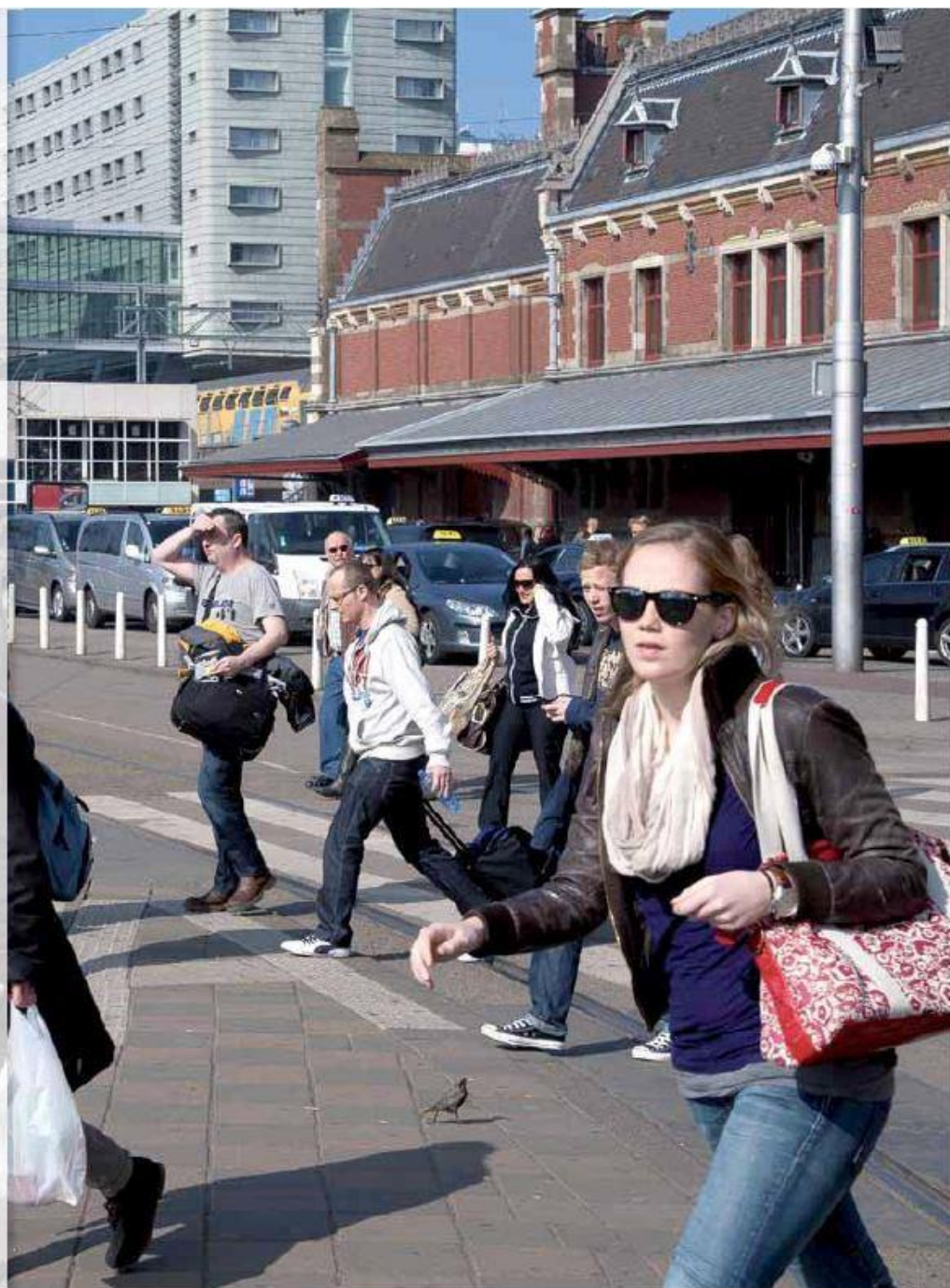


Gezondheidseffectscreening
Gezondheid en milieu in ruimtelijke planvorming



2017

Handboek voor een gezonde inrichting van de leefomgeving

Gezondheidseffectscreening

Milieu en gezondheid in ruimtelijke planvorming

In opdracht van:



Ministerie van Infrastructuur
en Waterstaat



Ministerie van Volksgezondheid,
Welzijn en Sport

Versie 1.7
december 2017

Deze rapportage is een uitgave van de GGD GHOR Nederland en beschikbaar op:
<https://www.ggdghorkennisnet.nl/thema/ges>
<https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2018/01/22/Gezondheidseffectscreening>

Auteurs: T. Fast¹, P.J. van den Hazel², H. Jans² en D.H.J. van de Weerd²

¹ Fast Advies

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

© 2017 Bureau Medische Milieukunde en Fast Advies

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 gezondheidkundige beoordeling plaatsvindt en hoe daaruit de GES-score wordt afgeleid met verantwoording van de scoringssystematiek.

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

- | | |
|---|---|
| A | Bedrijven en luchtverontreiniging |
| B | Bedrijven en 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 |
| R | Buisleidingen en externe veiligheid |

In **Deel II** wordt in de *Handleiding GES* stapsgewijs de procedure doorlopen om te komen tot een gezondheidseffect score voor de verschillende milieuaspecten. In de handleiding is per activiteit (bron en milieufactor) aangegeven welke gegevens noodzakelijk zijn voor de beoordeling, welk gezondheidkundig 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:

- De GES-score kan getekend worden op een achtergrondkaart via diverse commercieel verkrijgbare computertekenpakketten.
- De GES-score kan bij voorkeur 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.
- De GES-scores kunnen in een grafiek weergegeven worden met behulp van een Excel tabel- of grafiekbestand. Daaraan gekoppeld kan in dezelfde grafiek het (geschatte) aantal woningen waarvoor de GES-score geldt worden weergegeven. 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 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 (groen, verharding) 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 beoordelingssystematiek voor de waterbodem is overigens dezelfde als voor de landbodem.

Context

In opdracht van de ministeries van VWS en Infrastructuur en Waterstaat is de Gezondheidseffectscreening (GES) Milieu en gezondheid in ruimtelijke planvorming 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 Milieu en gezondheid in ruimtelijke planvorming 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 zevende update (versie 1.7).

De belangrijkste wijzigingen in versie 1.7 zijn:

- Module Buisleidingen en externe veiligheid is toegevoegd;
- De GES-scores voor luchtkwaliteit zijn op basis van WHO-advieswaarden naar beneden bijgesteld;
- Vooruitlopend op het in werking treden van de Omgevingswet en de verschillende AMvB's is in elke module kort aangegeven tot welke wijzigingen dit leidt in normstelling, procedures, regelgeving of beleid;
- Mogelijke maatregelen en effectiviteit zijn per module aangevuld. Als leidraad zijn hiervoor de Beoordelingskaders Gezondheid en Milieu en de GGD/RIVM Richtlijnen Medische Milieukunde gebruikt.

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

Inhoudsopgave

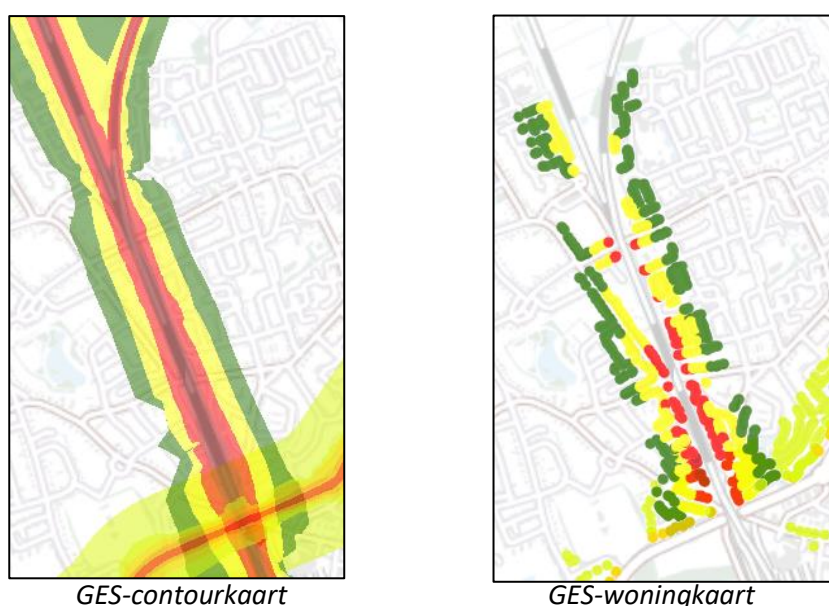
Leeswijzer	- 3 -
Context	- 4 -
1. Gezondheidseffectscreening (GES) en toepassingen	- 7 -
1.1. Wat is GES	- 7 -
1.2. Toepassingen van GES	- 9 -
2. De GES methodiek, voorwaarden en waarborgen	- 12 -
2.1 Beknopte beschrijving van de GES-methodiek	- 12 -
2.2 Voorwaarden voor het gebruik van GES	- 14 -
2.3 Waarborgen dat de resultaten van een GES worden gebruikt	- 17 -
3. Risicobeoordeling voor verschillende bronnen en milieuaspecten	- 19 -
A - Bedrijven en luchtverontreiniging	- 20 -
A1 – Industriële bedrijven en luchtverontreiniging	- 20 -
A2 – Veehouderijen en luchtverontreiniging	- 33 -
B - Bedrijven en geur	- 45 -
B1 – Industriële bedrijven en geur	- 45 -
B2 – Veehouderijen en geur	- 59 -
C - Bedrijven en geluid	- 76 -
D - Bedrijven en externe veiligheid	- 86 -
E - Wegverkeer en luchtverontreiniging	- 94 -
F - Wegverkeer en geluid	- 110 -
G - Wegverkeer en externe veiligheid	- 128 -
H - Railverkeer en geluid	- 131 -
I - Railverkeer en externe veiligheid	- 137 -
J - Waterverkeer en luchtverontreiniging	- 141 -
K - Waterverkeer en geluid	- 149 -
L - Waterverkeer en externe veiligheid	- 153 -
M - Vliegverkeer en geur	- 156 -
N - Vliegverkeer en geluid	- 158 -
O - Vliegverkeer en externe veiligheid	- 166 -
P – Bodemverontreiniging	- 169 -
Q – Bovengrondse hoogspanningslijnen en elektromagnetische velden	- 184 -
R - Buisleidingen en externe veiligheid	- 192 -
4. Literatuur en bronverwijzing	- 197 -
Bijlage 1	- 207 -

DEEL II	- 209 -
Handleiding GES.....	- 209 -
1. Richtlijn voor het uitvoeren van een GES	- 210 -
2. Handleiding per module	- 221 -
A – Bedrijven en luchtverontreiniging	- 222 -
B - Bedrijven en geur.....	- 236 -
C - Bedrijven en geluid	- 243 -
D - Bedrijven en externe veiligheid	- 245 -
E - Wegverkeer en luchtverontreiniging	- 248 -
F - Wegverkeer en geluid	- 251 -
G - Wegverkeer en externe veiligheid	- 254 -
H - Railverkeer en geluid	- 256 -
I - Railverkeer en externe veiligheid	- 258 -
J - Waterverkeer en luchtverontreiniging	- 260 -
K - Waterverkeer en geluid	- 262 -
L - Waterverkeer en externe veiligheid	- 264 -
M - Vliegverkeer en geur.....	- 266 -
N - Vliegverkeer en geluid	- 267 -
O - Vliegverkeer en externe veiligheid.....	-269 -
P - Bodemverontreiniging	- 270 -
Q - Bovengrondse hoogspanningslijnen en elektromagnetische velden	- 274 -
R - Buisleidingen en externe veiligheid.....	- 276 -
Bijlagen.....	- 278 -
1. Verzamelstaat maximale GES-score	- 279 -
2. Grafische presentatie.....	- 280 -
3. Gebruik Excel grafiekbestand	- 282 -
4. Voorbeeld van uitvoering van een GES.....	- 283 -
5. Gebruiksaanwijzing Excel grafiekbestand	- 297 -
6. Voorbeeld van een staafdiagram gemaakt in Excel	- 298 -

1. Gezondheidseffectscreening (GES) en toepassingen

1.1. Wat is GES

Gezondheidseffectscreening (GES) is een screeningsmethode om de blootstelling aan diverse milieuaspecten met verschillende gezondheidseffecten, ook onder grenswaarden, gezondheidkundig te kunnen beoordelen en onderling te vergelijken en op kaarten weer te geven. GES-contourkaarten geven aan waar de gezondheid van (toekomstige) bewoners meer, minder of niet beïnvloed zal worden en kunnen behulpzaam zijn bij het plannen van nieuwe ontwikkelingen en een gezonde inrichting van de leefomgeving. De woningkaarten geven aan waar gezondheidkundige knelpunten zijn: clusters van woningen met een hoge GES-score. Duidelijk wordt waar gezondheidswinst te behalen is. Met GES kunnen planvarianten, scenario's en gebieden gezondheidkundig met elkaar vergeleken worden.



