsregeling worden Ke- en B_{KL} -contouren omgezet in L_{den} -waarden en de geluidzones in beperkingengebieden
- Vraag aan de gemeente of provincie of er een Luchthavenbesluit is.
Een Luchthavenbesluit moet de geluidcontouren van 48, 56 en 70 dB bevatten.
- In geval van Schiphol: kijk op de interactieve geluidkaart van Schiphol op de website van het compendium voor de leefomgeving van het RIVM of het gebied binnen geluidcontouren ligt (http://geoservice.pbl.nl/website/flexviewer/index.html?config=cfg/CLO_Schiphol.xml)

2 Ga na welke geluidcontouren in de Aanwijzing of in het Luchthavenbesluit zijn opgenomen

- 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).
- Ga na of deze contouren in een omzettingsregeling zijn omgezet in L_{den} .
- Ga na of er al L_{den} waarden in een Luchthavenbesluit zijn opgenomen
- Selecteer het gebied waarvoor de GES toegepast moet worden.
- Verzamel de benodigde gegevens voor het invullen van de tabel.

3 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

Voor andere burgerluchthavens dan Schiphol wordt de grenswaarde van 35 Ke-contour omgezet in 56 dB L_{den} . Bij deze luchthavens zal geen 58 dB contour beschikbaar zijn. Hoewel het percentage ernstige hinder volgens de algemene relatie bij 56 dB L_{den} 12% is en bij GES-score 5 hoort, kan in dat geval aan deze geluidbelasting GES-score 6 toegekend worden. Er wordt wel aangeraden hierbij dan aan te tekenen dat het percentage ernstige hinder in vergelijking met andere geluidbronnen iets lager is.

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

De hoogste GES-score wordt genomen.

4 Teken de contouren van de GES-scores 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.

5 Bepaal grof het aantal woningen dat binnen elke GES-score valt.

Corrigeer voor andere gebouwen dan woningen volgens het voorbeeld in de algemene richtlijn van de handleiding. Geef per GES-score het aantal woningen.

6 Vul vervolgens de volgende tabel in:

GES-score	Op basis van: L_{den} , K_e , B_{KL} of $L_{Aeq,23-7}$	Aantal woningen
0		
1		
2		
4		
5		
6		
7		

7 Ga na of extra geluidisolatie wordt toegepast.

Zie hiervoor Module F, punt 8.

8 Vul de GES-scores en bijbehorende aantal woningen in de verzamelstaat of rechtstreeks in het bijbehorende Excel bestand.

O - Vliegverkeer en externe veiligheid

1 Ga na of externe veiligheid van vliegverkeer een rol speelt.

Raadpleeg hiervoor de risicokaart op www.risicokaart.nl. Hierop zijn alle burgerluchthavens en de militaire terreinen, waar buiten het hek vanwege externe veiligheid beperkingen gelden voor het ruimtegebruik, aangegeven. Voor Schiphol kan de interactieve atlas geraadpleegd worden op <http://www.compendiumvoordeleefomgeving.nl/indicatoren/nl0305-Veiligheid-random-Schiphol.html?i=13-90>.

2 Vraag bij de provincie de ligging van de PR-contouren.

3 Bepaal de GES-score als volgt:

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

4 Teken de PR-contouren met behulp van de grafische software op de achtergrondkaart.

5 Bepaal grof het aantal woningen dat binnen elke GES-score valt.

Corrigeer voor andere gebouwen dan woningen volgens het voorbeeld in de algemene richtlijn van de handleiding. Geef per GES-score het aantal woningen.

6 Vul vervolgens de volgende tabel in:

GES-score	Aantal woningen
0	
2	
4	
6	

7 Vul de GES-scores en bijbehorende aantal woningen in de verzamelstaat of rechtstreeks in het bijbehorende Excel bestand.

P - 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 gechlloreerde 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/Sanscrit berekend voor de standaardbodem.

Tabel metalen. Achtergrondwaarden, HumToxMW en HumToxSanscrit voor de standaardbodem in mg/kg d.s.

Stof	AW 2000	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	432	562	97	166	2624	614	796	139	237	3622
Cd	0,6	24,7	227	1,9	3,8	1101	44,2	405	3,4	6,8	1965
Cu	40	6901	23611	792	1532	29897	8295	25020	1001	1925	30300
Pb	50	410	558	107	180	2754	534	727	140	235	3592
Zn	140	25517	202594	1842	3651	982689	51033	405188	3685	7303	1965377

Tabel PAK. Achtergrondwaarden, HumToxMW en HumToxSanscrit voor de standaardbodem in mg/kg d.s.

Stof	AW 2000	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	77	153

** 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.ggd Kennisnet.nl/thema/ges of www.rijksoverheid.nl (zoekterm GES).
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.**
Als invoer wordt de representatieve grondconcentratie gebruikt die voorkomt 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.**
Als invoer wordt de representatieve grondwaterconcentratie gebruikt die voorkomt in het gebied waar ook de mogelijke blootstelling plaatsvindt.
- 4 Bepaal de GES-score voor elke stof als volgt:**

Concentratie *	GES-score	Opmerkingen
$C_g < AW_{2000}$	0	geen overschrijding Achtergrond/Streefwaarde geen gezondheidsrisico
$C_{gw} < SW$	0	
$AW < C_g < HumToxMW$	2	wel bodemverontreiniging gezondheidsrisico onwaarschijnlijk
$SW < C_{gw} < HumToxMW$	2	
$HumToxMW < C_g < HumToxSanscrit$	4	wel bodemverontreiniging gezondheidsrisico mogelijk
$HumToxMW < C_{gw} < HumToxSanscrit$	4	
$C_g > HumToxSanscrit$	6	overschrijding maximaal toelaatbaar risico gezondheidsrisico waarschijnlijk
$C_{gw} > HumToxSanscrit$	6	

*: C_g = concentratie in grond; C_{gw} = concentratie in grondwater

- 5 Teken de bodemverontreinigingsplekken met GES-score 2, 4 en 6 met behulp van de grafische software op de achtergrondkaart.**

- 6 Bepaal grof het aantal woningen binnen GES-score 2, 4 en 6.**
Corrigeer voor andere gebouwen dan woningen volgens het voorbeeld in de algemene richtlijn van de handleiding. Geef per GES-score het aantal woningen.

- 7 Vul vervolgens per stof de volgende tabel:**

GES-score	Aantal woningen			
	Stof 1	Stof 2	Stof 3	Stof 4
0				
2				
4				
6				

- 8 Vul de GES-scores en bijbehorende aantal woningen in de verzamelstaat of rechtstreeks in het bijbehorende Excel bestand.**

Q - 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

<http://www.rivm.nl/Onderwerpen/Onderwerpen/H/Hoogspanningslijnen/Netkaart> 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 informatie-knop) af wat de breedte is van de indicatieve zone van 0,4 μT .

2 Schat de afstand van de hartlijn van de hoogspanningslijn tot de grens van de 0,3 μT en 0,2 μT zone met behulp van de onderstaande tabel.

Gebruik in de tweede kolom de halve breedte van de indicatieve zone van 0,4 μT (dus afstand van het hart van de hoogspanningslijn tot grens van 0,4 μT) en tel deze waarde op bij de afstanden in de derde (0,3 μT) en vierde (0,2 μT) kolom. Dit geeft de indicatieve afstanden van de hartlijn van de hoogspanningslijn tot de grens van 0,2 μT , 0,3 μT en 0,4 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 380 kV: Indien A = 140 m dan ligt de 0,3 μT zone op 160 m van de hartlijn en de 0,2 μT 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 veldsterkeberekening van de specifieke jaargemiddelde magnetische veldsterkte van 0,2 μT , 0,3 μT en 0,4 μT uitgevoerd worden.

Dit kan overwogen worden in de gevallen dat de dichtstbijzijnde bebouwing binnen de indicatieve zone van 0,4 μT 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. De actuele, geldige versie van de handreiking is te vinden op:

www.rivm.nl/milieuportaal/dossier/hoogspanningslijnen/zonering/ onder Downloads rechts onderaan de webpagina.

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 met behulp van de grafische software op de achtergrondkaart.

7 Bepaal grof het aantal woningen dat binnen elke GES-score valt.

Corrigeer voor andere gebouwen dan woningen volgens het voorbeeld in de algemene richtlijn van de handleiding. Geef per GES-score het aantal woningen.

8 Vul vervolgens de volgende tabel in:

GES-score	Aantal woningen
0	
2	
4	
6	

9 Vul de GES-scores en bijbehorende aantal woningen 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	Aantal woningen	GES-score achtergrond
Bedrijven	Luchtverontreiniging Stof 1			
	Stof 2			
	Stof 3			
	Stof 4			
	Geur			
	Geluid			
	Externe veiligheid			
Wegverkeer	Luchtverontreiniging benzeen			
	Fijnstof			
	B(a)P			
	NO ₂			
	CO			
	Geluid			
	Externe veiligheid			
Railverkeer	Geluid			
	Externe veiligheid			
Waterverkeer	Luchtverontreiniging NO ₂			
	Geluid			
	Externe veiligheid			
Vliegverkeer	Geur			
	Geluid			
	Externe veiligheid			
Bodemverontreiniging	Stof 1			
	Stof 2			
	Stof 3			
	Stof 4			
Bovengrondse hoogspanningslijnen	Elektromagnetische velden			

Stel eventueel het maximaal aantal woningen binnen het gehele gebied vast. Om het aantal bewoners te schatten kan gebruik gemaakt worden van een bewonersdichtheid van 2,20 personen per woning (CBS, 2011).

Stel eventueel vast of in het gebied bijzondere gebouwen aanwezig zijn die gedurende een bepaalde tijd van de dag meer dan een normaal aantal mensen bevat. Corrigeer voor andere gebouwen dan woningen volgens het voorbeeld in de algemene richtlijn van de handleiding.

Aantal woningen	
Bijzondere gebouwen:	

5. Grafische presentatie

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

1. GES-scores in een grafiek via de grafiekfunctie in Excel

De meest eenvoudige grafische presentatie van GES-scores is via de grafiekfunctie van Excel. In hoofdstuk 5.1 wordt een beschrijving gegeven.

2. GES-scores op een kaart via een grafisch tekenprogramma

De kracht van een GES ligt ondermeer in het zichtbaar maken van de blootstelling van de mens aan verschillende milieufactoren op een kaart. Door de diverse GES scores als een contour of als zone op een kaart te tekenen is in één oogopslag te zien waar gezondheidkundige knelpunten en kansen liggen van de voorgenomen activiteit.

Om de contouren van de GES scores op een kaart te tekenen is een relatief eenvoudig tekenpakket aanbevolen waarmee de gebruiker snel uit de voeten kan in de vorm van het software product Xara Photo & Graphic Designer MX . Met dit grafische tekenprogramma kan de gebruiker handmatig grafische contouren tekenen op een achtergrondkaart. In hoofdstuk 5.2 wordt een uitgebreide beschrijving gegeven van de mogelijkheden van Xara Photo & Graphic Designer MX .

3. GES-scores op een kaart via een geografisch informatiesysteem (GIS)

Tegenwoordig werken lokale overheden vaak met GIS (Geografisch Informatie Systeem). De resultaten van GES zijn via een GIS geautomatiseerd te visualiseren. Samenwerking met GIS-deskundigen is daarbij noodzakelijk indien de uitvoerder van GES niet over kennis van GIS of over de noodzakelijke GIS software beschikt. Het voordeel van de toepassing van een GIS bij de presentatie van GES-scores is het gemak waarmee geautomatiseerd grafische presentaties gemaakt kunnen worden en de mogelijkheden van koppelingen met andere databestanden, zoals een woningbestand. Veelal zijn ook al de milieubelastinggegevens, waarop de GES-scores zijn gebaseerd, al in een GIS-bestand aanwezig. Om duidelijk te maken wat GIS betekent in de praktijk volgt hier een korte beschrijving van GIS. Zoals hierboven is aangegeven is het op zich niet nodig om (complexe) GIS-programma's te gebruiken voor het visualiseren van de resultaten van de GES. GIS is vooral een handig hulpmiddel.