Figuur 1.1 Contouren van milieubelasting en woningen in GES-kleuren op de kaart

Hoe werkt GES

De GES-methode vertaalt de hoogte van de milieubelasting naar een milieugezondheidskwaliteit en bijbehorende GES-score en kleur. De milieugezondheidskwaliteit en GES-score variëren van 'zeer goed' (0) tot 'onvoldoende' (6) en 'zeer onvoldoende' (8). De bijbehorende kleuren lopen van groen, via geel en oranje, naar rood en donkerpaars. GES-score 6 wordt toegekend aan het Maximaal Toelaatbaar Risico (MTR). Voor stoffen met een drempelwaarde voor gezondheidseffecten is dit het niveau waarbij geen gezondheidseffecten op zullen treden (no-effect level). Voor stoffen zonder drempelwaarde en bijvoorbeeld externe veiligheidsrisico's is dit in principe het niveau waarboven het risico onaanvaardbaar wordt geacht, overeenkomend met een individueel risico op overlijden van 10^{-6} per jaar. Dit MTR is bepaald op basis van de laatste stand van de beleidsmatige normering en meest recente wetenschappelijke dosis-responsrelaties.

Voor de meeste milieuaspecten geldt dat ook beneden het MTR gezondheidseffecten kunnen optreden en dus gezondheidswinst te behalen is. Vanuit het MTR zijn de lagere en hogere niveaus van blootstelling, GES-scores en milieugezondheid-kwaliteiten in een logische reeks afgeleid. Er is een GES-score-indeling gemaakt voor luchtverontreiniging, geluid, geur, externe veiligheid, elektromagnetische velden en bodemverontreiniging voor de bronnen bedrijven, weg-, rail-, water- en vliegverkeer, buisleidingen en hoogspanningslijnen. De indeling van de GES-scores voor de verschillende milieuaspecten is zoveel mogelijk met elkaar in overeenstemming gebracht. De grote verschillen in

gezondheidskundige eindpunten maken het onmogelijk om de gezondheidsrisico's van de verschillende activiteiten in absolute zin met elkaar te vergelijken. Het is dankzij de GES-scoringsystematiek wel mogelijk om relatieve vergelijkingen te maken.

Op kaarten kunnen contouren of woningen en andere gevoelige bestemmingen in GES-score kleuren weergegeven worden. In tabellen kan het aantal woningen in de verschillende GES-scores aangegeven worden voor de diverse milieuaspecten en bronnen.

De GES-scores van verschillende milieufactoren op één locatie zijn niet bij elkaar op te tellen. Maar door de GES-scores voor de verschillende milieuaspecten op één kaart weer te geven is duidelijk te zien waar zich een stapeling van hogere GES-scores voordoet en gezondheidskundige knelpunten zijn.

GES-scores: consensusmodel

De GES-scores zijn in consensus vastgesteld door de begeleidingscommissie GES. Hierin hebben zitting vertegenwoordigers van het Ministerie van IenW, het Ministerie van VWS, GGD GHOR Nederland, GGD'en, het RIVM en provincies. GES is dus geen strikt wetenschappelijke methode maar meer een consensusmodel waarin een afweging is gemaakt tussen wetenschappelijke aanvaardbaarheid, praktische realiteit (het verkrijgen van de juiste inputgegevens) en bestuurlijke bruikbaarheid (een eenvoudige doch heldere grafische presentatie).

Plan-GES en een gebieds-GES

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 planaanpassingen vanuit gezondheidsoptiek. Met een plan-GES kan het meest gezondheidsvriendelijke plan worden aangegeven.

In een gebieds-GES gaat het om gezondheid in beeld te brengen en 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 bijvoorbeeld voor woningbouw, verkeer en vervoer en industrie. Door de verschillende milieuaspecten of locaties gezondheidskundig te vergelijken kunnen prioriteiten in het beleid worden gesteld om hogere blootstelling van een groter aantal bewoners op bepaalde locaties te reduceren en daarmee gezondheidswinst te boeken.

Meewegen van gezondheid in besluitvorming

Belangrijkste doel van GES is het mee laten wegen van gezondheidsbelangen in de besluitvorming en wel op een zodanige manier dat de beleidsmakers en bestuurders op het juiste moment de juiste informatie over gezondheidseffecten in heldere taal onder ogen krijgen. De grafische presentatie van de uitkomsten van een GES is hierbij een krachtig instrument om gezondheidsgevolgen van ruimtelijke ingrepen te communiceren. Hiermee wordt tevens een tweede doel bereikt, namelijk dat beleidsmakers en bestuurders zich bewust worden van het gezondheidsbelang.

Screening

Met nadruk 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 of in het kader van een vergunningverlening. Voor een kwantitatieve gezondheidskundige risicoschatting, ook wel aangeduid als Health Impact Assessment (HIA), zijn andere methoden meer geschikt. 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 met gezondheidskundig advies

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 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 kan op basis van een GES door de GGD een gezondheidskundig advies worden 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, bijvoorbeeld over de barrièrewerking van een (spoor)weg, de verkeersveiligheid of de mogelijkheden tot bevordering van de gezondheid door de inrichting van groen en water.

GES: geen doel, maar een middel

Met nadruk wordt gesteld dat het uitvoeren van een GES *geen doel* op zich is. Een GES is slechts een *middel* om gezondheid in beeld te brengen en door een milieugezondheidskundige screening ruimtelijke plannen of gebieden met elkaar te kunnen vergelijken.

Naast GES zijn er andere methoden beschikbaar om gezondheid in beeld te brengen in de planvorming of in gebieden. Te denken valt bijvoorbeeld aan de Checklist Gezondheid in Planvorming van de GGD Haaglanden, de Gelderse Gezondheidswijzer, de Milieugezondheidsrisico (MGR) indicator of de DALY (Disability Adjusted Life Years)-methode. In het rapport Instrumenten gezondheid en leefomgeving (Fast, 2016) worden instrumenten op uniforme wijze beschreven, zodat duidelijk is waarvoor een instrument en onder welke voorwaarden te gebruiken is. 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 en bijvoorbeeld beschikbare gegevens en faciliteiten. Het is ook mogelijk om meer methoden parallel of na elkaar toe te passen.

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 gezondheidskundig te beoordelen en is de ruimtelijke cumulatie van effecten van verschillende bronnen gezondheidskundig 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 clusters van woningen met hogere GES-scores (gezondheidskundige knelpunten) liggen, op welke locaties zich een stapeling voordoet en waar gezondheidswinst met eventuele maatregelen of planaanpassing te behalen is.

GES is een screeningmethode en eenvoudiger toe te passen dan de meer kwantitatievere methoden zoals een MGR of DALY-methode. Voor GES zijn, alleen, ruimtelijk weergegeven gegevens nodig van de milieubelasting. Aangezien GES-scores niet bij elkaar opgeteld kunnen worden, is het niet nodig om de milieubelasting van verschillende bronnen op precies dezelfde XY-coördinaat beschikbaar te hebben. In het algemeen kan de beoordeling op gezondheid 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 relatief vergelijkbaar worden gemaakt.

Voordat een GES wordt uitgevoerd moet altijd duidelijk het doel ervan vastgesteld worden en bepaald worden of GES de meest geschikte methode is. Hoofdstuk 1.4 geeft hier handvaten voor.

1.2. Toepassingen van GES

GES is een instrument waarmee ruimtelijke ontwikkelingen en -beleid in een vroeg stadium kunnen worden gescreend op gezondheidseffecten. Met GES kan ook gezondheid in een gebied in beeld gebracht worden. Hierdoor kan gezondheid een volwaardige plaats krijgen in de besluitvorming over de inrichting van de leefomgeving en kan een afweging ten opzichte van andere belangen worden gemaakt. Sinds de verschijning van het GES handboek in 2000 is er bij circa 80 projecten een GES uitgevoerd. Voor een overzicht van GES-rapporten voor 2010 wordt verwezen naar het evaluatierapport van Naeff en van

Hattem (2010). De GES-rapporten van na 2010 zijn opgenomen in de factsheet GES in het rapport van het overzicht van instrumenten (Fast, 2016).

De GES is op de volgende wijze toegepast:

Planvorming en m.e.r. procedures

- Gezondheidskundig vergelijken van planvarianten of scenario's voor de inrichting van een gezondere leefomgeving

Gezondheidseffectscreeningen zijn uitgevoerd bij de ontwikkeling of herinrichting van woonwijken nabij snelwegen en drukke provinciale en gemeentelijke wegen, spoorwegen, industrieterrein en in agrarisch gebied. Ook zijn deze uitgevoerd bij grote infrastructurele projecten, zoals een verbreding of wijziging van het tracé van snelwegen, en bij de ontwikkeling van een verkeers- en openbaar vervoersplan en de stedelijke ontsluiting van woonwijken.

GES is als onderdeel van een m.e.r.-procedure uitgevoerd bij gebiedsontwikkeling, bestemmingsplannen buitengebied en grote infrastructurele projecten

Ontwikkeling van beleid of (omgevings)visie voor een gebied:

- In de huidige situatie de gezondheidskundige kwaliteit van de leefomgeving vaststellen en bepalen waar gezondheidskundige knelpunten zijn of waar gezondheidswinst mogelijk is;
- Locaties, gebieden of verschillende milieu- en gezondheidsproblemen gezondheidskundig vergelijken voor het stellen van prioriteiten voor het beleid.

Op gemeentelijk niveau zijn gezondheidseffectscreenings uitgevoerd in het kader van de Nota Lokaal Gezondheidsbeleid, de ontwikkeling van een milieubeleidsplan, structuurvisie en een omgevingsvisie.

Op provinciaal niveau zijn de uitkomsten van de GES gebruikt voor het identificeren en gezondheidskundig rangschikken van milieu- en gezondheidsproblemen en locaties en voor het afwegen van gezondheid ten opzichte van andere aspecten. Provincies Groningen, Utrecht en Noord-Brabant actualiseren periodiek de uitkomsten van de GES en gebruiken deze in het ruimtelijk beleid. Provincie Groningen en Utrecht publiceren de GES-kaarten op hun website. Provincie Noord-Brabant stelt de GES kaarten via de Atlas Leefomgeving beschikbaar.

Verankering van GES in beleid en regelgeving

Verschillende overheden hebben het gebruik van GES in beleid en regelgeving verankerd.

De minister van Verkeer en Waterstaat gaf aan in een brief aan de Tweede Kamer van 10 juli 2009 (VENW/DGMO-2009/2579), mede namens de minister van VROM, hoe bij de besluitvorming over infrastructurele projecten aan hoofdwegen het gezondheidsbelang werd geborgd door 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).

Verschillende provincies (o.a. Utrecht, Noord-Holland, Groningen, Noord-Brabant) hebben in een Milieuplan opgenomen, dat gezondheid bij infrastructurele en ruimtelijke plannen en m.e.r.-procedures wordt meegenomen door de huidige situatie en planvarianten of alternatieven gezondheidskundig in beeld te brengen met Gezondheidseffectscreening (GES). Ook hebben de provincies Utrecht en Groningen in dit plan opgenomen, dat duidelijke informatie wordt gegeven over de actuele situatie door het publiekelijk op websites beschikbaar stellen van gezondheidskaarten (gebaseerd op de GES-methode).

Provincie Groningen heeft in de Omgevingsvisie streefwaarden voor de luchtkwaliteit opgenomen die gebaseerd zijn op GES-scores. Voor alle plaatsen waar de provinciale bevoegdheid mede de luchtkwaliteit bepaalt wordt gestreefd naar GES-score 4 voor PM₁₀ en stikstofdioxide.

In principe is het ook mogelijk om bij de vergunningverlening de GES-methodiek te gebruiken door een hierop gebaseerd eigen aanvullend toetsingskader vast te leggen in een beleidsregel. In beginsel werkt vergunningverlening met een aantal, landelijke, toetsingskaders. Als aan alle toetsingskaders voor bijvoorbeeld geur, geluid, externe veiligheid en luchtkwaliteit is voldaan, dient te vergunning te worden verleend en mag de vergunning niet worden geweigerd. Toch kan een initiatief op bepaalde locaties ongewenst zijn, omdat op die locaties al sprake is van een zeer hoge (achtergrond) GES-score en het

initiatief deze score nog verder zal doen verhogen. Bij voorkeur wordt een dergelijk initiatief uitgesloten door een juiste formulering in het planologisch regime (bestemmingsplan, Verordening ruimte). Indien dit niet uitgesloten kan worden, kan vergunningverlening als vangnet worden ingezet om te voorkomen dat de omgevingskwaliteit verder verslechtert ten gevolge van het initiatief. Hiervoor kan een additioneel toetsingskader in de vorm van GES-scores worden vastgelegd in een beleidsregel. Voordeel van deze benadering is dat milieuaspecten en effecten op gezondheid cumulatief worden beoordeeld volgens de GES-methodiek die onderbouwd en in de wereld van milieueffectrapportage en planologie aanvaard is.

In een beleidsregel kan worden aangegeven in welke gevallen een initiatiefnemer een onderzoek moet doen naar de GES-score ter plaatse en de invloed van het initiatief hierop. Indien een initiatief zou leiden tot verhoging van een GES score in een gebied met reeds een zeer hoge achtergrondscore(-s), zou de initiatiefnemer eerst in de gelegenheid moeten worden gesteld om het initiatief op zodanige wijze aan te passen, door het treffen van additionele maatregelen, dat de bijdrage aan de verhoging van de score wordt geminimaliseerd of zelfs nihil wordt, zodat een vergunning toch kan worden verleend. In de beleidsregel moet concreet worden aangegeven in welke gevallen de vergunning moet worden geweigerd. Aangegeven kan worden welke technieken als Best Beschikbare Technieken (BBT) worden beschouwd met het oog op gezondheid. Ook kunnen modelvoorschriften worden toegevoegd ten behoeve van vergunningen waarmee de GES-score kan worden beperkt. Ook indien een activiteit niet vergunning plichtig is, maar valt onder het Activiteitenbesluit, kunnen deze voorschriften dienen als maatwerk voorschrift. Het is onzeker of de rechter hierin mee zal gaan. Een zorgvuldige motivering zal dan ook zeker vereist zijn.

Provincie Groningen heeft gebruik gemaakt van deze mogelijkheid door een aanvullend toetsingskader op basis van de GES-methodiek op te nemen in de Beleidsregel Vergunningverlening, Handhaving en Toezicht (VHT). In deze beleidsregel zijn voor nieuwe bedrijfsvestigingen en uitbreidingen van bedrijven normen opgenomen voor de geurbelasting: bij geurgevoelige objecten in het buitengebied en bedrijventerreinen GES-score 3 en in het bebouwde gebied GES-score 1.

GES en Omgevingswet

Met de nieuwe Omgevingswet komt het aspect gezondheid nadrukkelijker in beeld. De Omgevingswet biedt kansen om de publieke gezondheid effectiever te beschermen en te bevorderen. Overheden kunnen de bescherming van gezondheid een integrale plek geven in hun omgevingsbeslissingen. Zij krijgen meer mogelijkheden om gezondheidsaspecten mee te wegen bij ruimtelijke besluiten.

Het Rijk, de provincies en gemeenten zijn verplicht om na de inwerkingtreding van de Omgevingswet, een omgevingsvisie te maken. Gemeenten, provincies, GGD-en, omgevingsdiensten, waterschappen en GHOR (Veiligheidsregio's) zijn nu al aan de slag met de voorbereidingen voor het maken van een omgevingsvisie. De omgevingsvisie toont op hoofdlijnen het langetermijnbeleid. De gemeente bepaalt, in samenspraak met partners en inwoners, welke onderwerpen aan bod komen. De vorm ligt niet vast. Een omgevingsvisie kan thematisch, doelgroepgericht of gebiedsgericht worden ingericht, of op trends en actuele onderwerpen, zoals krimp, wonen en zorg en klimaatverandering. In een omgevingsvisie staat het ruimtelijk beleid van de gemeente, maar het moet ook ander beleid dat relevant is voor de leefomgeving bevatten: milieu-, water- en gezondheidsbeleid en beleid gericht op cultureel erfgoed en verkeer en vervoer. Ook kan in de omgevingsvisie beleid over voorzieningen en sociaal-maatschappelijke onderwerpen worden opgenomen.

Een GES kan bij ruimtelijke besluiten of planvorming en het opstellen van een omgevingsvisie gezondheid in beeld brengen door gekleurde GES-vlakken op de kaart weer te geven. Gebieden, woningen en andere gevoelige bestemmingen met een goede en mindere milieugezondheidskwaliteit kunnen geïdentificeerd worden. Dit kan een hulpmiddel zijn bij het toedelen van functies aan locaties en bijvoorbeeld het zoeken van locaties voor 'gezonde' woningbouw. Met de uitkomsten van een GES kan het gezondheidsbelang meegewogen worden bij de beleidskeuzes en besluitvorming over de omgeving en zo bijdragen aan een gezonde leefomgeving in het gebied.

2. De GES methodiek, voorwaarden en waarborgen

2.1 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 of beleidsontwikkeling 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. Toch 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.

De inhoudelijke kennis en werkwijze die beschreven is in de diverse modules sluit aan bij de GGD Richtlijnen Medische Milieukunde¹. 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:

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 gezondheidseffecten kan dit mogelijk leiden en in welke mate?

De broneffect keten is een logische volgorde waarin de invloed van een milieubelastende activiteit op de gezondheid beoordeeld wordt. In deel I van dit handboek is in modules per activiteit (bron en milieuaspect) een omschrijving gegeven van de mogelijkheden om de emissie, verspreiding, blootstelling en gezondheidseffecten van die activiteit te beoordelen. In elke module worden de keuzes beschreven die gemaakt zijn in het toekennen van de GES-scores aan bepaalde niveaus van blootstelling.

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 iedere module besproken. Bij een GES-score van 6 of hoger wordt het Maximaal Toelaatbare Risico

¹ Via het RIVM (www.rivm.nl) is onder Home > Onderwerpen > G > GGD Richtlijnen voor Medische Milieukunde een overzicht te verkrijgen van alle richtlijnen.

(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 consensus² vastgesteld. De GES-score loopt meestal van score 0 tot score 6 en in een enkel geval tot score 8. Om de GES-scores voor de verschillende milieufactoren en bronnen zoveel mogelijk met elkaar in overeenstemming te brengen, worden voor sommige milieufactoren niet alle GES-scores gebruikt. Zo ontbreekt GES-score 3 voor het geluid van wegverkeer en zijn voor externe veiligheid alleen de GES-scores 2, 4 en 6 toegekend.

Voor de verschillende milieuaspecten ziet dat er als volgt uit:

Tabel 1.1 GES-scores voor verschillende milieuaspecten

Lucht Verontreiniging ¹	Geurhinder		Geluid (wegverkeer) ²		Externe Veiligheid		GES-score ⁴
Concentratie	Hinder (%)	Ernstige hinder(%)	L _{den} (dB)	Ernstige hinder (%)	Plaatsgebond en risico	Groepsrisico Oriëntatie waarde	
< 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	Binnen invloed gebied	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	0,5 - 1	4
0,75 – 1,0 x MTR			58 – 62	9 – 14			5
≥ 1,0 x MTR	≥ 25	≥10	63 – 67	14 – 21	>10 ⁻⁶	>1 ³	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: Overschrijding Oriëntatiewaarde Groepsrisico.

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

Bedacht moet worden dat de verschillende activiteiten verschillende gezondheidskundige eindpunten kennen, zoals kans op gezondheidsschade of kanker bij blootstelling aan stoffen, de kans op acute sterfte bij externe veiligheidsrisico's en het aantal ernstig gehinderden bij blootstelling aan 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 scoringssystematiek wel mogelijk om relatieve vergelijkingen te maken. Om die reden zijn de scores zoveel mogelijk met elkaar in overeenstemming gebracht.

² De toekenning van milieugezondheidskwaliteiten c.q. GES-scores worden vastgesteld in de begeleidingscommissie waarin zitting hebben het Ministerie van VROM, het Ministerie van VWS, de GGD GHOR Nederland (werkgroepen), GGD'en, RIVM en provincies.

Soms is de variatie in blootstellingconcentraties zo klein dat de concentraties in het plangebied binnen één GES-score vallen. Dit kan zich vooral voordoen bij de luchtconcentraties. Om hierin meer onderscheid aan te brengen zijn er voor PM₁₀, PM_{2,5} en NO₂ binnen de GES-categorie één of meerdere subcategorieën aangebracht, namelijk 3a en 3b, 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 en kleuren

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.

Tabel 1.2 GES-scores, milieugezondheidskwaliteiten en kleuren

GES-score	Milieugezondheidskwaliteit	Kleur	RGB-code
1	Goed	Groen	000-153-000
2	Redelijk	Groengeel	220-248-010
3	Vrij matig	Geel	255-255-000
4	Matig	Geeloranje	255-210-000
5	Zeer matig	Oranje	255-165-000
6	Onvoldoende	Rood	255-000-000
7	Ruim onvoldoende	Roodpaars	192-000-000
8	Zeer onvoldoende	Donkerpaars	128-000-128

De gebruikte kleuren zijn conform het standaard kleurenpalet volgens het RGB-code systeem. De RGB-codes kunnen in GIS-applicaties worden toegepast.

Wil men bij het weergeven van contouren op de kaart een meer globale indeling maken, dan kan eventueel gebruik gemaakt worden van samengevoegde kleurenzones groen (GES-score 1), geel (GES-score 2 en 3), oranje (GES-score 4 en 5) en rood (GES 6 en hoger). In de praktijk blijkt dat de milieugezondheidskwaliteiten die via de GES systematiek worden gepresenteerd goed aansluiten bij de belevingswereld van bevolking en lokaal bestuur.

2.2 Voorwaarden voor het gebruik van GES

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

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 of beleidsontwikkeling 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 ook in het kader van de nieuwe Omgevingswet ruimtelijke plannen gemaakt. De toekomstige ruimtelijke ontwikkeling wordt 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.

Vroeg in de plan- of beleidsontwikkeling

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. Het is nog niet duidelijk of deze fasen ook onder het regime van de Omgevingswet blijven bestaan.

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 of beleidsontwikkeling 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 of beleidsontwikkeling is het niet mogelijk, maar ook niet noodzakelijk, om de GES al in zijn geheel uit te voeren. Van bronnen binnen of buiten het (plan)gebied 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 bijvoorbeeld 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.

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. Natuurlijk zijn 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. Het rapport Instrumenten gezondheid en leefomgeving (Fast, 2016) geeft hiervan een overzicht. Genoemd kunnen worden het Beoordelingskader Gezondheid en Milieu (RIVM, Fast Advies), Duurzaamheidsprofiel van een locatie DPL (IVAM UvA) en de Omgevingswijzer (Rijkswaterstaat). 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 initiatieffase 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 ontwerpfasen een rol spelen. Geluidsisolerende maatregelen of de plaats van de inlaat van ventilatiesystemen zullen meestal pas een rol spelen bij de uitvoeringsfase. Het volgende, niet uitputtende, schema kan ter illustratie dienen.

Tabel 1.3 Mogelijke adviezen op basis van een GES naar planfase en milieufactor

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

Beschikbaarheid blootstellinggegevens

Voor het uitvoeren van een GES moeten ruimtelijk weergegeven milieukwaliteitsgegevens 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 de Rekentool uitspraken over de blootstelling gedaan kunnen worden (zie module E). 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 (zie module A). Om uitspraken te kunnen doen over gezondheid moeten de ruimtelijke milieukwaliteitsgegevens gecombineerd worden met de locaties van woningen of andere gevoelige bestemmingen. In deel II Handleiding 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 of beleidsontwikkeling 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.

2.3 Waarborgen dat de resultaten van een GES worden gebruikt

Om zoveel mogelijk waarborgen te hebben dat de uitkomsten van de GES een rol spelen in de planvorming of beleidsontwikkeling 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 milieufunctie op te trekken, omdat veelvuldig van dezelfde gegevens gebruik wordt gemaakt of de gegevens door de milieufunctie 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 of beleidsontwikkeling 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 krachtspel? 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 of beleidsontwikkeling 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.

3. Risicobeoordeling voor verschillende bronnen en milieuaspecten

A - Bedrijven en luchtverontreiniging³

Bij luchtverontreiniging van bedrijven worden industriële bedrijven en veehouderijen apart besproken.

A1 – Industriële bedrijven en luchtverontreiniging

Emissie en verspreiding door industriële bedrijven

Vergunningsplicht en Activiteitenbesluit

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. De Wabo (artikel 2.1 onder e) en het hierbij behorende Besluit omgevingsrecht (Bor) bepalen of er sprake is van omgevingsvergunningplicht.

Het Activiteitenbesluit kent 3 soorten inrichtingen: type A, B en C. Welke bedrijven onder welke categorie vallen is terug te vinden in artikel 1.2 van het Activiteitenbesluit.

Voor nadere informatie zie website Infomil:

<https://www.infomil.nl/onderwerpen/integrale/activiteitenbesluit/activiteitenbesluit/typen-inrichting/>

In afdeling 2.3 van het Activiteitenbesluit staan de emissie-eisen voor lucht. Informatie over emissie-eisen van het Activiteitenbesluit is te verkrijgen bij Infomil (www.infomil.nl/emissiesindustrie). De vergunning is bij de vergunningverlenende instantie, gemeente of provincie, beschikbaar. De vergunning en het Activiteitenbesluit 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.

Richtlijn industriële emissies

Voor grote bedrijven die milieuvervuiling veroorzaken is de Richtlijn industriële emissies (RIE) van toepassing. De RIE is geïmplementeerd in de Nederlandse wetgeving (vooral Wabo en Bor). Installaties waarin activiteiten plaats vinden uit Bijlage 1 van de RIE worden IPPC-installaties genoemd. IPPC-installaties zijn altijd vergunningplichtig. Maar ook voor bedrijven met een IPPC-installatie kunnen algemene regels uit het Activiteitenbesluit gelden. De Handleiding IPPC op de InfoMil website geeft hiervan een overzicht. Zie: www.infomil.nl/ippc.

Voor andere regelgeving, over het bepalen van beste beschikbare techniek (BBT) en Activiteiten besluit is ook veel informatie te vinden op: <https://www.infomil.nl/onderwerpen/duurzaamheid-energie/ippc-installaties/handleiding-ippc/bepaal-eisen/>.

Er zijn voor verschillende bedrijfstakken zogenoemde referentiedocumenten (kortweg BREF's) gemaakt. Daarin zijn met de beste beschikbare technieken haalbare emissies opgenomen. Een onderdeel van de BREFs zijn de BBT-conclusies. De BBT-conclusies worden gepubliceerd in het Europees Staatsblad. De vergunningverlener moet een vergunningaanvraag van een IPPC-installatie altijd toetsen aan de hiervoor geldende BBT-conclusies. De BREF kan hierbij als achtergrond document gebruikt worden. Meer informatie staat in de Handleiding IPPC op de website van InfoMil. Zie: www.infomil.nl/ippc

Emissieregistratie

In veel gevallen zullen metingen van de emissie ontbreken. De emissie kan ook berekend worden met behulp van emissiefactoren. De landelijke Emissieregistratie heeft de op deze wijze berekende emissie

³ Gerelateerd aan dit onderwerp is de GGD Richtlijn Luchtqualiteit 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.