Wat is GIS?

Een Geografisch Informatiesysteem is een informatiesysteem waarmee (ruimtelijke) gegevens of informatie over geografische objecten, zogeheten geo-informatie kan worden opgeslagen, beheerd, bewerkt, geanalyseerd, geïntegreerd en gepresenteerd.

Een GIS is een operationeel, ondersteunend informatiesysteem waarbij de data een geografische dimensie (bijvoorbeeld een X- en Y-coördinaat) hebben, zodat deze gerelateerd kunnen worden aan een bepaalde plek op aarde. Een GIS heeft drie praktische functies:

- Omzetten van grote hoeveelheden topografische data in digitale vorm.
- Ontwikkelen van een relationele database.
- Vormgeven van grafische output uit computers zoals plattegronden, kaarten en grafieken.

Het vastleggen waar iets is of gebeurt vindt plaats in een referentiestelsel, in Nederland bijvoorbeeld in Rijksdriehoekscoördinaten (RD). Dit is een vast grid van X- en Y-coördinaten dat over Nederland is gelegd.

Naast visualisatie van geografisch gebonden informatie is de analyse van geografisch gebonden informatie een belangrijke toepassing binnen GIS. Door bewerkingen, berekeningen en analyses binnen een GIS-systeem is het mogelijk om objecten waarvan hun ligging ruimtelijk bekend is beter te beheren.

In een GIS worden gegevens en informatie over geografische locatiegebonden objecten vastgelegd. Het kan daarbij gaan om reële objecten, zoals wegen, woningen en transportleidingen, en het kan gaan om virtuele objecten zoals ruimtelijke bestemmingen, luchtverontreiniging of geluidbelasting. Vaak moeten data worden gekoppeld aan een geografische positie of aan een geografisch object (geocoderen). Voorbeelden van geografische gegevensbronnen zijn:

- Digitale kaartbestanden van de Topografische Dienst, het Kadaster of Nutsbedrijven.
- Luchtfoto's en satellietopnamen.
- Postcodebestand en de bestanden met alle postadressen.

Voorbeelden van locatiegebonden data zijn:

- Gemeentelijke basisadministratie (GBA; adressenbestanden en bevolkingsgegevens).
- Statistische gegevens van het Centraal Bureau voor Statistiek (CBS).
- Meetpunten voor luchtkwaliteit.
- Rekenbestanden van geluidbelasting aan de gevel van woningen.

Bekende voorbeelden van GIS toepassingen zijn Google Maps en Google Earth. Enkele in Nederland bekende en veel gebruikte GIS leveranciers zijn Intergraph, ESRI (ArcGis), GE SmallWorld en MapInfo.

De toepassing van GIS bij GES

Als de milieubelasting, bijvoorbeeld de luchtconcentraties, in een GIS-bestand zijn opgenomen is het eenvoudig om GES-scorecontouren of -zones op een kaart weer te geven. Aan diegene die het GIS-bestand beheert moet aangegeven worden welke concentratieklasse bij welke GES-score en kleur hoort. Dit moet ingevoerd worden in de GIS-toepassing. Het is vervolgens eenvoudig om de GES-score in zones op een kaartondergrond weer te geven.

Als kaartondergrond wordt vaak een topografische kaart gebruikt, bijvoorbeeld één met een schaal van 1:10.000 (TOP10NL). Voor GES is het in elk geval belangrijk, dat er bebouwing of woningen, wegen, spoorwegen en waterwegen op de kaart aangegeven zijn.

Het kan zijn, dat bij een GIS-bestand eerst nog een bewerking uitgevoerd moet worden om de GES-contouren goed weer te kunnen geven. Voor bijvoorbeeld luchtverontreiniging rond rijkswegen is er een GIS-bestand met dwarsprofielen: concentraties op bepaalde afstanden loodrecht op de weg. Daar moet een nauwkeuriger gridbestand van gemaakt worden met rasterpunten op kortere afstanden van elkaar. Dat betekent dat er geïnterpoleerd moet worden (een concentratie toegekend worden aan een rasterpunt dat tussen de weergegeven punten inzit). Dat kan binnen de GIS-toepassing met "kriging". Er zijn verschillende instellingen mogelijk (bijv. rasterpunten op 10 of op 25 meter). De resultaten zullen iets verschillen, maar de verschillen zijn marginaal.

Is er een woningbestand dan kan dit gecombineerd worden met bijvoorbeeld de GES-scorezones. Zo is snel op een kaart zichtbaar te maken welke woningen binnen welke GES-score vallen. In het IPO-project Gezondheid en Milieu zijn bijvoorbeeld de woningen met stippen weergegeven in de kleur van de betreffende GES-score. Zo is snel te zien waar de woningen met hogere GES-score gelokaliseerd zijn en waar zich clusters voordoen. Met behulp van de GIS-toepassing kunnen de woningen voor elke GES-score ook eenvoudig geteld worden.

Als woningbestand wordt vaak het Adrescoördinaten Nederland (ACN) van het Kadaster gebruikt. Hierbij is elk bekend postadres voorzien van een X- en Y-coördinaat, gemeten in het Rijksdriehoekstelsel. Er zijn ook woningbestanden waarbij aan elk adres van het ACN een functie wonen of werken gekoppeld is, zodat bijvoorbeeld alleen de woningen er uitgefilterd kunnen worden.

Grafische presentatie met Surfer®

Een grafische softwarepakket dat een tussenvorm is tussen een grafisch tekenprogramma en een GIS is Surfer®. Surfer¹⁵ is een softwarepakket voor het geautomatiseerd maken van een puntenplot of een contourplot op een achtergrondkaart. Voor deze toepassingen heeft het programma een functionaliteit die GIS benadert. Net zoals in GIS vormen de Rijksdriehoekskoördinaten de basis voor de werkelijke geografische locatie van de milieugegevens. Het programma maakt gebruik van verschillende statistische interpolatietechnieken om data grafisch te aggregeren, waaronder "kriging". Invoer is mogelijk van (x,y,z) data via Dbase of Excel, maar er kunnen ook GIS bestanden worden geïmporteerd, zoals Shape-files of CAD-files. Ook Surfer werkt met kaartlagen die over elkaar heen geprojecteerd kunnen worden. In de nieuwste versie (Surfer 9) is een transparantiemogelijkheid toegevoegd waardoor over elkaar geprojecteerde kaartlagen beter zichtbaar zijn.

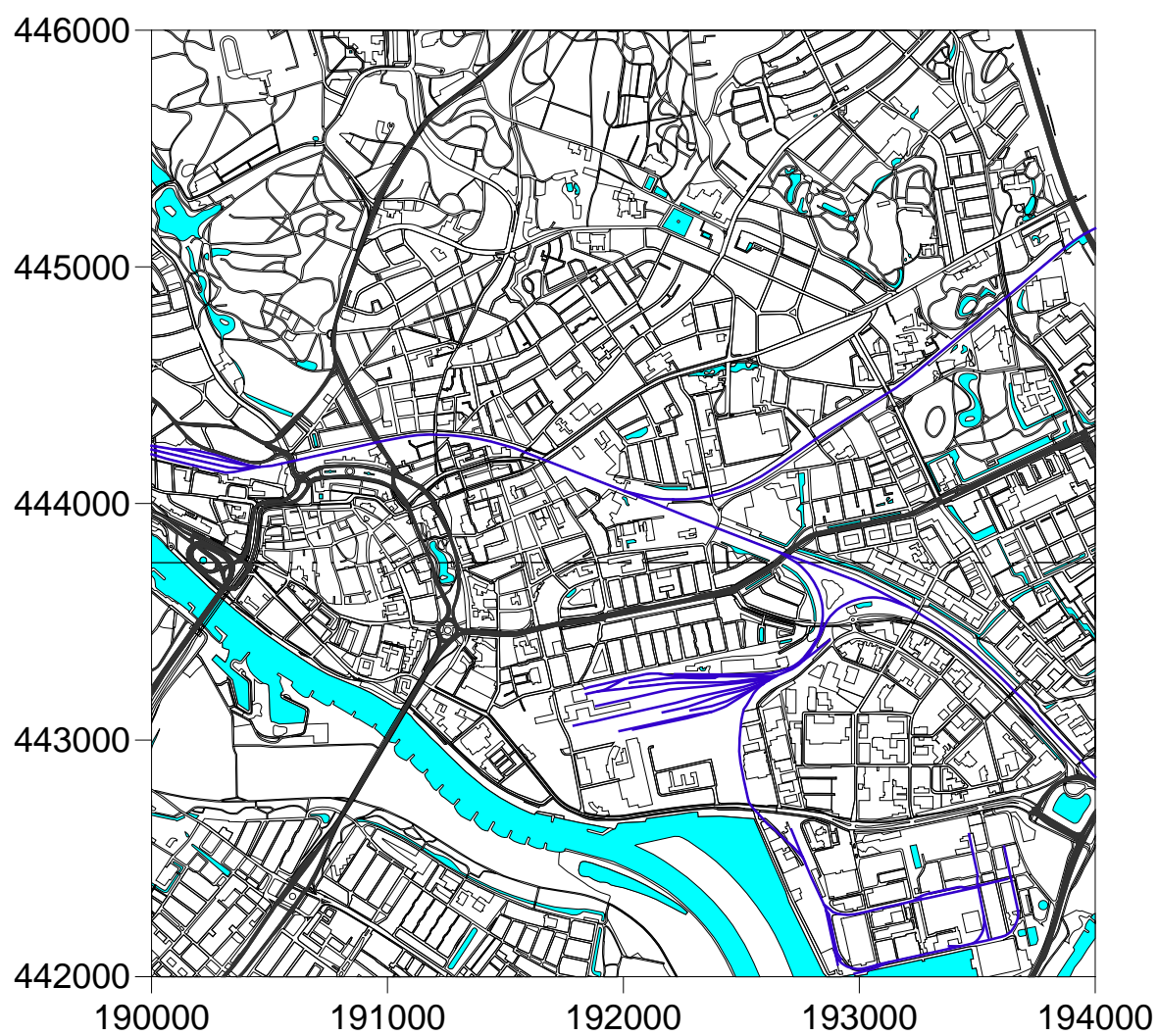
Een beperking van Surfer is dat een koppeling aan specifieke bestanden met (geo)data, zoals een woningbestand, niet tot de mogelijkheden behoort. Het geautomatiseerd tellen van woningen of bevolkingsdichtheid binnen een GES-contour of ander omschreven geografisch gebied is niet mogelijk. Het grote voordeel van Surfer (naast de geringe aanschafkosten) is het gebruiksgemak. Specifieke GIS vaardigheden zijn niet noodzakelijk om fraaie kaarten op basis van de Rijksdriehoekskoördinaten te maken.