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.

Stoffenbeleid (REACH)

In Europees verband is het 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. 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 beheersen. De informatie over gevaren en risico's van stoffen moet openbaar beschikbaar gesteld worden. Het geheel dient te worden vastgelegd in een stoffenveiligheidsrapport.

De uitvoering en handhaving van de REACH verordening is in Nederland geregeld in een nieuw hoofdstuk 9 van de Wet milieubeheer (Wm).

Zeer zorgwekkende stoffen

Zeer Zorgwekkende Stoffen (ZZS) zijn stoffen die gevaarlijk zijn voor mens en milieu. Dit kan zijn omdat ze bijvoorbeeld kankerverwekkend zijn, de voortplanting belemmeren en/of zich in de voedselketen ophopen. Het doel van het overheidsbeleid is om deze stoffen zoveel mogelijk uit de leefomgeving te weren. Hiervoor worden een aantal instrumenten ingezet waaronder ook emissie- en immissiebeperking via vergunningverlening en algemene regels.

Bij vergunningplichtige activiteiten levert een bedrijf informatie aan over de emissie van ZZS (informatieverplichting). Vervolgens neemt het bevoegd gezag in de vergunning voorschriften op voor emissiebeperking en continue verbetering.

De verplichtingen voor emissies naar lucht zijn uitgewerkt in de Handleiding ZZS lucht (<http://www.infomil.nl/zzslucht>), die voor water in de Algemene Beoordelingsmethodiek 2016 (ABM) (zie: www.infomil.nl/ABMwater) en het Handboek Immissietoets 2016 (www.infomil.nl/immissiewater).

Het nieuwe beleid voor ZZS kent geen limitatieve lijst, maar werkt met een aantal criteria om te beoordelen of een stof als ZZS wordt aangemerkt (De Poorter et al., 2011; Van Herwijnen, 2013). Voor de identificatie van ZZS is aangesloten bij de criteria en voorwaarden van zorgstoffen van artikel 57 van de REACH verordening. Door REACH komt meer informatie beschikbaar over stoffen die in producten zitten en de gevaren en mogelijke risico's voor mens en milieu. REACH gaat niet over stoffen die onbedoeld vrijkomen bij processen. Ook deze stoffen die onbedoeld vrijkomen bij processen kunnen ZZS zijn. ZZS spelen een rol bij de vergunningverlening. 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. Er geldt een minimalisatieplicht en een vijf jaarlijkse informatieplicht. Voor emissies naar de lucht staat deze verplichting in artikel 2.4 van het Activiteitenbesluit. Voor emissies naar water staat deze verplichting in het aangewezen BBT-document ABM 2016. Vergunningverleners nemen deze verplichting over in de vergunning voor het lozen van stoffen.

Verspreiding

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

- Emissie: de hoeveelheid per tijdseenheid

- Hoogte van de schoorsteen: bij een hoge schoorsteen is de verdunning groter, waardoor de concentraties op leefniveau lager zijn en daardoor de invloed van de emissie op leefniveau minder ver reikt
- Warmte-inhoud van de afgassen: hoe warmer hoe groter de pluimstijging en hoe lager de concentraties op leefniveau
- Weersomstandigheden, zoals windrichting, -snelheid, bewolkingsgraad, temperatuur
- Ruwheid van het terrein: bij een lage ruwheid en een bronhoogte tot circa 15 meter zijn de concentraties op leefniveau hoger en reikt de invloed van de emissie het verst vergeleken met een hoge ruwheid. Bij bronnen hoger dan 15 meter zijn de concentraties bij een lage ruwheid lager dan bij een hoge ruwheid.

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 hoge 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, voor prognostische berekeningen, gebruik gemaakt van datasets van de meteo-omstandigheden per uur over 10 jaar (1995-2004). 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 twee implementaties van het NNM tegen betaling verkrijgbaar, het door TNO uitgegeven Pluim-plus en de GeoMilieu-module Stacks van DGMR. Deze applicaties hebben een module waarbij rekening kan worden gehouden met de invloed van een gebouw op de verspreiding van de luchtverontreiniging. Er is afgesproken dat de uitkomsten van Pluim-Plus en Stacks niet meer dan 5% mogen verschillen op 90% van de beschouwde receptorpunten. De hoogste concentraties voldoen dan altijd aan dit criterium. Daardoor zijn beide implementaties van het NNM bruikbaar.

Op de website van de Rijksoverheid staat een lijst met goedgekeurde rekenmodellen:

<https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/luchtkwaliteit/documenten/regelingen/2011/07/04/overzicht-goedgekeurde-rekenmethoden>

Vereenvoudigde versie van het NNM ISL3a

Rekenmodellen moeten voldoen aan de regels uit de Regeling beoordeling luchtkwaliteit 2007.

Standaard Rekenmethode 3 (SRM3) in de Regeling beoordeling luchtkwaliteit 2007 is de methode van het Nieuw Nationaal Model (NNM). Met het NNM kunnen de bijdragen van industriële en agrarische punt- of oppervlaktebronnen aan de bestaande of toekomstige concentraties in Nederland worden berekend. De regeling bevat ook voorschriften over metingen en berekeningen om de concentratie en depositie van luchtverontreinigende stoffen vast te stellen. De regeling schrijft 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. Een vereenvoudigde versie van het Nieuw Nationaal Model is in opdracht van het toenmalige ministerie van VROM 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, PM₁₀, PM_{2,5} en EC in eenvoudige situaties te bepalen. De laatste versie van dit rekenmodel is ISL3a versie 2017, dat samen met een handleiding te downloaden is via de website van Infomil (<https://www.infomil.nl/onderwerpen/klimaat-lucht/luchtkwaliteit/slag/isl3a/handleiding/>). In deze ISL3a versie 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. 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 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. Ondanks de oude versie van Stacks zijn deze tabellen nog geschikt om concentraties in de leefomgeving te schatten.

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 is nog een methode voor het schatten van immissieconcentraties: de beperkte immissietoets voor ZZS (RIVM). Deze methode biedt een eerste zeer grove schatting voor ZZS. Het is bedoeld voor bevoegd gezag om zelf te kijken of bedrijf mogelijk een MTR overschrijdt. Blijkt hieruit dat de immissie in de buurt van het MTR zit, dan is alsnog een berekening met het NNM nodig. Zie ook www.infomil.nl/zzslucht (pagina immissietoets).

Depositie van atmosferische verontreinigingen

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

Of atmosferische depositie een rol van betekenis speelt bij de verontreiniging van bodem en gewas en daarmee van belang is voor het instrument GES is nader beoordeeld. In 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 depositiemetingen 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 7) 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
<i>Emissie</i>	
Productievermindering	
Aanpassen van het productieproces	
Biowassers/gaswassers	ca. 40%
Naverbranding van de afgassen	ca. 80%
“Good housekeeping” zoals het voorkomen van diffuse emissies	
<i>Verspreiding en immissie</i>	
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 schoorsteentemperatuur. 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.

Gezondheidkundige beoordeling

Eerst wordt er een overzicht gegeven over de beschikbaarheid en bronnen van normen voor verschillende stoffen. Vervolgens wordt regelgeving zoals het *Besluit en regeling NIBM* en *REACH* kort beschreven. Daarbij sluit een beschrijving van *zeer zorgwekkende stoffen* aan. Vervolgens wordt een tabel gegeven met achtergrondwaarden van een reeks stoffen.

Normen

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

Voor een beoordeling van andere stoffen kan geput worden uit een aantal bronnen.

Het RIVM heeft een groot aantal luchtnormen opgesteld. Deze worden aangeduid als 'toelaatbare concentratie in lucht' (TCL), of als CR_{inhal} (cancer risk) in het geval van genotoxisch carcinogenen. Voor stoffen met een drempelwaarde is dit de concentratie die bij levenslange blootstelling (70 jaar, 365 dagen/jaar en 24 uur per dag) geen effect op de gezondheid heeft. De meeste milieukwaliteitsnormen voor lucht zijn via de ad hoc-systematiek afgeleid (zie bijvoorbeeld Hansler et al., 2006), veelal door het RIVM, maar ook door de Waterdienst (voorheen Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling (RIZA)). In totaal zijn er voor 253 stoffen milieukwaliteitsnormen voor lucht beschikbaar. Voor een beperkt aantal stoffen zijn wettelijke normen beschikbaar, afgeleid in EU-kader. De Wereldgezondheidsorganisatie brengt de Air Quality Guidelines uit. De Guidelines zijn MTR-waarden voor luchtverontreinigende stoffen en vormen vaak de basis van de normstelling in Nederland. In 2005 verscheen de 'Global update' van deze Guidelines. Voor informatie over de Air Quality Guidelines wordt verwezen naar de website van het Europese bureau van de WHO (http://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/outdoorair_aqg/en/)).

Het RIVM heeft de gezondheidkundige 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 gezondheidkundige advieswaarden of MTR's hebben geen wettelijke basis. In de Wet Luchtkwaliteit zijn wettelijke grenswaarden voor een aantal stoffen opgenomen. Hierbij moet aangetekend worden dat deze grenswaarden niet altijd alleen een gezondheidkundige 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 gezondheidkundige advieswaarden afkomstig uit bovenstaande bronnen voor een groot aantal stoffen verzameld (Fast, Mooij & Mennen, 2008).

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 gezondheidkundige 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.

De grenswaarden voor fijn stof en NO_2 waaraan getoetst moet worden zijn in de module E over wegverkeer nader beschreven.

Besluit en regelingen

NIBM

Voor nieuwe industriële - en veehouderijbedrijven of bedrijfsuitbreidingen dient in eerste instantie altijd getoetst te worden of het bedrijf (of onderdeel) "In Betekenende Mate" bijdraagt aan de luchtverontreiniging van PM₁₀ en NO₂. Het Besluit NIBM (Niet in betekenende mate) wordt nader beschreven in module E over wegverkeer.

Achtergrondgehalten

Voor een gezondheidkundige 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. In Nederland meten naast het RIVM ook lokale instanties de luchtkwaliteit.

Op de website www.luchtmeetnet.nl presenteert het RIVM samen met die instanties alle luchtkwaliteitsdata. De website www.lml.rivm.nl zal langzaam maar zeker zijn inhoud verliezen. Ook het milieu- en natuurcompendium van het RIVM geeft hierover informatie (www.compendiumvoordeleefomgeving.nl).

Het RIVM produceert jaarlijks kaarten met generieke concentraties voor Nederland (GCN) van het afgelopen jaar (http://www.rivm.nl/Onderwerpen/G/GCN_GDN_kaarten_2016). Op deze website zijn de GCN-rapportage, indicatoren en gemiddelde concentraties over verschillende periodes terug te vinden. Deze grootschalige concentraties (GCN) worden toegepast als benadering van de achtergrondconcentratie. De kaarten dienen als basis voor de achtergrondconcentratiekaarten die de minister jaarlijks op 15 maart publiceert (<https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/luchtkwaliteit/vraag-en-antwoord/hoe-kan-ik-luchtvervuiling-berekenen>).

Via de website <http://geodata.rivm.nl/gcn/zijn> de GCN- kaarten te bekijken.

Voor de handreiking voor een integrale beoordeling van gezondheidsaspecten bij 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
Gechloreerde koolwaterstoffen		
1,1,1-trichloorethaan	0,3 ^g	
1,2-dichloorethaan	0,1 ^g	
1,2-dichlooretheen	0,2 ^h	
Trichlooretheen	0,2 ^g	
Tetrachlooretheen	0,3 ^g	
1,2-dichloorpropaan	0,3 ^g	
1,4-dichloorbenzeen	0,02 ^g	
Dichloorbenzenen (som)	0,06 ^g	
Chloorbenzeen	0,03 ^g	
Trichloorbenzenen (som)	0,01 ^g	
Dichloormethaan	1,5 ^h	
Trichloormethaan (chloroform)	0,1 ^g	
Tetrachloormethaan	1 ^g	
Vinylchloride	0,1 ^h	

Stof	Achtergrond concentratie $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Opmerkingen
Polychloorbifenylen (PCB's)	0,0005 ^j	
Dioxinen (in i-TEQ)	25.10 ^{-9 d}	
Aromatische verbindingen		
Benzeen	0,6 ^{a, n}	
Tolueen	3 ^d	
Xylenen	3 ^d	
Ethylbenzeen	1 ^d	
Trimethylbenzenen (som)	1,5 ^d	
Ethyltoluenen (som)	1 ^d	
Overige alkylbenzenen (som)	0,3 ^d	
(m/p- en o-)Cresol	0,2 ^h	
Styreen	0,2 ^d	
B(a)P	0,0002 ^a	
Naftaleen	0,06 ^d	
Overige organische verbindingen		
CO ^l	400 – 1.200 P98 ^b	zie http://www.clo.nl/indicatoren/nl0465-koolmonoxide?ond=20888
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.clo.nl/indicatoren/nl0231-stikstofdioxide?ond=20888
PM ₁₀	23 – 36 ^b	Grote ruimtelijke variatie; zie http://www.clo.nl/indicatoren/nl0243-fijn-stof-pm10-in-lucht?ond=20888
H ₂ S	0,2 ^j	
HCN	0,1 ^d	
Ammoniak (NH ₃)	5 ^a	http://www.clo.nl/indicatoren/nl0461-ammoniak?ond=20888
HCl	0,5 ^d	
Metalen^m		
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	

Stof	Achtergrond concentratie $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Opmerkingen
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: Compendium voor de leefomgeving van de Rijksoverheid op website

[http://www.clo.nl/search/topic?nid=20888&stopics\[0\]=Luchtkwaliteit&limit=alle&page=0](http://www.clo.nl/search/topic?nid=20888&stopics[0]=Luchtkwaliteit&limit=alle&page=0)

Ammoniak: De landelijk gemiddeld berekende ammoniakconcentratie in 2012 was 6,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. De hoogste concentraties zijn berekend voor de gebieden met intensieve veehouderij zoals de Gelderse Vallei, het oosten van Noord-Brabant en het noorden van Limburg, gevolgd door de Achterhoek, delen van Overijssel en het veenweidegebied.

b: Grootschalige Concentraties Nederland op website <http://geodata.rivm.nl/gcn/> c: RIVM (2007) – Anorganische fluoriden. Document opgesteld in het kader van de Voortgangsrapportage Milieubeleid voor Nederlandse Prioritaire Stoffen. De landelijk jaargemiddelde fluorideconcentratie wordt in sterke mate, voor circa 70%, beïnvloed door buitenlandse emissies. Door de hoge depositiesnelheid is de fluorideconcentratie vooral lokaal verhoogd in gebieden met grote bronnen, zoals in Noordoost Groningen, Zuid-Limburg, Rivierengebied, Sloegebied en Rijnmond. Voor onbelaste locaties zijn geen recente concentratiemetingen beschikbaar. Begin jaren tachtig was de grootschalige jaargemiddelde concentratie in relatief onbelaste gebieden circa 0,03 – 0,04 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ met een landelijk jaargemiddelde concentratie van 0,07 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. De depositie van fluoride is van 1995 - 2001 praktisch gelijk gebleven.

d: Mennen, M.G. en N.J.C. van Belle (2007) – Emissies van schadelijke stoffen bij branden. Rapportnr. 609021051. RIVM, Bilthoven.

e: Mennen, M. (1999) – Emissies, verspreiding en depositie van verontreinigende componenten door ATM te Moerdijk. Briefrapport RIVM/IEM 827. RIVM, Bilthoven.

f: United Nations Environment Program, Environmental Health Criteria 204, Boron, 1989.

Achtergrondconcentraties voor borium liggen in de ordegrootte van 0,0005 tot 0,02 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

g: Afgeleid uit meetgegevens uit het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit.

h: Schatting op basis van gegevens uit de Hazardous Substances Data Bank (National Library of Medicine's, National Institutes of Health, USA).

i: Afgeleid uit metingen in Mennen M.G., Putten E.M. van en Krystek P. (2004) – Immissie-, gewas- en depositieonderzoek in de omgeving van Voorden gieterij te Zaltbommel. Rapportnr. 609021027. RIVM, Bilthoven.

j: 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.

l: Sinds 1994 wordt de grenswaarde van 10.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ voor de glijdende 8-uurgemiddelde koolmonoxideconcentratie in Nederland niet meer overschreden. Alleen in stedelijke gebieden en langs snelwegen komen nog verhoogde concentraties voor. Sinds 2011 wordt de landsdekkende kaart met koolmonoxideconcentraties niet meer geactualiseerd. De laatst berekende kaart was voor 2010. De beschikbare kaart voor 2013 in de GCN-viewer is identiek aan de kaart van 2010.

m: Voor verschillende indicatoren zie <http://www.clo.nl/indicatoren/nl0486-zwaremetalen?ond=20888>

n: De grootschalige benzeenconcentratie vertoonde in dat jaar een vrij vlak beeld over Nederland variërend van ongeveer 0,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in het noorden tot ongeveer 0,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in het zuiden. In grote

steden zijn de concentraties ongeveer $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Zie: <http://www.clo.nl/indicatoren/nl0457-benzeen?ond=20888>

GES-score

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 PM_{10} en NO_2 wordt verwezen naar Module E Wegverkeer en luchtverontreiniging.

De algemene indeling op basis van MTR staat hieronder in een tabel. Daarna volgen de MTR's voor de verschillende stoffen in een andere tabel.

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 $0,1 \times \text{MTR}$	2	Als geen streefwaarde bekend is dan kan $0,01 \times \text{MTR}$ gehanteerd worden
$0,1 - 0,5 \times \text{MTR}$	3	
$0,5 - 0,75 \times \text{MTR}$	4	
$0,75 - 1,0 \times \text{MTR}$	5	
$> 1,0 \times \text{MTR}$	6	Overschrijding MTR

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 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Gechlororeerde koolwaterstoffen		
1,1,1-trichloorethaan	380^f	
1,2-dichloorethaan	48^b	
1,2-dichlooretheen	60^v (cis) 60^v (trans)	
Trichlooretheen	200^b	

Stof	Gezondheidkundige advieswaarde Jaargemiddelde $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Grenswaarden Jaargemiddelde $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Tetrachlooretheen	250 ^b	
1,2-dichloorpropaan	12 ^f	
1,4-dichloorbenzeen	670 ^b	
Dichloorbenzenen (som)	600 ⁿ	
Chloorbenzeen	500 ^f	
Trichloorbenzenen (som)	50 ^b	
Dichloormethaan	3.000 ^b	
Trichloormethaan (chloroform)	100 ^b	
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	30.862 ^r	
Fenol	20 ^b	
Iso-propanol	2.200 ^b	
Cyclohexaan	3.000 ^f	
Anorganische componenten		
Fluoride	1,6 ^d	
SO ₂	125 (24-uurgemiddelde concentratie, waarbij geldt dat deze maximaal driemaal per kalenderjaar mag worden overschreden) ^f	20 ^a
H ₂ S	2 ^e	
HCN	25 ^b	
Ammoniak (NH ₃)	100 ^l	
HCl	20 ^k	

Stof	Gezondheidskundige advieswaarde Jaargemiddelde $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Grenswaarden Jaargemiddelde $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Metalen		
Kwik (Hg) metallisch	0,05 ^f	
Lood (Pb)	0,5 ^f	0,5 ^a
Arseen	1 ^b	0,006 ^h
Barium	1 ^b	
Borium	- ^m	
Cadmium	0,005 ⁿ	0,005 ^h
Chroom (III)	60 ^b	
Chroom (VI)	0,0025 ^b	
Kobalt (Co)	0,5 ^b	
Koper (Cu)	1 ^b	
Molybdeen	12 ^b	
Nikkel	0,05 ^b	0,02 ^h
Zink	- ^u	

- a: Wet Luchtkwaliteit; voor SO₂ de verwachte jaargemiddelde concentratie waarbij de 24-uurgemiddelde waarde van 125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ drie keer wordt overschreden zie voor CO ook c.. Voor benzeen: De EU-grenswaarde vanaf 2010 is 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (EU, 2000b).
- 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 gezondheidkundige 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 gezondheidkundige 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/m^3 (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 gezondheidkundige advieswaarde voor de werkplek afgeleid van 2,3 mg/m^3 (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 SO_2 . Voorlopig wordt voor de GES-scores nog uitgegaan van de wettelijke grenswaarde van maximaal driemaal overschrijding van de 24-uursgemiddelde concentratie van $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$.
- h: EU (2005) – Richtlijn 2004/107/EG van het Europees parlement en de raad van 15 december 2004 (4^e dochterrichtlijn). Streefwaarden voor 2013.
- j: Voor dioxine is de TDI $2 \text{ pg}/\text{kg lg}/\text{dag}$ (recentste waarde van de EU en de WHO-JECFA). Uitgaande van een ademvolume van 20 m^3 per dag voor een volwassene van 70 kg lichaamsgewicht wordt een waarde van $7 \cdot 10^{-6} \mu\text{g}/\text{m}^3$ berekend als luchtnorm. Deze waarde is te gebruiken voor de som van dioxinen, furanen en dioxineachtige PCB's.
- k: Voor HCl heeft het RIVM geen chronische advieswaarde afgeleid. Er is alleen een richtwaarde van $5 \text{ mg}/\text{m}^3$ voor acute effecten (irritatie), die wordt gebruikt bij kortdurende blootstelling van maximaal een uur in geval van calamiteiten. De US-EPA heeft in 1995 een chronische grenswaarde van $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ voorgesteld (RfC).
- l: Baars, A.J. (2008) – Advieswaarden ammoniak. In: Dusseldorp, A. et al. (2008) - Intensieve veehouderijen en gezondheid Bijlage C; Brieffrapport 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 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. MRL chronisch 13 ppm bij 25 C.
- 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.

A2 – Veehouderijen en luchtverontreiniging

Emissie en verspreiding door 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

Sinds 1 januari 2013 vallen veel veehouderijen in hun geheel onder het Activiteitenbesluit. Zij hebben geen omgevingsvergunning nodig. Voor het starten van een aantal activiteiten uit het Activiteitenbesluit en bij bepaalde dieren aantallen hebben veehouderijen daarnaast toestemming van het bevoegd gezag nodig. Deze "toestemming vooraf" wordt de omgevingsvergunning Beperkte Milieutoets genoemd (OBM): een OBM voor milieueffectrapportage of een OBM voor fijn stof. Hierin toetst het bevoegd gezag de oprichting of uitbreiding aan de Wet Luchtkwaliteit door te beoordelen of deze een gering effect heeft op de luchtkwaliteit (Niet in betekende mate, NIBM) of geen overschrijding van de grenswaarden geeft. Is dit inderdaad het geval dan krijgt de veehouder de OBM. Voor grote veehouderijen en nertsenhouders met meer dan bepaalde aantallen dieren is een omgevingsvergunning milieu nodig.

Grotere varkens- en kippenbedrijven, met meer dan 40.000 pluimvee, 2.000 mestvarkens of 750 zeugen hebben te maken met de IPPC-richtlijn. Deze bedrijven hebben een omgevingsvergunning nodig. Een belangrijke eis is, dat een vergunning voor de belangrijkste geëmitteerde stoffen emissiegrenswaarden moet bevatten, die gebaseerd zijn op de 'best beschikbare technieken' (BBT). Deze bedrijven zijn aangewezen als zogenoemde type-C inrichtingen waardoor voorschriften van hoofdstuk 3 van het Activiteitenbesluit aanvullend van toepassing zijn.

Stikstofoxiden emissie

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

Ammoniak emissie

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. De laatste jaren is de emissie min of meer constant, maar in sommige gebieden licht stijgend. Deze stijging is het gevolg van een grotere melkveestapel en hogere stikstofgehalten van ruwvoer

(Compendium voor de leefomgeving, 2016). In gebieden met veel intensieve veehouderijen worden achtergrondconcentraties aan ammoniak tot $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gemeten (o.a. Meijdam en van Dam, 2011). Hiervan wordt geen extra gezondheidsrisico verwacht. Ammoniak wordt verder in dit handboek niet besproken. In het Programma Aanpak Stikstof (PAS)(herzien maart 2017; zie <https://www.rvo.nl/subsidies-regelingen/achtergrondinformatie-pas>) is een pakket aan generieke maatregelen opgenomen voor de landbouw. Strengere eisen aan de uitstoot uit stallen en het uitrijden van mest moeten de uitstoot van ammoniak verminderen. Door PAS ontstaat er ruimte voor nieuwe economische activiteiten met stikstofuitstoot in de buurt van de Natura 2000-gebieden.. Via de uitstoot van ammoniak draagt de veehouderijsector wel in belangrijke mate bij aan de vorming van secundair fijn stof in de vorm van aerosolen van nitraten (vooral aanwezig in de $\text{PM}_{2,5}$ -fractie).

Fijn stof emissie

Naast verkeer en industrie levert de landbouw een grote bijdrage, gemiddeld 20 - 23%, aan de emissie van fijn stof door menselijk handelen 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 een voliëresysteem.

Het stof van de landbouw is voor het grootste gedeelte afkomstig van strooisel, mest- en diervoerbestanddelen (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. Het ministerie van IenM publiceert jaarlijks in maart geactualiseerde gegevens.

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. Wageningen UR Livestock Research adviseert de ministeries van IenM en EZ over de emissiefactoren.

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 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 gemeenten zijn verantwoordelijk voor de inhoud van gegevens. Gemeenten actualiseren 2x per jaar de data in het BVB. Web-BVB is voor iedereen beschikbaar voor Gelderland (<http:// gelderland.vaa.com/webbvb/>) en Noord-Brabant (<http://bvb.brabant.nl/webbvb>). Voor Overijssel, Limburg en provincie Utrecht zijn de databases niet toegankelijk meer via een website. In de database zijn de gemeente, het adres, de XY-coördinaat, het bedrijfstype, het aantal dieren per diercategorie en de PM_{10} -emissie (kg/jaar) van alle veehouderijen opgenomen. Op een interactieve kaart zijn alle veehouderijen en landbouwontwikkelingsgebieden (LOG) weergegeven en worden het adres en de PM_{10} -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. 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 2016 uitgevoerd onderzoek bleek dat voor fijn stof in 2015 bij 34 veehouderijen sprake was van een potentiële overschrijding van de grenswaarde (dagnorm) op in totaal 46 woningen. Bij één woning was sprake van overschrijding van de jaarnorm. Het aantal veehouderijen en woningen waar een overschrijding plaats vindt is afgenomen. Dit is vooral het gevolg van een daling van de achtergrondconcentratie. Daarnaast is er een aantal verschuivingen te zien door uitbreidingen of inkrimpingen van veehouderijen. De veehouderijen liggen verspreid in met name Noord-Brabant, Gelderland en Limburg (van Zanten et al., 2016).