In de onderstaande figuren zijn voorbeelden gegeven van presentaties met behulp van Surfer:

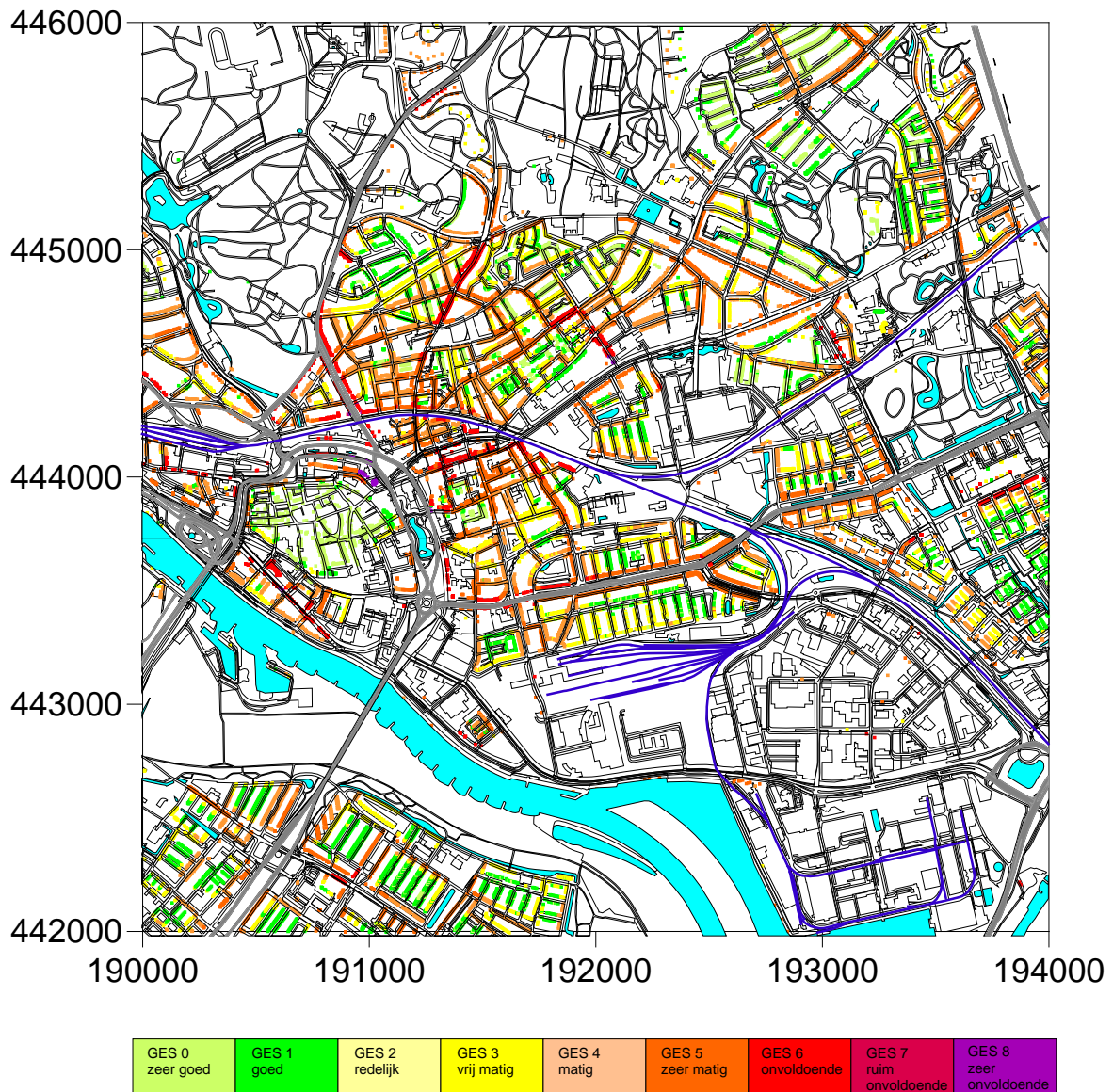
- Een achtergrondkaart zoals die door de gemeente, provincie of veiligheidsregio (in Shape-files) aangeleverd kan worden met daarop het gemeentelijke wegennet, het hoofdwegennet, het spoorwegennet, de waterwegen en de woningen (optioneel de wijkindeling, groen, e.d.). Digitale kaarten van het Kadaster (TOP10NL) zijn hiervoor zeer bruikbaar.
- Een kaartlaag die geprojecteerd is op de achtergrondkaart met de weergave van de geluidbelasting (cumulatie van wegverkeer, railverkeer en bedrijven) per individuele woning (een zogenaamde PostMap). De geluidbelasting van de woningen is in de betreffende GES kleuren weergegeven.
- Een kaartlaag die geprojecteerd is op de achtergrondkaart met de weergave van de geluidbelasting (cumulatie van wegverkeer, railverkeer en bedrijven) in geluidscontouren (contourplot). De punten met gelijke geluidbelasting zijn via de statistische interpolatietechniek "kriging" verkregen. De geluidbelasting van de contouren is in de betreffende GES kleuren weergegeven.

¹⁵ Surfer is een product van Golden Software. De meest recente versie is Surfer 9. De kosten van het pakket bedragen ca. € 500,-. Nadere info op: www.goldensoftware.com.

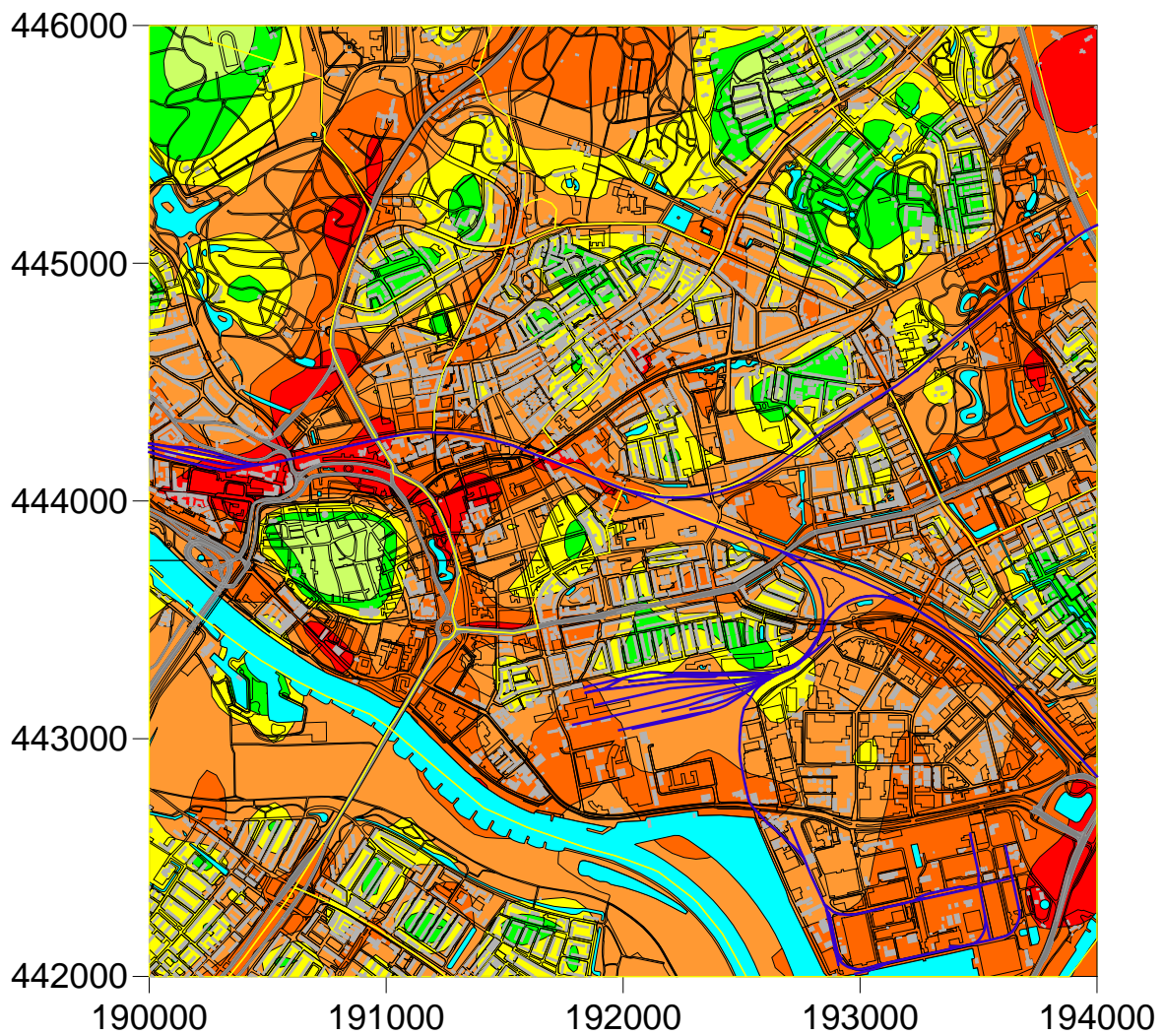
Achtergrondkaart van een plangebied met wegenstructuur, spoorlijnen, waterwegen en woningen
(Shape-files geïmporteerd in Surfer)



Plot (PostMap) van geluidbelaste woningen (in corresponderende GES kleuren) geprojecteerd op de achtergrondkaart



Contourplot (in corresponderende GES kleuren) geprojecteerd op de achtergrondkaart (woningen zijn in grijs weergegeven)



GES 0 zeer goed	GES 1 goed	GES 2 redelijk	GES 3 vrij matig	GES 4 matig	GES 5 zeer matig	GES 6 onvoldoende	GES 7 ruim onvoldoende	GES 8 zeer onvoldoende
--------------------	---------------	-------------------	---------------------	----------------	---------------------	----------------------	------------------------------	------------------------------

5.1 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.

Het Excel grafiekbestand is te downloaden via www.ggdkennisnet.nl/thema/ges of via www.rijksoverheid.nl (zoekterm GES). In het bestand 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 het aantal woningen. Zodra een score of aantal wordt gewijzigd verandert ook de daarbij behorende grafiek.

Vanuit de tabel zijn standaard twee grafieken gemaakt:

- een staafdiagram met GES-score en aantal woningen 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.³

5.2 XaraX en Xara Photo & Graphic Designer MX 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 gereedschapsknop, *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 scherpte 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

Xara Photo & Graphic Designer MX 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.

Xara Photo & Graphic Designer MX 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 Xara Photo & Graphic Designer MX 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

Een trial versie¹⁶ van Xara Photo & Graphic Designer MX is te downloaden via de website www.xara.com. Hier is het pakket ook online te bestellen. In Nederland wordt Xara Photo & Graphic Designer MX geleverd door BT Software te Eindhoven. Bestellen kan via www.BTSoftware.com. In het hiernavolgende kan voor XaraX ook Xara Photo & Graphic Designer MX 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.



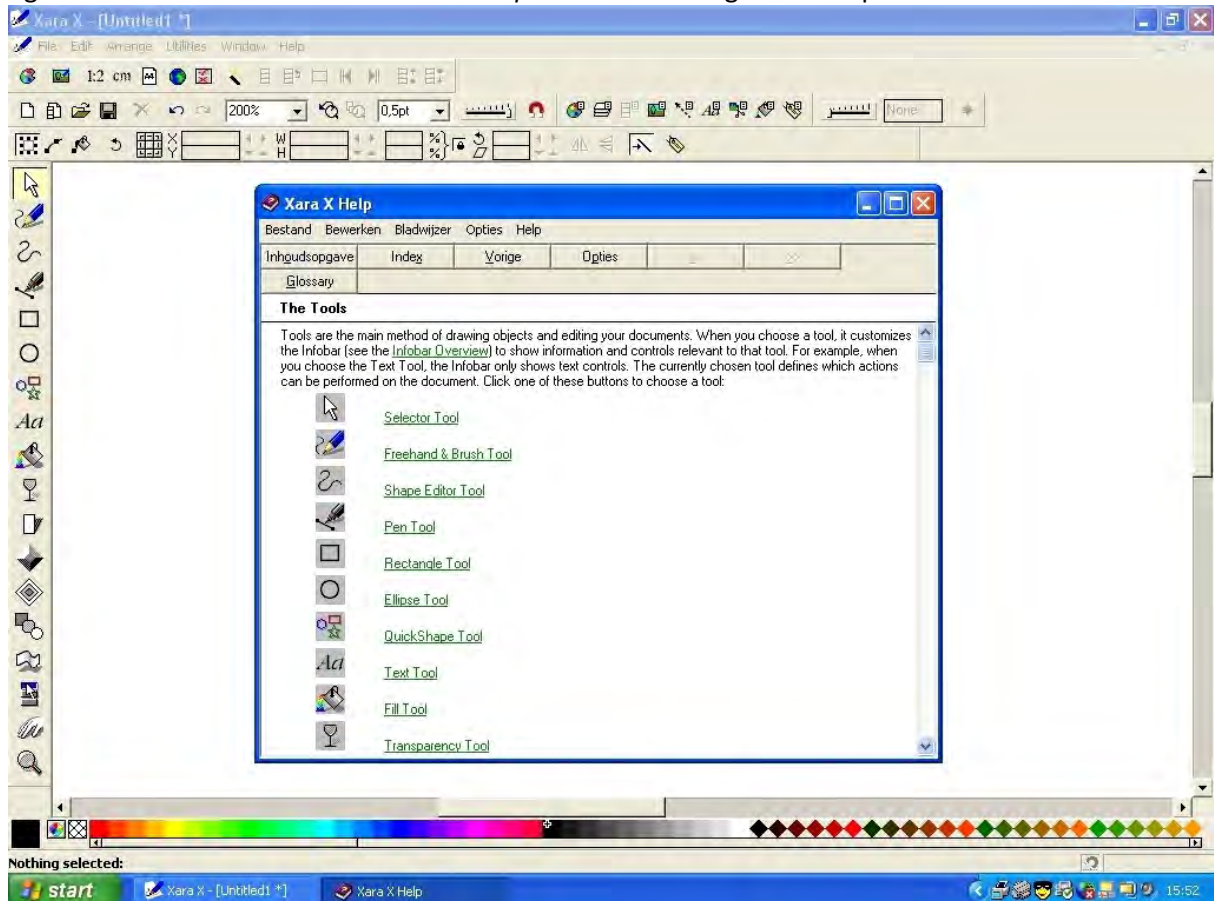
Daarnaast bezit XaraX een aantal specifieke knoppen, die zich in de gereedschapsbalk (linkerzijde van het scherm) en de werkbalken (bovenzijde van het scherm) bevinden. Aan de linkerzijde van het scherm bevindt zich de gereedschapsbalk (toolbar) met de gereedschappen om o.a. te selecteren, te tekenen, teksten te maken, te zoomen e.d.

¹⁶ De trial (probeer) versie werkt 15 dagen en is daarna niet meer bruikbaar. Enkele opties, zoals printen en exporteren, zijn uitgeschakeld.

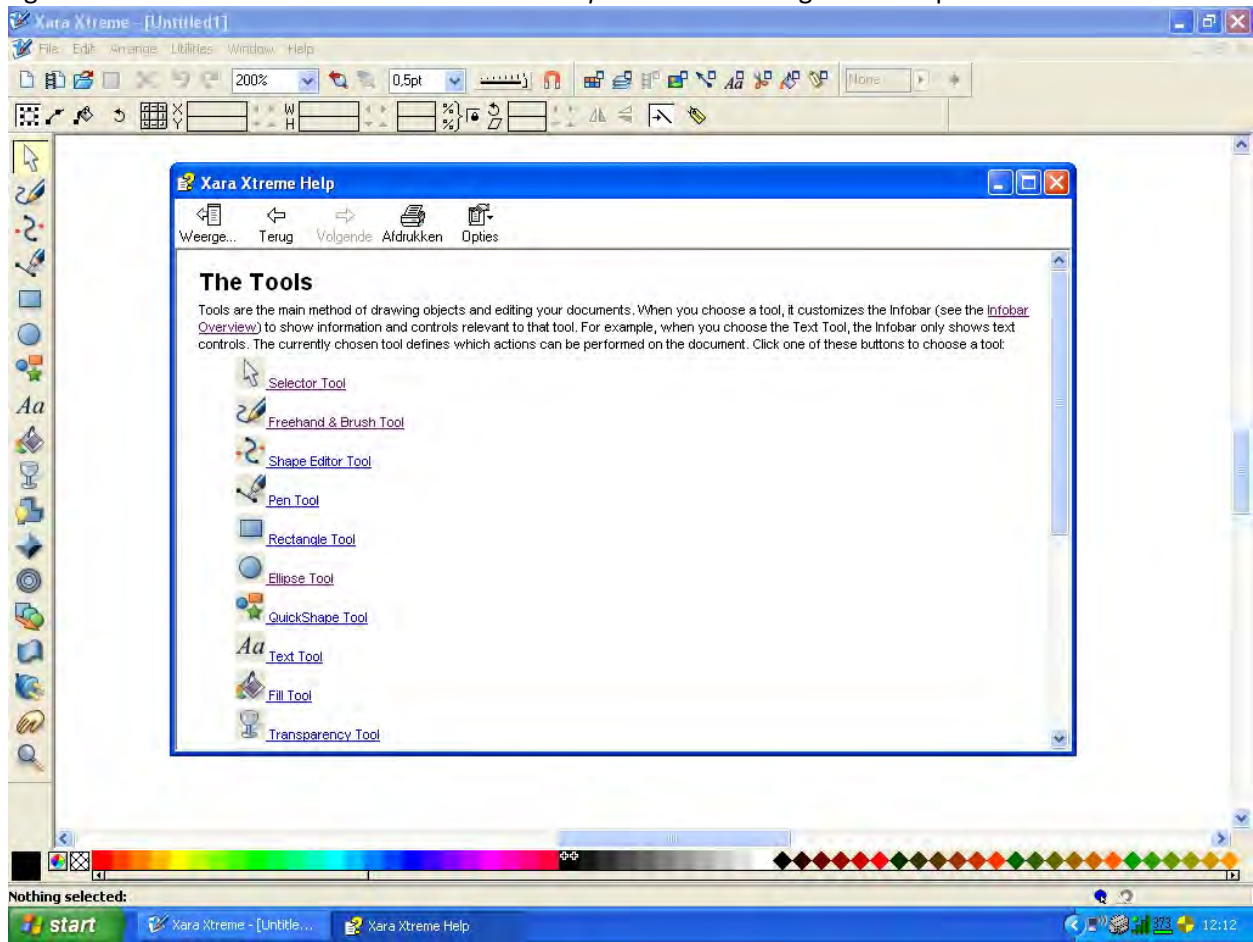
Het voert te ver om alle functies in XaraX te bespreken. De gebruiker kan deze zelf ontdekken waarbij geadviseerd wordt om gebruik te maken van de uitgebreide *Help* functie. De *Help* functie wordt geactiveerd door met de linker muisknop op *Help* in de menubalk te klikken en vervolgens op *XaraX Help*. 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.

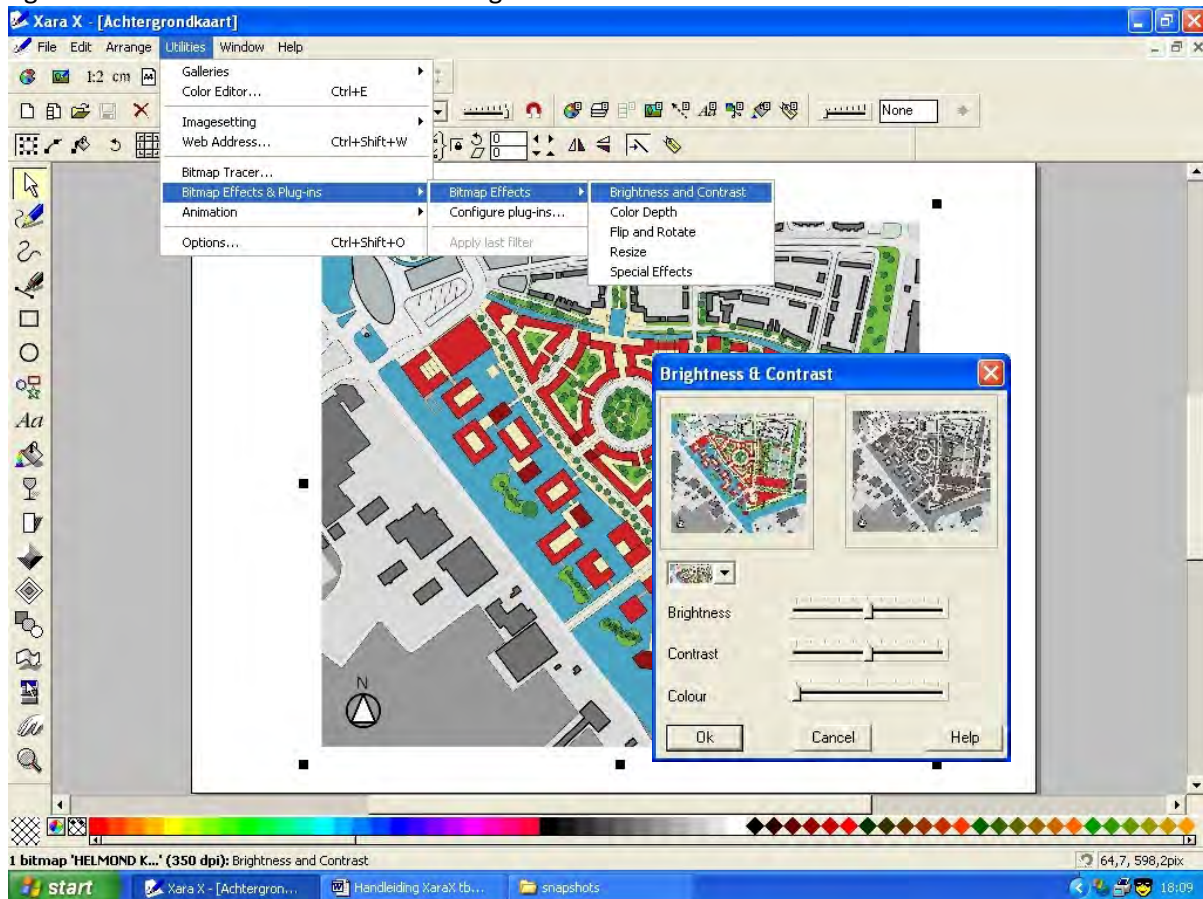
Kies in menu *File* de optie *Import*. Kies in het venster de locatie van het kaartbestand en selecteer deze. XaraX kan vrijwel alle bekende grafische filetypes importeren (BMP, JPG, TIF, GIF, EPS, WMF, DCX, PCX, MAC, PAL, HTM, enz.).