De achtergrondconcentraties op een bepaalde locatie zijn te vinden in de digitale kaarten van het RIVM de zogenaamde Grootschalige Concentratiekaarten Nederland (GCN op <http://geodata.rivm.nl/gcn/>). De GCN-kaarten zijn gebaseerd op een combinatie van modelberekeningen en metingen. De PM_{10} -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

Op de website van de rijksoverheid staat een actuele lijst van goedgekeurde rekenmodellen om de verspreiding van luchtverontreiniging te berekenen

(<http://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/luchtkwaliteit/documenten-en-publicaties/regelingen/2011/07/04/overzicht-goedgekeurde-rekenmethoden.html>).

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. 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 gebouwenmerken 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.

Endotoxinen emissie

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, gemeten⁴. Binnen in een nertsbedrijf 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.

In een onderzoek werden metingen uitgevoerd van endotoxinen in het stof bij twee stallen voor leghennen, twee stallen voor vleeskuikens en twee stallen voor vleesvarkens. Per dier zijn de emissies het hoogst voor een varken, gevolgd door een leghe en daarna een vleeskuiken. De emissie neemt toe met de deeltjesgrootte van het stof. Op basis van deze metingen werd de verspreiding van endotoxinen in de omgeving van een aantal fictieve stallen berekend met een variant en verfijning van het Nieuw Nationaal Model. Afhankelijk van diertype en bedrijfsomvang werd op een afstand van circa 100 tot 290 m een concentratie van 30 EU/m³ (98-percentiel) berekend (Ogink en Erbrink, 2016).

Emissie van biologische stoffen

Er zijn verschillende bacteriën of virussen bekend die voor emissie zorgen uit veehouderijen. Enkele voorbeelden van bacteriën of virussen die verschillende ziekten kunnen veroorzaken worden hieronder beschreven. Voor mensen in de omgeving van intensieve veehouderijen zijn vooral Q-koorts en vogel- en varkensgriep van belang. Zie voor beschrijving van deze ziekten de sectie 'Gezondheidskundige beoordeling'. Veel is nog niet bekend over de emissie en verspreiding van de ziekteverwekkers. De verspreiding van bacteriën/virussen kan lopen via de voedselketen en door direct contact met dieren. Aangenomen wordt dat er een verhoogde kans is op het oplopen van Q-koorts in een cirkel van 5 km rond een besmet bedrijf.

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 bijvoorbeeld 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.

⁴ 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.

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 (Kornalijslijper, 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 risicobeoordeling te maken. Binnen de afstand van 250 – 1000 meter tussen een landbouwbouwontwikkelingsgebied (LOG) of bedrijf tot een woonkern of lintbebouwing wordt aanbevolen bij vergunningverlening een aanvullende gezondheidskundige 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.

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 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 storingen voor in het procesregelsysteem en staat de wasser wel eens uitgeschakeld. Een elektronisch monitoringssysteem om de werking van luchtwassers eenvoudig te kunnen controleren is sinds 1 januari 2013 bij nieuwe en sinds 1 januari 2016 bij bestaande luchtwassers verplicht.

Samenvattend zijn de volgende maatregelen voor fijn stof mogelijk:

Maatregelen 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 15 maart 2017	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 %		
Droogtunnel	30 % 55 %		
Oliefilmsysteem met drukleidingen ⁷	54 %		
Ionisatiesysteem met negatieve coronadraden ⁸	49 %		
Droogfilterwand	40 %		
Ionisatiefilter	60 %		
Warmtewisselaar	13 % 31 %		
Oliefilm in stal met volières d.m.v. leidingen	15 %		
Oliefilm in stal met gedeeltelijk rooster d.m.v. robot	30 %		
Strooiselschuif bij volièrehuisvesting	20 %		
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 er verschillende maatregelen mogelijk, die vooral gericht zijn op de bedrijfsvoering. Het is voor deze maatregelen niet mogelijk om de effectiviteit er van aan te geven.

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	Sinds de Q-koortsepidemie (2007-2009) zijn alle professionele melkgeiten- en melkschapenhouders en bedrijven met een publieksfunctie verplicht hun dieren jaarlijks te vaccineren. De vaccinaties bij de veehouders worden geregistreerd, die bij de publieksbedrijven niet. Na de vaccinatiecampagne in 2010 is het aantal meldingen van Q-koorts afgenomen van 2354 in 2009 tot 81 in 2011. In 2016 waren er nog maar 12 meldingen.
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. Voor schapen en geiten is het verboden om mest uit te rijden of af te voeren.	
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 Kornalijslijper, Rahamat-Langendoen en van Duynhoven (2008), Nijdam en van Dam (2011) en de website <http://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/dieren/q-koorts>

Gezondheidkundige beoordeling

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 er van 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).

Epidemiologisch onderzoek dat tot nu toe bekend is heeft verder aangetoond dat blootstelling aan de hoeveelheid fijn stof (maar dan uit gedrukt 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.

Uit het onderzoek 'Veehouderij en Gezondheid Omwonenden' (VGO) komen aanwijzingen naar voren dat het wonen in de buurt van veehouderijen een nadelig effect heeft op de longfunctie (Maassen et al., 2016). De verlaging van de longfunctie wordt gevonden bij mensen die veel veehouderijen in hun directe omgeving hebben, vooral bij de groep met 15 of meer bedrijven binnen een kilometer afstand. Dit verband hangt vooral samen met aantal veehouderijen rond de woning en niet duidelijk met specifieke veehouderijtypen. Het meest waarschijnlijk is dat deze longfunctieveranderingen samenhangen met de blootstelling aan stof en endotoxine direct rond de veehouderijbedrijven. Of er ook een samenhang is met de concentratie endotoxine in de lucht was nog niet te zeggen.

Aanvullende studies bevestigen de conclusie, dat mensen rondom pluimveehouderijen een grotere kans hebben op een longontsteking en onderbouwen deze steviger. Er zijn sterke aanwijzingen dat fijnstof en componenten ervan mensen gevoeliger maken voor luchtweginfecties. Specifieke ziekteverwekkers afkomstig van dieren kunnen echter niet worden uitgesloten (VGO, 2017).

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 (aerosolen 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.

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 vee gerelateerde-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.

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)zweten, hoofdpijn, spier- en gewrichtspijnen, kortademigheid en concentratie- en slaapproblemen voorkomen.

In Nederland zijn er na de uitbraak van Q-koorts in 2008 verschillende veterinaire bestrijdingsmaatregelen genomen, waaronder het vaccineren van geiten en schapen. Hierdoor is het aantal besmette bedrijven en patiënten met Q-koorts zeer sterk afgenomen.

Uit aanvullende studies van het onderzoek Veehouderijen en Gezondheid Omwonenden (VGO) blijkt, dat mensen rondom geitenhouderijen een grotere kans hebben op longontsteking (VGO, 2017). Er is een toename (van ongeveer 5,4% extra patiënten) over de jaren van 2009 tot en met 2013, dus ook na de Q koortsepidemie van 2007 tot en met 2010. De Q koortsepidemie heeft waarschijnlijk tijdens de vroege jaren bijgedragen aan het verhoogde aantal longontstekingen. Het is echter geen verklaring van het verhoogde risico vanaf 2011. Wat deze toename wel veroorzaakt, is nog onduidelijk.

Vogel- en varkensgriep

Vogelgriep komt vrij algemeen voor bij in het wild levende vogels. Regelmatig worden besmettingen van vogelgriep geconstateerd bij pluimveebedrijven. Deze vogelgriep wordt over het algemeen 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 hoog pathogeen (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). Mensen, die met varkens werken, kunnen worden besmet met het varkensgriepvirus. Dit leidt in het algemeen niet tot ernstige klachten.

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 hoog pathogene 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 de 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

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 vee gerelateerde MRSA-stammen blijken minder goed overdraagbaar tussen mensen onderling dan andere typen MRSA. Het risico voor het oplopen van de vee gerelateerde MRSA bacterie

bestaat vooral voor mensen die intensief met varkens en vleeskalveren werken. Zij zijn vaker MRSA-drager 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 vee specifieke 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 vee gerelateerde MRSA (van Cleef, 2010). 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

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. In de omgeving van veehouderijen komen deze bacteriën niet vaker voor dan in de rest van Nederland (Maassen et al. 2016).

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.

Onderzoek naar de gezondheid van omwonenden van veehouderijen is veel minder vaak uitgevoerd dan onder werknemers. Uit een literatuuronderzoek van Dusseldorp (2015) bleek dat er weinig studies zijn gedaan waarbij daadwerkelijk is onderzocht of omwonenden van veehouderijbedrijven een verhoogd risico hebben op infecties, als er op dat moment zoönosen op bedrijven circuleren.

Micro-organismen die aanwezig zijn in stallen kunnen door uitstoot naar de buitenlucht worden verspreid in de omgeving. De mate van uitstoot van micro-organismen is afhankelijk van het type dieren, het aantal dieren in de stal, het bedrijfsmanagement en het type stal. De verspreiding tot aan de omringende bewoning is ook afhankelijk van andere factoren zoals de plaats van luchttuitlaat (ventilator), bomen en struiken in de omgeving, bebouwing en het weer en de overleving van het micro-organisme in het milieu. Het bepalen van de veilige afstand tussen veehouderijen en bewoning is door het gebrek aan betrouwbare informatie over de risico's voor omwonenden en de grote variatie aan lokale omstandigheden zeer lastig. Het is met de huidige informatie niet mogelijk om een minimale afstand te bepalen die voor alle situaties (diersoorten, bedrijfsomvang, huisvestingtypes, etc.) en het veelvoud aan zoönoseverwekkers toepasbaar is.

GES-score

Intensieve veehouderijen

Voor de zoönosen worden door het RIVM en GGD GHOR Nederland minimale afstanden aanbevolen tussen bedrijven onderling en tussen bedrijven en gevoelige bestemmingen. Hier liggen niet direct kwantitatieve dosis-effectrelaties aan ten grondslag. Vooral nog 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.

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 $PM_{2,5}$, waarbij van een vaste verhouding $PM_{2,5}/PM_{10}$ wordt uitgegaan. Er is echter nog geen dosis-effect relatie voor het fijn stof van veehouderijbedrijven bekend. Vooral nog 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.

B - Bedrijven en geur⁵

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.

B1 – Industriële bedrijven en geur

Emissie en verspreiding bij industriële bedrijven

Wabo, Wet Milieubeheer en Activiteitenbesluit

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 (type C-inrichting) is of dat er algemene of specifieke regels voor geur voor de betreffende activiteit (type A-, B- en C-inrichting) in het Activiteitenbesluit zijn opgenomen (zie Module A Bedrijven en luchtverontreiniging).

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

Op basis van het Activiteitenbesluit heeft het bevoegd gezag de mogelijkheid om maatvoorschriften te stellen als blijkt dat de geurhinder een aanvaardbaar niveau overschrijdt.

Emissie

Vaak zijn bij 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). De bronsterkte wordt bepaald door een luchtmonster, bijvoorbeeld uit de pijp, te nemen. Van dit luchtmonster worden met behulp van een olfactometer verdunningen gemaakt. Een panel, samengesteld uit personen met een gemiddelde gevoeligheid voor geur, ruikt aan de verdunningen. Vastgesteld wordt bij welke verdunningsfactor het 'gemiddelde' panellid het verdunde monster juist en met zekerheid kan onderscheiden van geurvrije lucht. Deze verdunningsfactor geeft de geurconcentratie aan. Is de verdunningsfactor bijvoorbeeld 1000, dan is de geursterkte van het oorspronkelijke monster $1000\ ou_E/m^3$. 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 zijn implementaties van het Nieuw Nationaal Model (NNM) voorgeschreven (zie Module A Bedrijven en luchtverontreiniging). Er kunnen dan geurcontouren, lijnen die punten met dezelfde geurconcentratie verbinden, getekend worden. Zo geeft de geurcontour van $1\ ou_E/m^3$ als 98-percentiel aan waar een geurconcentratie van $1\ ou_E/m^3$ 2% van de tijd wordt overschreden.

Ook ISL3a, dat ontwikkeld is voor de berekening van de verspreiding van PM_{10} en NO_2 in eenvoudige situaties en een implementatie is van Standaard Rekenmethode 3 (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

⁵ Gerelateerd aan dit onderwerp is de GGD Richtlijn Geur en gezondheid (Venselaar-Mooij et al., 2015) verschenen met aanvullende informatie.

voor PM₁₀ en NO₂. 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 geurconcentraties zijn te laag, waardoor er te weinig verdunningsstappen voor nodig zijn en het resultaat te onbetrouwbaar is. Voor directe meting van de immissieconcentratie of bijvoorbeeld het bepalen van de geuremissie van diffuse bronnen kunnen snuffelploegen ingezet worden. Een snuffelploeg loopt op verschillende afstanden van de bron loodrecht op de pluim heen en weer. Bij de afstand waarop de helft van de snuffelploeg de geur juist ruikt is de immissieconcentratie per definitie 1 snuffeleenheid per m³ (se/m³). 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/m³ gelijk aan 0,5 ou_E/m³. In de praktijk ligt één snuffeleenheid vaak tussen 1 en 4 odourunits. 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.

Geuronderzoeken

In het document Nederlandse Technische Afspraak (NTA) 9065 “Meten en rekenen geur” worden de technische aspecten van een geuronderzoek beschreven, zoals het opstellen van een meetplan, de monsternamen en geschikte meet- en rekenmethoden voor bijvoorbeeld de geuremissie, verspreiding, hedonische waarde (aangenaamheid van de geur) en geurhinder. Het bevat een stappenplan voor het complete geurtraject.

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/m³ (98-percentiel) reikt. Vaak kan een bedrijf op grotere afstanden nog geroken worden en tot hinder leiden.

Dit heeft verschillende oorzaken:

- Verspreidingsberekeningen zijn vaak gebaseerd op de geuremissie uit de schoorsteen. Er kunnen meer geurbronnen en ook zogenaamde diffuse bronnen, bijvoorbeeld geur uit loodsen, zijn. Ook bij oppervlaktebronnen, zoals een waterzuiveringsinstallatie, zijn de verspreidingsberekeningen minder nauwkeurig uit te voeren.
- Voor sommige bedrijfstakken wordt gebruik gemaakt van emissiefactoren. Er zal echter een bepaalde mate van spreiding zijn in emissies in een bedrijf en tussen bedrijven. Dit kan zowel tot een onderschatting als overschatting leiden van emissies en daarmee van geurconcentraties in de omgeving.
- Als de geuremissie uit de pijp gemeten wordt of geurconcentraties door een snuffelploeg in het veld vastgesteld worden, moet ervan uitgegaan worden dat het productieproces of de bedrijfsvoering op dat moment representatief is voor het hele jaar. Ongetwijfeld zal er echter een variatie in emissies in de tijd zijn.
- 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 bij een 98-percentiel wordt in 2% van de tijd, dit is 175 uur per jaar, een hogere waarde berekend.
- Naast de geurconcentratie wordt vaak ook 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.

Activiteitenbesluit

In het Activiteitenbesluit staan in hoofdstuk 3 en 4 voor een aantal activiteiten geurvoorschriften opgenomen. Deze geurvoorschriften bestaan uit maatregelen om de geurhinder te beperken en een maatwerk mogelijkheid als de maatregelen niet voldoende zijn. Alleen voor rioolwaterzuiveringsinstallaties staat een immissieconcentratie-eis vastgelegd in het Activiteitenbesluit. Is geur niet of niet uitputtend geregeld in hoofdstuk 3 of 4 van het Activiteitenbesluit, dan gelden de geurvoorschriften uit artikel 2.7a van het Activiteitenbesluit. Deze geven aan dat geuremissie moet worden voorkomen of anders tot een aanvaardbaar hinderniveau moet worden beperkt. Wat het aanvaardbaar hinderniveau is, bepaalt het bevoegd gezag zelf. Artikel 2.7a noemt alleen de aspecten waarmee het bevoegd gezag rekening moet houden. Als het aanvaardbaar hinderniveau wordt overschreden kan het bevoegd via maatwerk aanvullende eisen stellen. Hiervoor kan het bevoegd gezag gebruik maken van de vervallen bijzondere regelingen uit de Nederlandse Emissie Richtlijn (NeR).

Vervallen bijzondere regelingen uit de NeR

Bij het verlenen van een vergunning werd in het verleden de Nederlandse Emissie Richtlijn (NeR) vaak gebruikt voor het beoordelen van situaties waarin geurhinder kan optreden. Voor een aantal bedrijfstakken werd een bijzondere regeling in de NeR opgesteld. Deze bijzondere regelingen werden 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. Begin 2016 zijn de bijzondere regelingen komen te vervallen. De NeR en de bijzondere regelingen zijn nog op de website van InfoMil beschikbaar (<https://www.infomil.nl/onderwerpen/klimaat-lucht/lucht/ner-archief/>). Er kan en wordt bij vergunningverlening nog steeds gebruik gemaakt van de informatie uit de bijzondere regelingen.

Voor de volgende bedrijfstakken was een Bijzondere Regeling voor geur beschikbaar met informatie over de emissie:

Bedrijfstak	Emissie ²	Opmerkingen
Aardappelverwerkende industrie	Door grote spreiding in emissiegegevens, was het niet mogelijk om emissiefactoren vast te stellen.	
Asfaltmenginstallaties ¹	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	

Bedrijfstak	Emissie ²	Opmerkingen
	ge/ton Diffuse bronnen: 13×10^6 ge/ton Koken van het wort: 530×10^6 ge/ton	
Cacaobonen verwerkende industrie	Tot ca. 1150×10^6 ou _E /ton cacaobonen	Geuremissie vooral bij bonen voorbereiden, prepareren, roasten 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 piekmissies 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 ⁶	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 grond niveau) Luzerne:	De regeling van de NeR geldt vooral voor drogerijen van gras en luzerne, omdat voor deze inrichtingen generieke maatregelen op te stellen zijn.

⁶ Voor de diervoederindustrie zijn nu informatieve webpagina's beschikbaar:
<https://www.infomil.nl/onderwerpen/klimaat-lucht/activiteiten/diervoederindustrie/>

Bedrijfstak	Emissie ²	Opmerkingen
	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) ¹	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.	

¹ Opgenomen in het Activiteitenbesluit

² 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. Ondanks de oude versie van Stacks zijn de tabellen nog te gebruiken voor een eerste schatting van geurconcentraties in de omgeving.

Voorwaarden voor het gebruik van deze eerste beoordelingsmethode IPPC zijn dezelfde als die bij het gebruik van het verspreidingsmodel Stacks gelden. Alleen de geuremissie 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 schoorsteentemperatuur. Voor schoorsteenhogten tot 50 meter en drie verschillende temperaturen is de mate van reductie af te lezen uit de bovengenoemde tabellen van de eerste beoordelingsmethode IPPC.

Gezondheidskundige beoordeling van de geur van industriële bedrijven

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 stress gerelateerde somatische gezondheidseffecten. Het is niet duidelijk welke gezondheidseffecten dit zijn; de resultaten van onderzoeken naar het verband tussen geurbelasting en stress gerelateerde gezondheidsklachten, zoals hoofdpijn, benauwdheid en misselijkheid, zijn niet consistent.

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

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

Ook ontevredenheid over de woonomgeving wordt wel eens als indicator voor de gezondheidseffecten van geur gezien. Geurbelasting of ernstige geurhinder kan een negatieve invloed hebben op de woontevredenheid, maar over het algemeen leveren andere kenmerken van de woning- of woonomgeving een veel belangrijkere bijdrage aan de woontevredenheid.

Geur kan dus verschillende gezondheidseffecten oproepen bij de mens: (ernstige) hinder, verstoring van gedrag en activiteiten en stress gerelateerde 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.

De precieze vraagstelling en antwoordcategorieën in de enquêtes zijn belangrijk voor de uitkomsten, het percentage hinder of ernstige hinder.

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 ook voor geur gesteld in de door GGD'en uitgevoerde gezondheidsenquêtes: "Als u aan de afgelopen 12 maanden denkt: in welke mate hindert, stoort of ergert u zich aan de geur van (een bepaalde bron) als u thuis bent?" Antwoordcategorieën lopen van 0 (helemaal niet gehinderd) tot 10 (heel erg gehinderd). Mensen die 6 of hoger antwoorden zijn gehinderd en die 8, 9 of 10 antwoorden ernstig gehinderd. Internationaal is de conventie gegroeid om op een 100 puntsschaal een waarde boven 50 gehinderd en boven 72 ernstig gehinderd te noemen. Bij het percentage hinder is dus de categorie ernstige hinder ingesloten.

Het Telefonisch Leefsituatie Onderzoek (TLO), een eenmalige enquête, werd 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 tot 2012 uitgevoerde doorlopende onderzoek naar de leefsituatie: het Permanent Onderzoek Leefsituatie (POLS; voorheen het Doorlopend Leefsituatieonderzoek DLO). In de Nederlands Technische Afspraak (NTA) 9065 "Meten en rekenen geur" is aangegeven, dat de vraagstelling gewijzigd is en gebaseerd is op de vraagstelling voor geluidhinder. Hiermee is de vraagstelling vergelijkbaar met die in de gezondheidsenquête (Infamil, 2012).

Door de verschillende vraagstelling zijn de resultaten van een 'oude' 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. 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 klagenden (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.

Ontwerpgrenswaarde en nationale doelstelling

Tot 1995 werd de ontwerpgrenswaarde van 1 ge/m^3 gebruikt. Voor bestaande bedrijven mocht deze concentratie in 98% (P98) en voor nieuwe bedrijven in 99,5% (P99,5) van de tijd niet overschreden worden. De bovengrens voor bestaande bedrijven was gesteld op 10 ge/m^3 . Bij deze concentratie zou er sprake zijn van ernstige hinder. Deze normering ging er van uit dat er een algemene relatie tussen geurbelasting en hinder was. Na veel discussie over de invloed van de aard van de geur op de hinder werd dit beleid in 1995 losgelaten. De bovengrens en de grenswaarden werden geschrapt en het bevoegd orgaan mocht vaststellen welke mate van hinder nog acceptabel is. Als uitkomst van jurisprudentie geldt voor bedrijfsmatige activiteiten voor nieuwe situaties dat er hoogstens 12% gehinderden zijn en geen ernstig gehinderden. Voor bestaande situaties wordt doorgaans een bovenwaarde van 20 % gehinderden aangehouden⁷. Deze nationale doelstelling is gebaseerd op geformuleerde doelstellingen in het Nationaal Milieubeleidsplan (NMP) van 1989 en een beleidsbrief van de minister van VROM uit 1995. Uit het leefsituatieonderzoek van het CBS was gekomen, dat in Nederland in 1995 meer dan 20% van de bevolking werd gehinderd door geur. In het Nationaal Milieubeleidsplan (NMP) uit 1989 werd als doelstelling opgenomen dat er in 2000 maximaal 750.000 stankbelaste woningen zouden zijn. Dit kwam overeen met 12% gehinderden. In de brief uit 1995 is als doelstelling geformuleerd dat er in 2010 geen ernstige hinder zou zijn. Over het algemeen wordt ervan uitgegaan dat er geen ernstige hinder is als het percentage ernstig gehinderden 3% of minder is.

Vervallen 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
Aardappel-verwerkende 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	Er zijn 2 bronnen met eigen hedonische waarde (H): de schoorsteen en de bitumenoverslag. Schoorsteen: bij een P98 van 1

⁷ Waarbij de landelijke doelstelling de halvering van het aantal geurgehinderden in Nederland (NMP) op basis van de DLO systematiek overeen kwam met 12 procent van de Nederlandse bevolking). Deze 12% is door de rechter als individuele kans op hinder van toepassing verklaard voor te beschermen gevoelige objecten in "woonkernen" (aaneengesloten bebouwing) rondom individuele bedrijven.

Bedrijfstak	Relatie immissie-hinder	Opmerkingen
	$1 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ (P98) $5 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ (P99,99)	ou_E/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 Leefsituatieonderzoek (TLO) werd voldaan.
Bierbrouwerijen	Voor grote brouwerijen ($>200.000 \text{ hl}$ bier): grenswaarde $3 \text{ ge}/\text{m}^3$ (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 $5 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ (P98) als milieuhygiënische referentiewaarde gehanteerd. Voor nieuwe situaties wordt uitgegaan van een bovengrens van $2,5 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ (P98).	
Compostering van groenafval in de open lucht	Bij $1,5 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ is de hinder vermoedelijk aanvaardbaar. Maximale immissieconcentratie: $1,5 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ (P98) $3 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ (P99,5) $6 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ (P99,9)	Voor installaties met een doorzet van meer dan 20.000 ton/jaar. Geen relatie vastgesteld tussen geurbelasting en hinder.

Bedrijfstak	Relatie immissie-hinder	Opmerkingen
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.
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

Bedrijfstak	Relatie immissie-hinder	Opmerkingen
Rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI) ¹	Maximale immissieconcentratie bestaande situaties (gedefinieerd als RWZI's die al in werking waren tijdens de publicatie van de bijzondere regeling (januari 1996)): 1,5 ou _E /m ³ nieuwe situaties: 0,5 ou _E /m ³ Buiten de bebouwde kom: maximale immissieconcentraties is 1 ou _E /m ³ voor nieuwe en 3,5 ou _E /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	

¹ De maximale immissieconcentraties zijn in het Activiteitenbesluit opgenomen

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

Vaststellen aanvaardbaar hinderniveau

Het bevoegd gezag moet bepalen wat het aanvaardbaar hinderniveau is. Het activiteitenbesluit geeft in artikel 2.7a lid 3 alleen aan welke aspecten het bevoegd gezag mee moet wegen bij de beoordeling. Dit zijn enerzijds de geurbelasting de mate van hinder, de aard en waardering van de geur en het klachtenpatroon. Anderzijds zijn dit aspecten zoals mogelijk extra maatregelen, de planologische situatie, sociaaleconomische aspecten en historische aspecten. De Handleiding geur "Bepalen van het aanvaardbaar niveau van industrie en bedrijven (niet veehouderijen)" geeft een toelicht hierop (Infomil, 2012). Ook staan hierin voorbeelden om het bevoegd gezag handvatten te geven.

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.

Verschillende 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. Over het algemeen wordt de geurconcentratie waarbij de hedonische waarde -2 is als bovengrens of grenswaarde gehanteerd. Meestal wordt de streef- of richtwaarde gelegd bij geurconcentraties waarbij de hedonische waarde -0,5 (zeer licht onaangenaam) of -1 is.