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* (pijl) 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



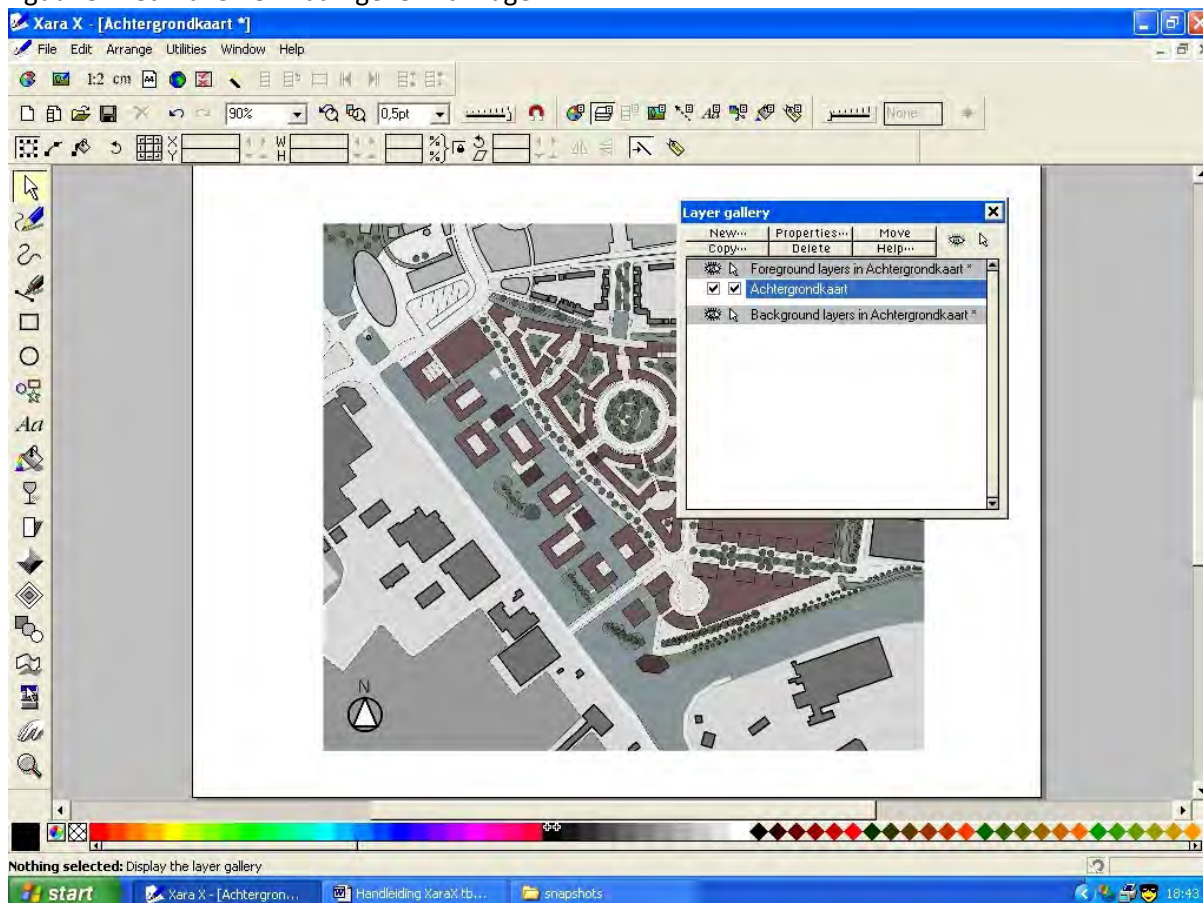
Stap 2: het maken van lagen (layers)

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



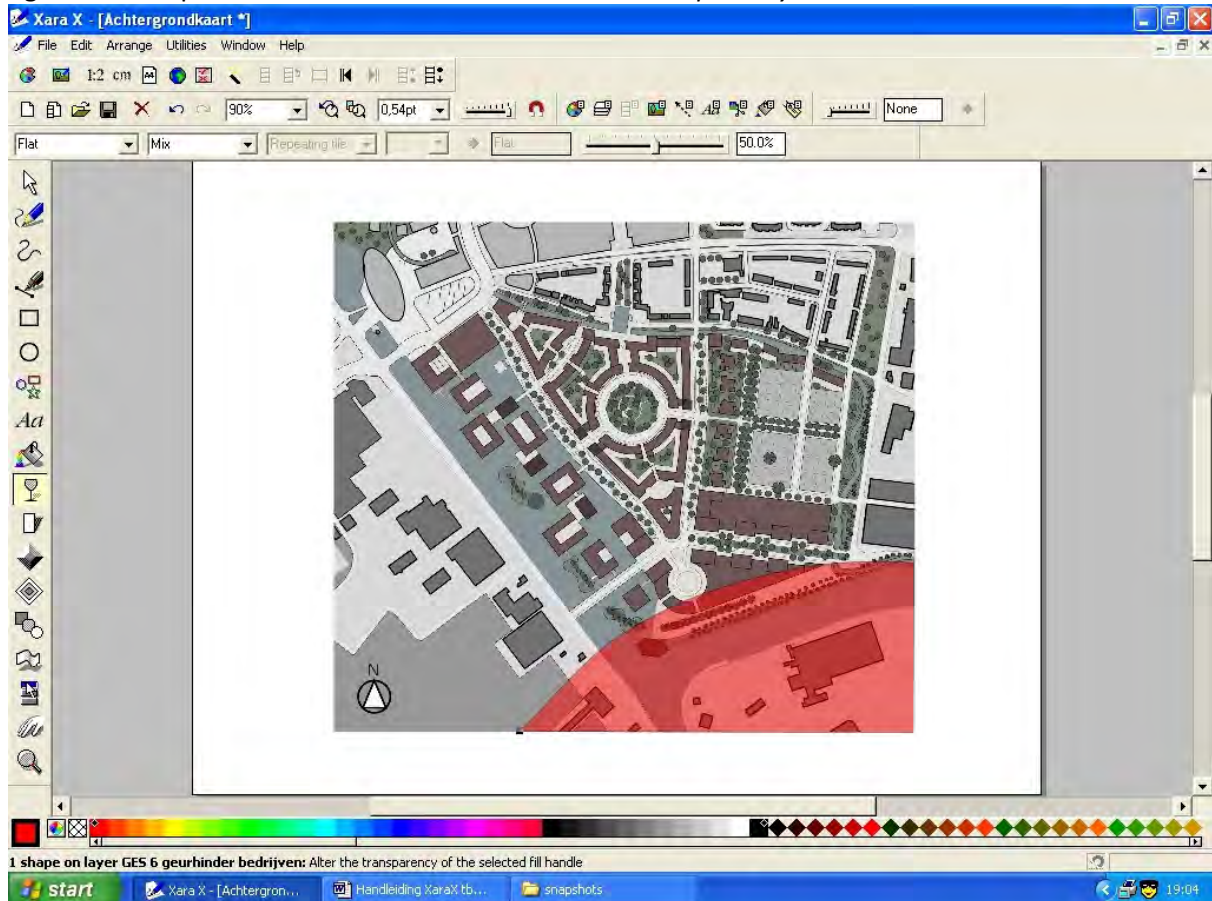
GES scores worden gegradeerd van 0 tot en met 8. Aan deze gradatie is een kleur gekoppeld waarmee de milieugezondheidskwaliteit van de GES score wordt gevisualiseerd. De GES scores 0 en 1 krijgen een groene kleur, de GES scores 2 tot en met 5 een gele kleur en de GES scores 6 tot en met 8 een rode kleur. Het blijkt dat met deze kleurkeuze nuances wegvallen. Een GES score 2 met milieugezondheidskwaliteit “redelijk” krijgt dezelfde kleur als GES score 5 met milieugezondheidskwaliteit “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 transparency 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.

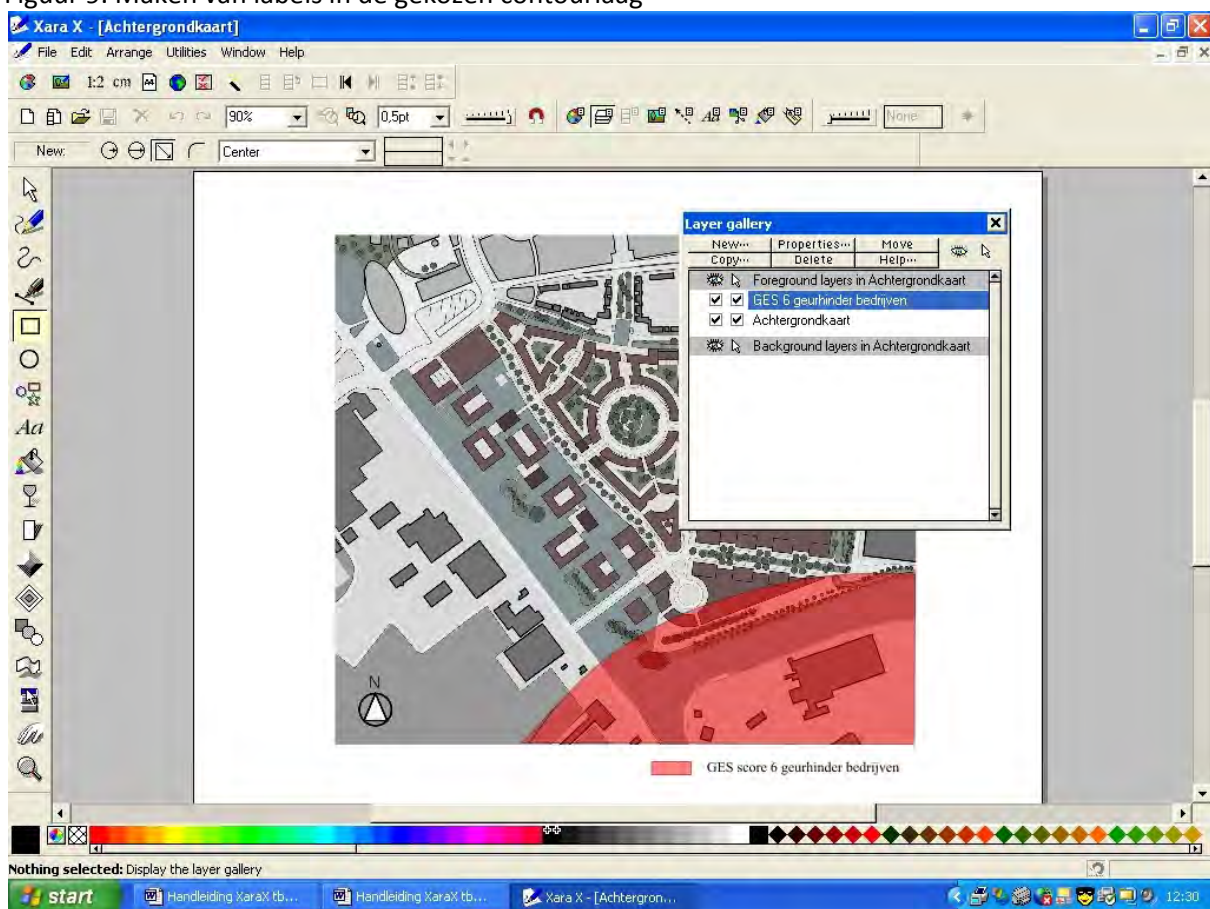
Indien de achtergrondkaart met alle contouren verkleind of vergroot moet worden dan moeten alle objecten geselecteerd zijn! Zorg hiervoor dat alle lagen aangevinkt zijn voor selectie. Ga dan naar *Edit > Select all*.

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

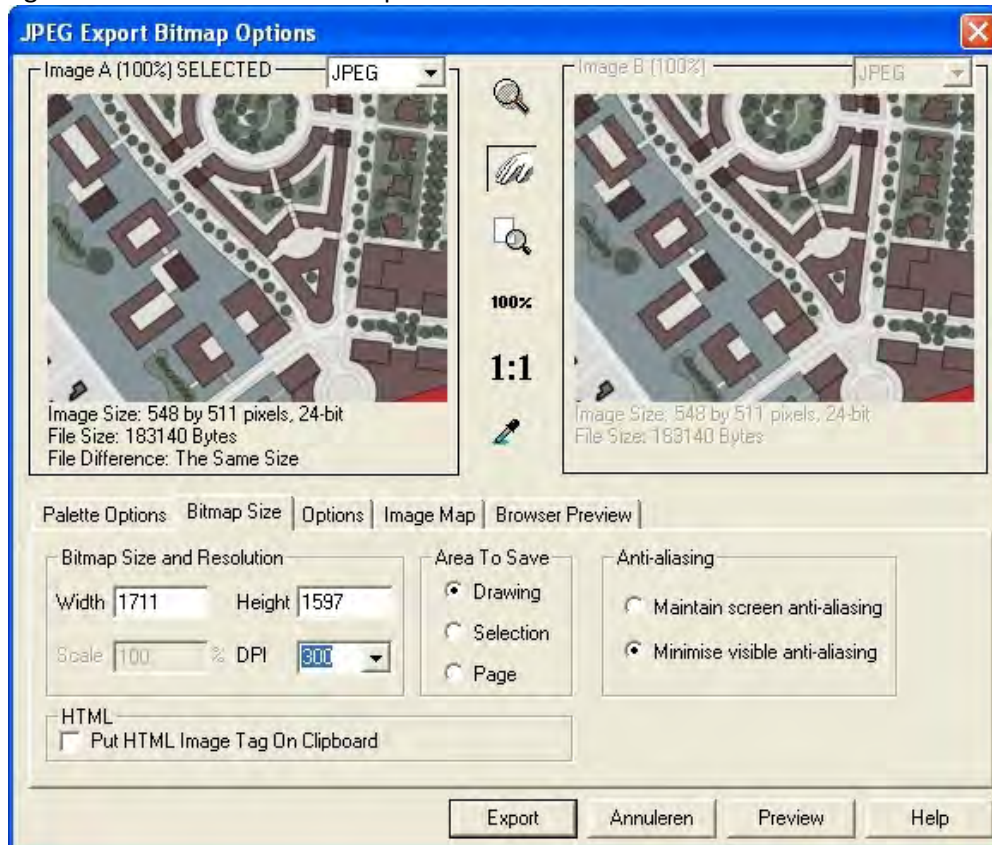


Stap 5: exporteren van de kaart

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).

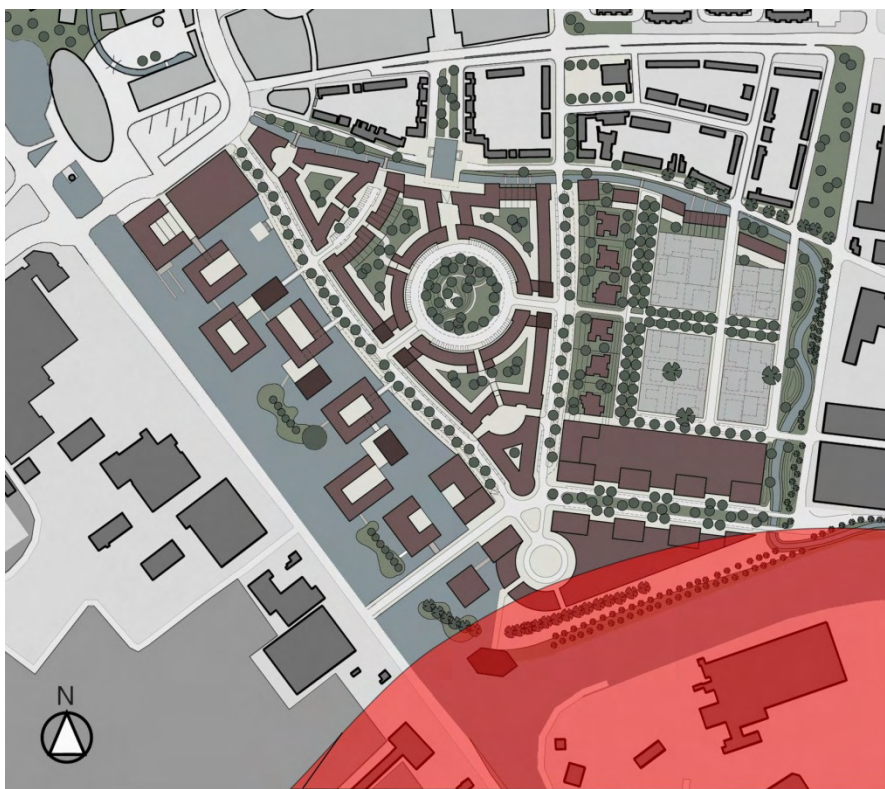
Figuur 10. Keuzescherf voor export als JPEG bestand



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 GES contouren van geurhinder en geluidhinder door wegverkeer en geurhinder door bedrijven.

Figuur 11. Eindresultaat exporteren afbeelding en plakken in Word



GES score 6 geurhinder bedrijven

Figuur 12. Voorbeeld afbeelding gecombineerde contouren

Geluidhinder wegverkeer, luchtverontreiniging wegverkeer en geurhinder bedrijven



GES score 4a

GES score 4b

GES score 5

GES score 6

6. Voorbeeld van uitvoering van een GES

Inleiding

In deze handleiding wordt een voorbeeld gepresenteerd van de uitvoering van een GES in een gefinancierde 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. Hoe een GES uitgevoerd kan worden en hoe de resultaten van een GES kunnen worden weergegeven wordt uitgewerkt in dit voorbeeld. Ook op GGD Kennisnet zijn GES rapportages te vinden.

Waarom een GES?

GES is een middel 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 de GES beoordeling 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 veel milieufactoren geldt dat ook beneden de wettelijke (grens-)waarden gezondheidsrisico's bestaan. Een verlaging van een onder de grenswaarde liggende concentratie betekent dus ook gezondheidswinst. 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 brengt de omvang en de ernst van de blootstelling in beeld. Per milieufactor wordt een gezondheidskundige maat (GES-score) voor de mate van milieubelasting gegeven en daarnaast kan voor elke milieufactor het aantal woningen, personen of gevoelige bestemmingen per GES-score worden bepaald en in tabel of op kaart worden aangegeven.

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 waaraan het Maximaal Toelaatbaar Risico (MTR) is gekoppeld. Voor externe veiligheid houdt het MTR in 1 slachtoffer per miljoen mensen bij blootstelling aan de betreffende stof.

GES-score	Milieugezondheid kwaliteit	Milieugezondheidkundige betekenis
0	Zeer goed	Milieubelasting beneden de streefwaarde Geen hinder
1	Goed	Geurhinder: 0 – 5% gehinderden, 0% ernstig gehinderden Geluidhinder: 0 – 3% ernstige hinder
2	Redelijk	Milieubelasting: tussen streefwaarde en 0,1 x MTR Geluidhinder: 3 – 5% ernstig gehinderden
3	Vrij matig	Milieubelasting: 0,1 – 0,5 x MTR Geurhinder: 5 – 12% gehinderden, 0 – 3% ernstig gehinderden
4	Matig	Milieubelasting: 0,5 – 0,75 x MTR Geurhinder: 12 – 25% gehinderden, 3 – 10% ernstig gehinderden Geluidhinder: 5 – 9% ernstig gehinderden
5	Zeer matig	Milieubelasting: 0,75 – 1,0 x MTR Geluidhinder: 9 – 14% ernstig gehinderden
6	Onvoldoende	Overschrijding MTR Geurhinder: > 25% gehinderden, > 10% ernstig gehinderden Geluidhinder: 14 – 21% ernstig gehinderden
7	Ruim onvoldoende	Geurhinder (voor intensieve veehouderijen): > 39% gehinderden of >8 % ernstig gehinderden Geluidhinder: > 21 – 31% ernstig gehinderden
8	Zeer onvoldoende	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 milieuen 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 al 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 dat in het te ontwikkelen gebied is gepland kan ontleend worden aan het stedenbouwkundige plan. Aangezien het in dit voorbeeld om een nieuwe woonbebouwing gaat is het niet mogelijk om de Basisregistraties voor Adressen en Gebouwen (BAG) te raadplegen omdat er nog geen kadastrale registratie heeft plaatsgevonden.

In het voorbeeld stedenbouwkundig plan wordt uitgegaan van de bouw van 31 woonblokken. Volgens de (voorlopige) indeling bij het stedenbouwkundig plan zullen er 830 woningen gebouwd worden.

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	-	-
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). 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 voor het textielbedrijf als bovengrens 10 ge/m^3 of $5 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ (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)	Geurconcentratie (P98) (ou_E/m^3)	GES-score
0	0	0	0	0
0 – 5	0	0 – 1	0 – 0,5	1
5 – 12	0 – 3	1 – 3	0,5 – 1,5	3
12 – 25	3 – 10	3 – 10	1,5 – 5	4
≥ 25	≥ 10	≥ 10	≥ 5	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 (ou_E/m^3)	GES-score
Alle	0	0
Alle	0 – 1	1
Diervoederindustrie	$0,7 - 1,4 \text{ ou}_E/\text{m}^3$	4
	$\geq 1,4 \text{ ou}_E/\text{m}^3$	6

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

Er zijn geen hinderonderzoeken uitgevoerd. Er wordt verwacht dat de geurbelasting als gevolg van het textielbedrijf in het plangebied lager is dan $0,5 \text{ ou}_E/\text{m}^3$. Diervoederbedrijf 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 $0,7 - 0,8 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ als 98-percentiel bedragen, in een gebied dicht bij het bedrijf kan de geurbelasting oplopen tot meer dan $1,5 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ als 98-percentiel.

Ter plaatse van woningen wordt dus maximaal een GES-score van 4 bereikt. Dicht bij het bedrijf wordt een GES-score van 6 bereikt maar zijn geen woningen aanwezig of gepland.

Om inzicht te geven in de milieugezondheidskundige kwaliteit van het plan, wordt per GES-score het aantal woningen in de vorm van een woningscore aangegeven.

GES-score	Milieugezondheid kwaliteit	Aantal woningen
0	Zeer goed	-
1	Goed	-
4	Matig	320
6	Onvoldoende	-

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 geurgehinderden (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 vooral 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 opdracht gegeven aan een adviesbureau om de geluidbelasting ter plekke van de toekomstige geluidsgevoelige bestemmingen te berekenen. Houdt rekening met vertraging van de uitvoering van de GES als dergelijk onderzoek nog uitbesteed moet worden.

Gezondheidseffecten en beoordelingskader

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.

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 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 ziet er dan als volgt uit:

Geluidbelasting		Ernstig gehinderden (%)	Geschatte geluidbelasting $L_{Aeq,23-7}$ dB	Ernstig slaapverstoorden (%)	GES-score
L_{etm} dB	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

Op grond van de Wet Geluidhinder moet een zone rond het industrieterrein vastgelegd worden. Buiten deze zone mag de geluidsbelasting niet hoger zijn dan 50 dB. Als op een industrieterrein meer geluidbronnen zijn wordt voor het gehele industrieterrein een rond het terrein gelegen geluidzone van 50 dB vastgesteld. Dit zijn zogenaamde gezoneerde industrieterreinen.

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, maar nergens hoger dan 49 dB (GES-score 1). Deze GES-score geldt voor circa 20 woningen. Zie de onderstaande tabel.

GES-score	Milieugezondheid kwaliteit	Aantal woningen
0	Zeer goed	-
1	Goed	20
3	Vrij matig	-
5	Zeer matig	-
6	Onvoldoende	-
7	Ruim onvoldoende	-

Beschouwing, conclusies en aanbevelingen

Bij het merendeel van de geplande woningen is de berekende geluidbelasting door bedrijven zodanig laag dat geen ernstige hinder of slaapverstoring verwacht wordt. Alleen bij bewoners van een beperkt aantal hoger gelegen woningen (n=20) zou in geringe mate ernstige hinder of slaapverstoring (GES-score 1) kunnen gaan optreden. Deze verwachting is gebaseerd op een situatie zonder geluidwerende maatregelen. Indien wel geluidwerende maatregelen getroffen worden, zal de kans op ernstige 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 vooral in de directe omgeving van de weg verslechterd wordt. In combinatie met achtergrondconcentraties van luchtverontreiniging, kan dit leiden tot een toename aan gezondheidseffecten.

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
- Roet

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 zeezoutaftrek!)

De GES-score indeling voor PM₁₀ is als volgt:

Jaargemiddelde PM ₁₀ (µg/m ³)	GES-score	Opmerkingen
< 4	2	
4 – 19	3	
20 – 24	4a	Eventueel deze categorie opsplitsen in categorie 4a en 4b
25 - 29	4b	
30 – 34	5	
35 – 39	6	<u>PM₁₀</u> Een toename van luchtwegsymptomen, ziekenhuisopnamen en levensduurverkorting
40 – 49	7	<u>PM₁₀</u> Overschrijding grenswaarde voor het daggemiddelde Een toename van luchtwegsymptomen, ziekenhuisopnamen en levensduurverkorting
≥ 50	8	<u>PM₁₀</u> Overschrijding grenswaarde voor het daggemiddelde Een toename van luchtwegsymptomen, ziekenhuisopnamen en levensduurverkorting

Om het onderscheidingsvermogen te vergroten kan GES-score 4 nader onderverdeeld worden. Zo kan de bijdrage van verkeer ten opzichte van de achtergrondwaarde inzichtelijk gemaakt worden en daarmee de daarbij behorende gezondheidseffecten.

Milieubelasting

Voor de 3 nieuwe wegen door het gebied zijn door de gemeente de concentraties PM₁₀ berekend met CAR10.0. De bijdrage van PM₁₀ aan de lokale achtergrondconcentratie (24 µg/m³) bedraagt 4 µg/m³. De totale PM₁₀-concentratie komt dan uit op 28 µg/m³.

Component	GES-totaal*	GES-achtergrond	Opmerkingen
PM ₁₀	4b	4a	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 milieugezondheidskundige kwaliteit van het plan, wordt per GES-score het aantal woningen aangegeven. Het aantal woningen is vastgesteld op 30 voor GES-score 4b en 800 voor de GES-score 4a. Zie de onderstaande tabel.

GES-score	Milieugezondheid kwaliteit	Aantal woningen
2	Redelijk	-
3	Vrij matig	-
4a	matig	800
4b		30
5	Zeer matig	-
6	Onvoldoende	-
7	Ruim onvoldoende	-
8	Zeer onvoldoende	-

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 milieugezondheidkwaliteit (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 4b bereikt worden ten gevolge van de invloed van de weg in combinatie met de al heersende (relatief hoge) achtergrondconcentraties (tenminste als er gekozen wordt om deze onderscheidende klasse toe te voegen aan de GES-score). Hierbij is sprake van een matige milieugezondheidkwaliteit.

Wegverkeer en geluidhinder (module F)

Bij wegverkeer wordt het MTR en daarmee GES-score 6 gebaseerd op het optreden van hart- en vaatziekten. De belangrijkste bron van wegverkeerslawaaï 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 rij-snelheid.

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.

De volgende indeling wordt gehanteerd:

Geluidbelasting L_{den} dB	Ernstig gehinderden (%)	Geluidbelasting $L_{Aeq,23-7}$ dB	Ernstig slaapverstoorden (%)	GES-score
<43	0	<34	<2	0
43 – 47	0 – 3	34 – 38	2	1
48 – 52	3 – 5	39 – 43	2 – 3	2
53 – 57	5 – 9	44 – 48	3 – 5	4
58 – 62	9 – 14	49 – 53	5 – 7	5
63 – 67	14 – 21	54 – 58	7 – 11	6
68 – 72	21 – 31	59 – 63	11 – 14	7
≥73	≥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 milieugezondheidskundige kwaliteit van het plan, wordt per GES-score het aantal woningen aangegeven. Deze zijn in onderstaande tabel weergegeven.

GES-score	Milieugezondheidskwaliteit	Aantal woningen
0	Zeer goed	450
1	Goed	80
2	Redelijk	180
4	Matig	70
5	Zeer matig	50

Beschouwing, conclusies en aanbevelingen

Gezondheidseffecten als ernstige hinder en slaapverstoring door wegverkeerslawaai zijn vooral 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 H)

Geluid ten gevolge van personen- en goederentreinen over het spoor zal mogelijk in het noordelijke deel van het plangebied invloed hebben.

Gezondheidseffecten en beoordelingskader

Voor wegverkeer wordt vooralsnog uitgegaan van een drempel voor het optreden van myocardinfarcten 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. 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.

Gegevens over de geluidbelasting van railverkeer in de gemeente worden betrokken via de interactieve geluidbelastingkaart van ProRail:

www.prorail.nl/internetresources/geluidkaart/geluidkaart.htm.

Deze gegevens zijn beschikbaar in de 5 dB klassen die op grond van de EU-Richtlijn Omgevingslawaaai zijn bepaald. Er wordt dan gebruik gemaakt van de volgende indeling.

Geluidbelasting	Ernstig gehinderden (%)	Geluidbelasting $L_{Aeq,23-7}$ dB	Ernstig slaapverstoorden (%)	GES-score
L_{den} dB				
<50	<1	<44	<2	0
50 – 59	1 – 5	44 – 53	2 – 4	1
60 – 64	5 – 9	54 – 58	4 – 5	3
65 – 69	9 – 14	59 – 63	5 – 7	6
70 – 74	14 – 23	64 – 68	7 – 9	7
≥75	≥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	Milieugezondheidskwaliteit	Aantal woningen
1	Goed	220
3	Vrij matig	25
6	Onvoldoende	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 F (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 I)

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	Plaatsgebonden Risico en invloedsgebied	Overschrijding Oriëntatiewaarde Groepsrisico	GES-score
$< 10^{-8}$	> 200 m	nee	0
$10^{-8} - 10^{-7}$	200 m - $PR \leq 10^{-6}$	nee	2
$10^{-7} - 10^{-6}$	-	nee	4
$> 10^{-6}$	$PR > 10^{-6}$	Ja*	6

*: bij overschrijding van de oriëntatiewaarde van het Groepsrisico wordt er altijd een GES-score van 6 toegekend, ongeacht de waarde van het Plaatsgebonden Risico

Bij veranderingen in de lokale situatie (in transport en/of in aanwezigheid van bevolking) zijn er opnieuw berekeningen van Groepsrisico's nodig.

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. Het aantal woningen met GES-score 4 komt uit op 120. Zie onderstaande tabel.

GES-score	Milieugezondheid kwaliteit	Aantal woningen
0	Zeer goed	-
2	Redelijk	-
4	Matig	120
6	Onvoldoende	-

Bodemverontreiniging (module P)

Ten gevolge van vroegere bedrijfsactiviteiten is de bodem plaatselijk verontreinigd geraakt met lood en PAK.

Gezondheidseffecten en beoordelingskader

Het toetsingskader voor GES richt zich uitsluitend op humane risico's van bodemverontreiniging. 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. De gemiddelde loodconcentratie in grond bedraagt 380 mg/kg d.s. en van B(a)P 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	410	558	534	727
B(a)P	0,12	1,4	3,7	279	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. De loodconcentratie in de standaardbodem bedraagt dan 482 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

De verontreiniging doet zich voor in een klein gebied met 10 woningen. Voor lood wordt voor de functie wonen met tuin een GES-score 4 gevonden. Voor Plaatsen waar kinderen spelen wordt een maximale GES-score van 2 bereikt. Voor B(a)P wordt beide scenario's een GES-score 2 bereikt. Zie onderstaande tabel.

GES-score	Milieugezondheid kwaliteit	Aantal woningen
0	Zeer goed	-
2	Redelijk	10 (BaP)
4	Matig	10 (Lood)
6	Onvoldoende	-

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. Voor lood is er sprake van een 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 10 woningen. Voor Plaatsen waar kinderen spelen wordt een maximale GES-score van 2 bereikt.

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 in combinatie met het aantal woningen samengevat. De combinatie van hoge GES-scores met een substantieel aantal woningen is gearceerd weergegeven.

Bron	Milieuqualiteitsfactor	GES-score	GES-score achtergrond	Aantal woningen
Bedrijven	Geurhinder	0		510
		4		320
Bedrijven	Geluidhinder	0		810
		1		20
Wegverkeer	Luchtverontreiniging	4a*	4a	800
		4b*	4a	30
Wegverkeer	Geluidhinder	0		450
		1		80
		2		180
		4		70
		5		50
Railverkeer	Geluidhinder	0		585
		1		220
		3		25
Combi weg + railverkeer	Geluidhinder	4		25
Railverkeer	Externe veiligheid	0		510
		2		200
		4		120
(Bedrijven)	Bodemverontreiniging	0		820
(Bedrijven)	Bodemverontreiniging stof 1	4		10
(Bedrijven)	Bodemverontreiniging stof 2	2		10

* 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 GES-score 5 treedt 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.
- Voor een aanzienlijk deel van het geprojecteerde woongebied vormt ernstige geurhinder door de diervoederfabriek A het grootste aandachtspunt (GES-score 4 voor 320 woningen). Verwacht wordt dat de geur van deze fabriek bij circa 12 – 25 % van de toekomstige bewoners tot geurhinder aanleiding zal geven, waarvan 3 – 10% dit als ernstige geurhinder zal ervaren. 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.

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. Voor wegverkeer wordt een GES-score 4b gevonden voor 30-tal woningen.
- 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 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.

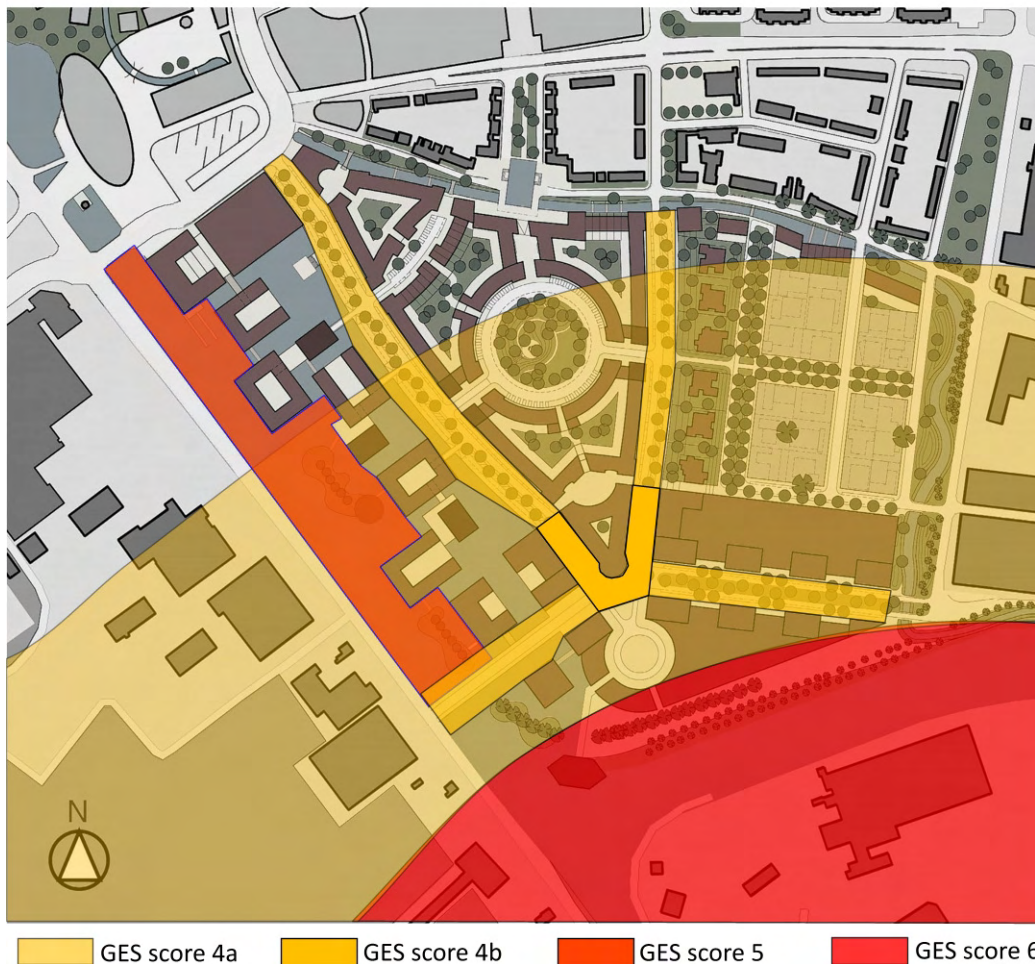
Het verdient aanbeveling na te gaan of verdergaande geurreducerende maatregelen bij het diervoederbedrijf A mogelijk zijn om te voorkomen dat toekomstige bewoners (ernstige) geurhinder gaan ondervinden. Het verdient tevens aanbeveling aspirant bewoners te informeren over de aanwezigheid van een diervoederfabriek. 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 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 het commercieel verkrijgbare softwarepakket XaraX c.q. XaraPhoto & Graphic Designer. In het onderstaande voorbeeld worden de GES contouren van de geluidhinder door wegverkeer (GES-score 5), luchtverontreiniging door wegverkeer (GES-scores 4a en 4b) en de geurhinder door bedrijven (GES-scores 4 en 6) zichtbaar gemaakt met het software programma XaraX.

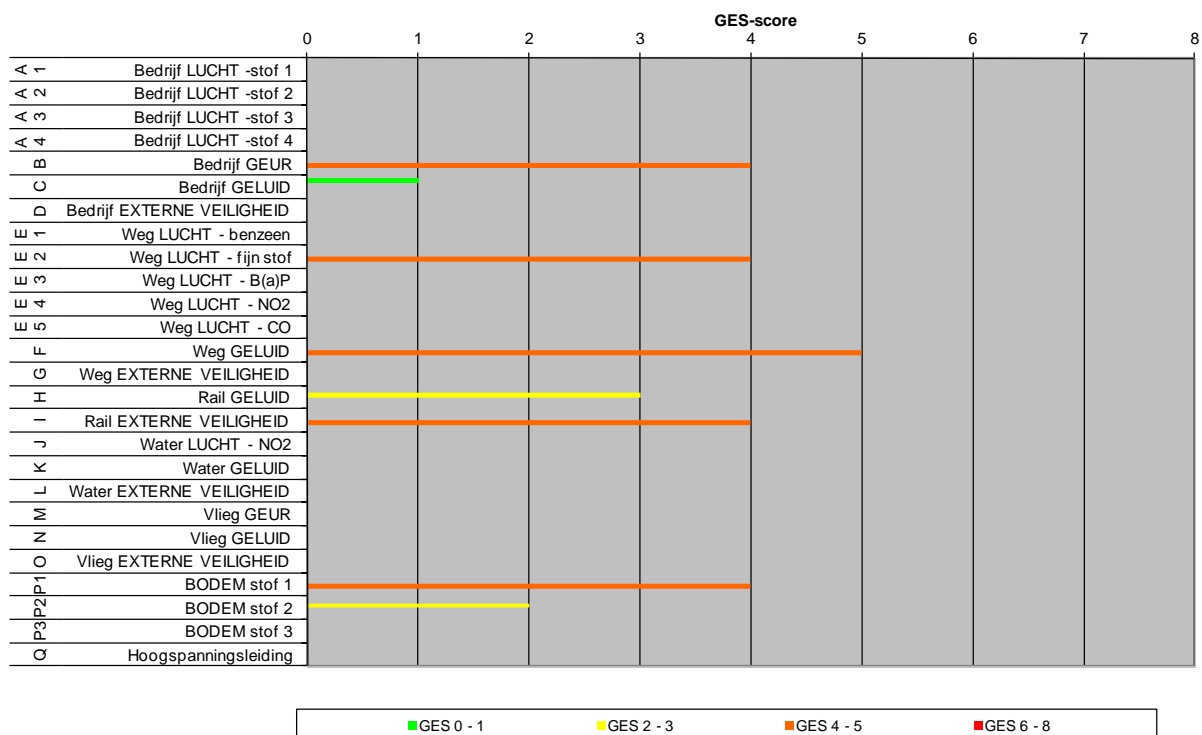
Geluidhinder wegverkeer, luchtverontreiniging wegverkeer en geurhinder bedrijven



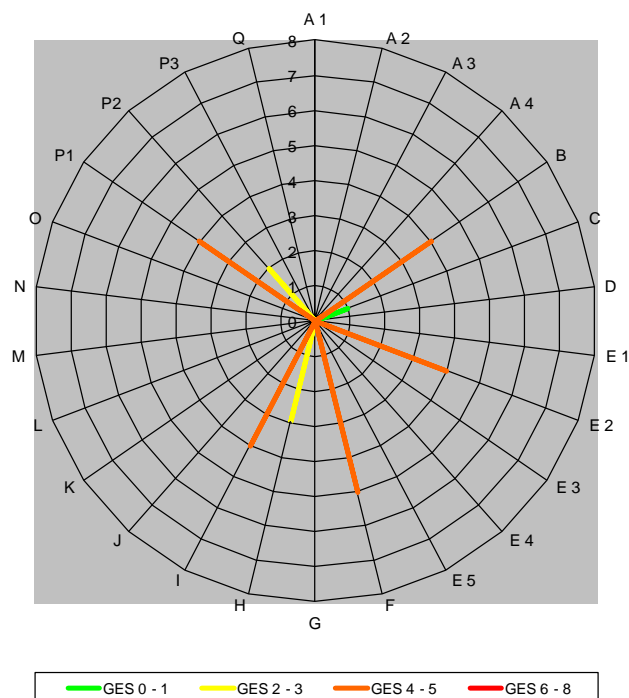
Voor luchtverontreiniging met PM_{10} is er een onderscheid gemaakt in GES-score 4a (transparant weergegeven) en 4b (niet transparant weergegeven).

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 in een staafdiagram en in een radardiagram.

Voorbeeld van een staafdiagram gemaakt in Excel.



Voorbeeld van een radargrafiek gemaakt in Excel.



Bijlage 1

Gebruiksaanwijzing Excel grafiekbestand

De grafieken die bijgeleverd zijn dienen alleen als voorbeeld voor het grafisch weergeven van de GES-scores. 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.

Het bestand "Excel grafiekbestand GES-scores" 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!

Als geen score bekend is vul dan een nul in. Er is een keuze gemaakt voor twee verschillende weergaven van de GES-scores. 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

Dit tabblad bevat de tabel die ingevuld kan worden vanuit de verzamelstaat van de GES-scores. 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.

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

Optioneel kan ook de achtergrond GES-score ingevuld worden.

Tabblad: Staafdiagram GES

Dit tabblad genereert automatisch het staafdiagram van de GES-scores 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 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.

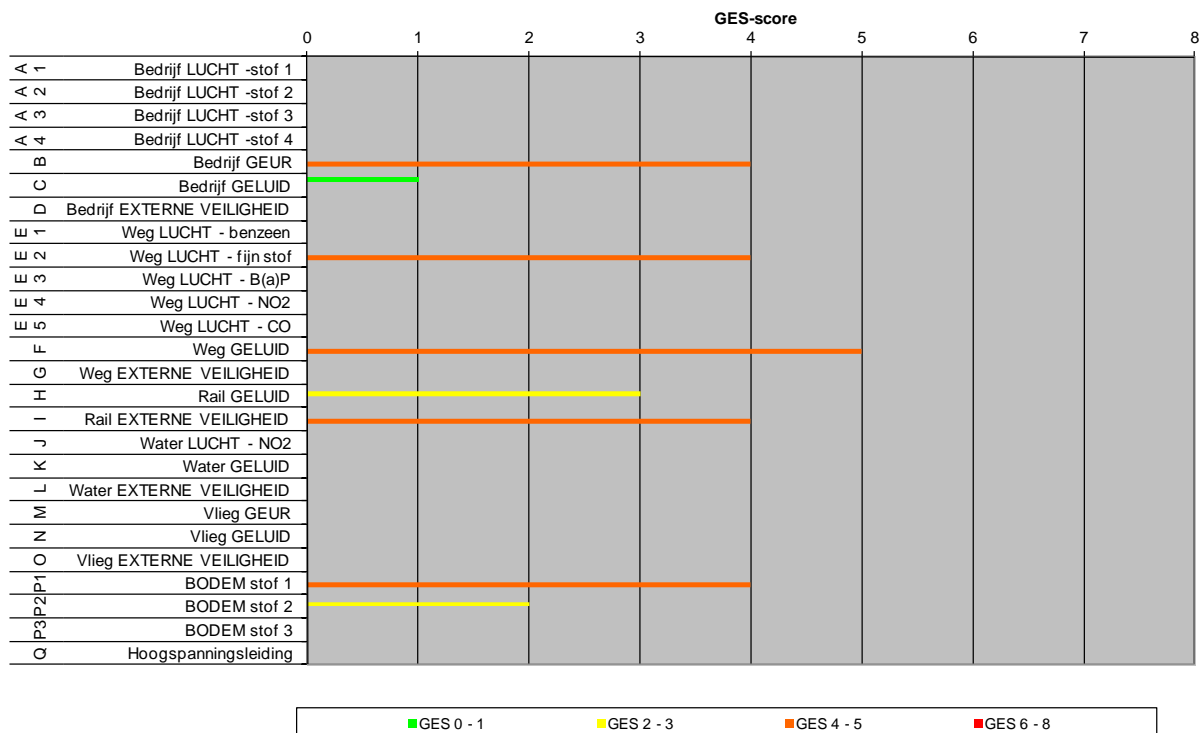
Bijlage 2

Voorbeelden van tabellen en grafieken

Tabblad Tabel GES

		GES 0 - 1	GES 2 - 3	GES 4 - 5	GES 6 - 8	GES Achtergrond	Aantal woningen
Categorie	Module						
A 1	Bedrijf LUCHT -stof 1	0	0	0	0	0	
A 2	Bedrijf LUCHT -stof 2	0	0	0	0	0	
A 3	Bedrijf LUCHT -stof 3	0	0	0	0	0	
A 4	Bedrijf LUCHT -stof 4	0	0	0	0	0	
B	Bedrijf GEUR	0	0	4	0	0	
C	Bedrijf GELUID	1	0	0	0	0	
D	Bedrijf EXTERNE VEILIGHEID	0	0	0	0	0	
E 1	Weg LUCHT - benzeen	0	0	0	0	0	
E 2	Weg LUCHT - fijn stof	0	0	4	0	4	
E 3	Weg LUCHT - B(a)P	0	0	0	0	0	
E 4	Weg LUCHT - NO2	0	0	0	0	0	
E 5	Weg LUCHT - CO	0	0	0	0	0	
F	Weg GELUID	0	0	5	0	0	
G	Weg EXTERNE VEILIGHEID	0	0	0	0	0	
H	Rail GELUID	0	3	0	0	0	
I	Rail EXTERNE VEILIGHEID	0	0	4	0	0	
J	Water LUCHT - NO2	0	0	0	0	0	
K	Water GELUID	0	0	0	0	0	
L	Water EXTERNE VEILIGHEID	0	0	0	0	0	
M	Vlieg GEUR	0	0	0	0	0	
N	Vlieg GELUID	0	0	0	0	0	
O	Vlieg EXTERNE VEILIGHEID	0	0	0	0	0	
P1	BODEM stof 1	0	0	4	0	0	
P2	BODEM stof 2	0	2	0	0	0	
P3	BODEM stof 3	0	0	0	0	0	
Q	Hoogspanningsleiding	0	0	0	0	0	

Tabblad staafdiagram GES



Tabblad radargrafiek GES-score