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 oude 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} = geurconcentratie (98-percentiel)

Dit houdt in:

Geurconcentratie (P98) (ge/m ³) 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.

Vooral een lage hedonische waarde (onaangename geur), een hogere frequentie, een sterk probleemgerichte copingstijl (het probleem willen aanpakken en actie ondernemen), 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).

GES-score - Industriële bedrijven

De gezondheidkundige 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 ge/m³ (5 ou_E/m³). 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 geur wel degelijk een gezondheidsprobleem is en dat erg hoge geurbelastingen onaanvaardbaar worden geacht. Daarom wordt bij een overschrijding van deze bovengrens of 10% ernstig gehinderden de score van 6 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 deze regelingen 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
Rioolwaterzuivering	0,5 – 1,5 ou _E /m ³	4
	≥ 1,5 ou _E /m ³	6
Bierbrouwerijen Compostering groenafval 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

* 1 ge/m³ = 0,5 ou_E/m³

Voor een bedrijf waarvoor 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 opgesteld 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 (ou _E /m ³) *	GES-score
Overige bedrijfstakken	0	0
	0 - 0,5	1
	0,5 - 5	4
	≥ 5	6

* 1 ou_E/m³ = 2 ge/m³

B2 – Veehouderijen en geur

Emissie en verspreiding bij intensieve veehouderijen

Emissie

Geur door landbouw wordt veroorzaakt door twee hoofdbronnen: geuremissie door het uitrijden en toedienen van dierlijke mest en de geuremissie vanuit diervverblijven. Voor GES wordt de geurhinder als gevolg van het uitrijden en toedienen van mest buiten beschouwing gelaten. Er zijn namelijk geen geuremissiefactoren en weinig gegevens over de optredende geurimmissieconcentraties waardoor het moeilijk gezondheidkundig te beoordelen.

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

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

Voorals veehouderijbedrijven met grote aantallen legkippen, vleeskuikens, varkens of vleeskalveren en nertsenfokkerijen zorgen in de omgeving voor geurhinder.

Geur wordt grotendeels veroorzaakt door de uitwerpselen (mest en urine) van de dieren. Mest bevat o.a. stikstof- en zwavelverbindingen. Ammoniak kan in de stal een geurcomponent zijn, maar wordt bij het vrijkomen uit de stal zo sterk verdund dat het in de omgeving geen rol meer speelt bij de geurwaarneming van stallucht.

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.

Geuremissiefactoren

In de Regeling geurhinder en veehouderij (Rgv) 2006 Bijlage 1, het laatste gewijzigd op 6 april 2017, zijn per diersoort en wijze van huisvesting geuremissiefactoren opgenomen. De bijlage wijzigt geregeld. De meest recente versie is beschikbaar op de website van InfoMil (www.infomil.nl).

In Bijlage B2 zijn de geuremissiefactoren van de RGV (versie april 2017) gegeven.

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 gemeenten zijn verantwoordelijk voor de inhoud van gegevens. Gemeenten actualiseren 2x per jaar de data in het BVB. Web-BVB is voor iedereen beschikbaar voor Gelderland (<http:// gelderland.vaa.com/webbvb/>) en Noord-Brabant (<http://bvb.brabant.nl/webbvb>). Voor Overijssel, Limburg en provincie Utrecht zijn de databases niet toegankelijk meer via een website. 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 Excel sheet 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 Excel sheet de gemeente, het adres, de XY-coördinaat en het aantal dieren per diercategorie getoond.

Een interactieve kaart met alle veehouderijen 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 emissiefactoren en het aantal gehuisveste dieren de verspreiding van geur te berekenen (zie ook module A bedrijven en luchtverontreiniging).

Vanaf 1 januari 2007 is de Wet geurhinder en veehouderij (Wgv) van kracht (VROM, 2006).

Er is voorgeschreven dat geurconcentraties ter plaatse van gebouwen waar mensen wonen of verblijven berekend worden op basis van de bedrijfsgrootte (dieren aantallen) gecombineerd met de bovenstaande in de ministeriële regeling opgenomen emissiefactoren. 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 locatie specifieke gegevens zoals de geuremissie, de hoogte, de uittreedsnelheid 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 geurbelasting door 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.

Geurconcentratie en afstand schatten

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 ventilatie uitlaat 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, die in 2017 voor het laatst 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

Gebied en huisvesting	Afstanden (m)				
	Aantal nertsen (fokteven)				
	<1.000	1001 - 1500	1.501 - 3.000	3.001 - 6.000	6.001 - 9.000
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. Een elektronisch monitoringssysteem is sinds 1 januari 2013 verplicht voor nieuwe luchtwassers; voor bestaande sinds 1 januari 2016. 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 emissiepunt of bedrijf verder weg van gevoelige bestemming	
Geurbelasting	
Mechanische afzuiging en verhoging uitstroomopening (en verticaal laten uitstromen)	Verhoging met factor 2: geurconcentratie op gegeven afstand 2x zo laag
Hinder	
Communicatie over geursituatie en maatregelen	

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

Gezondheidskundige beoordeling van geur van intensieve veehouderijen

Gezondheidseffecten en methoden om hinder te bepalen

Voor beschrijving van de gezondheidseffecten van geur en de methoden om hinder te bepalen zie Module B1, gezondheidskundige beoordeling van de geur van industriële bedrijven.

Relatie tussen geurbelasting en hinder

Ter voorbereiding van de begin 2007 van kracht geworden Wet geurhinder en veehouderij, die niet op mestvarkeneenheden 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 gekozen zoveel mogelijk verspreid over Nederland en over de vier in de oude wetgeving omschreven omgevingscategorieën en concentratie/niet-concentratiegebieden. De indeling in (niet)-concentratiegebieden is gebaseerd op de ammoniakemissie door de landbouw in dat gebied (meer of minder dan 150 ton NH₃ per 25 km²). Concentratiegebieden (veedichte gebieden) komen voor in Gelderland, Utrecht, Overijssel, Noord-Brabant en Limburg. Met behulp van verschillende Telefonisch Leefsituatie Onderzoeken (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 in concentratiegebieden minder mensen gehinderd dan in niet-concentratiegebieden. In concentratiegebieden waren agrariërs minder gehinderd dan niet-agrariërs. De relaties tussen de geurbelasting en hinder zijn weergegeven in Bijlage B2.

In Nederland zijn veel cumulatiesituaties waarin de geurbelasting het gevolg is van de geur van meerdere intensieve veehouderijen. De cumulatieve geurbelasting wordt ook aangeduid als de achtergrondbelasting. In deze situaties waren mensen significant minder gehinderd dan de mensen in een één-bron-situatie. Bij gelijke hinder was de geurbelasting in de cumulatiesituatie gemiddeld tweemaal hoger dan de geurbelasting in de één-bron-situatie (PRA, 2001). PRA Odournet geeft aan, dat dit verschil in hinderbeleving mogelijk te maken heeft met een ander acceptatie-niveau, maar mogelijk ook met een overschatting van de berekende cumulatieve geurbelasting. Er was namelijk nog geen onderzoek gedaan naar de wijze van berekening van de cumulatieve geurbelasting en deze kon ook niet geijkt worden aan gemeten geurbelastingen (PRA, 2001).

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: $NNM (ou_E/m^3) = 1,28/2 = 0,64 \text{ LTFD (ge/m}^3\text{)}$

voor concentratiegebieden: $NNM (ou_E/m^3) = 1,16/2 = 0,58 \text{ LTFD (ge/m}^3\text{)}$

In Bijlage B2 zijn de relaties tussen de geurbelasting en hinder weergegeven voor concentratie- en niet-concentratiegebieden en voor één bron situaties en cumulatie. In Tabel B1 is op basis van deze relaties de hinder gegeven bij verschillende geurbelastingen in de verschillende gebieden en situaties.

Tabel B1 Relatie tussen de geurbelasting en hinder en ernstige hinder in niet-concentratiegebieden en bij niet agrariërs in concentratiegebieden voor een één-bron-situatie en een cumulatiesituatie (PRA, 2001; PRA Odournet, 2007).

Geurconcentratie P98 (ou _E /m ³) V-Stacks	Een bron situatie				Cumulatie			
	Niet-concentratie gebieden		Niet-agrariërs in Concentratie gebieden		Niet-concentratie gebieden		Niet-agrariërs in Concentratie gebieden	
	Hinder (%)	Ernstige hinder (%) ¹	Hinder (%)	Ernstige hinder (%) ¹	Hinder (%)	Ernstige hinder (%) ¹	Hinder (%)	Ernstige hinder (%) ¹
1	7		4		4		2	
2	11		6		6		4	
3	15		8		9		5	
4	19	3	11	2	11		6	
5	21	3	12		12		7	
6	24	5	14	2	14		8	
8	29		17	3	17		10	
10	33		20		20		12	
12	36		23	4	23		14	
13	38	8	24		24	3	15	
14	39		25		25		16	
20	46		31		31		20	
24	50		34 ²		34		22	
27	52 ²		36 ²	8 ²	36		24	
28	53 ²		37 ²		37		25	
29	54 ²	17 ²	32 ²		38		25	
30	54 ²		38 ²		38		26	3

¹: Het percentage ernstige hinder is alleen bepaald bij de maximaal toegestane geurbelasting voor de vier in de oude wetgeving omschreven omgevingscategorieën. Tevens is de geurbelasting bepaald waarbij het percentage ernstige hinder 3% is (PRA, 2001).

²: Geëxtrapoleerd

Onderzoek van GGD en IRAS in concentratiegebieden

In Noord Brabant ontstond twijfel over de actualiteit van de door PRA vastgestelde relaties tussen geurbelasting en hinder. Er lijkt meer hinder te zijn dan volgens deze relaties wordt verwacht. Dit was aanleiding voor Bureau GMV van de GGD'en Brabant/Zeeland en het IRAS van Universiteit Utrecht om in 2012/2013 de relatie te onderzoeken tussen de cumulatieve geurbelasting afkomstig van veehouderijen en de ervaren geurhinder (Geelen et al., 2015). Voor het onderzoek werd aangehaakt bij het onderzoek veehouderij en gezondheid omwonenden. Bij ruim 13.000 respondenten in concentratiegebieden in Oost-Brabant en Limburg-Noord werd de geurhinder bepaald met een vragenlijst met vragen over geslacht, leeftijd, roken, astma, hooikoorts en hoe vaak en in welke mate geurhinder werd ervaren. De vraag naar hoe vaak geurhinder werd ervaren met het antwoord soms/vaak is het meest vergelijkbaar met de hinderfrequentievraag van het onderzoek van PRA. Voor de mate van ervaren hinder werd de vraagstelling van de gezondheidsenquête gehanteerd. Hieruit kon het percentage hinder en ernstige hinder worden bepaald.

De cumulatieve geurbelasting werd berekend met Stacks+. Gerekend werd met default waarden zoals die in V-Stacks worden gehanteerd en met een beperkte gebouwmodule om V-Stacks zoveel mogelijk te benaderen.

Er werd onderscheid gemaakt tussen de geurbelasting en geurhinder van varkens, pluimvee, rundvee en alle diertypen bij elkaar. In Bijlage B2 (blz. 69) zijn de relaties tussen de geurbelasting en de hinder voor de verschillende diertypen en vraagstellingen gegeven.

In Tabel B2 (blz. 69) is de geurbelasting en de percentages hinder weergegeven gebaseerd op de vergelijkbare 'soms'/'vaak'-vraagstelling uit het PRA-onderzoek. Hierbij is de relatie voor varkens weergegeven, omdat het onderzoek van PRA ook gebaseerd was op varkens. In de tabel zijn ook de hinderpercentages voor de verschillende diertypen gegeven op basis van de vraag naar de mate van hinder, die hetzelfde is als in de gezondheidsenquête.

Tabel B2 Geurbelasting en het percentage hinder gebaseerd op de soms-/vaak-vraag voor varkens en het percentage hinder en ernstige hinder gebaseerd op de vraag naar de mate van ervaren hinder voor verschillende diertypen in concentratiegebieden (Geelen et al.,2015)

Geur concentratie P98 (ou _E /m ³)	Hinder (soms/vaak) (%)	Hinder (mate) (%)				Ernstige hinder (mate) (%)
	Varkens	Alle diertypen	Varkens	Pluimvee	Rundvee	Alle diertypen
1	13	4	5	9	4	2
2	20	7	8	13	5	3
3	25	9	10	16	6	4
4	29	11	13	18	7	5
5	32	13	14	20	7	6
6	34	14	16	22	8	7
8	39	17	19	24	9	9
10	43	20	22	27	9	11
12	46	22	24	29	10	12
14	48	24	26	31	10	13
20	54	29	32	35	11	17
24	57	32	35	37	12	19
28	60	35	37	39	13	21
30	61	36	39	40	13	22

De relatie tussen geurbelasting en hinder is afhankelijk van het diertype. Bij gelijke geurbelasting ervaren meer mensen hinder door de geur van pluimveehouderijen dan door die van varkens en rundvee. Een vergelijking van de uitkomsten van de GGD/IRAS en de PRA Odournet studies laat zien, dat in de GGD/IRAS studie bij eenzelfde geurbelasting circa 3 á 4 x meer mensen hinder rapporteerden dan in de PRA Odournet studie.

Verklaring van het verschil in hinderpercentage

Een vergelijking van de uitkomsten laat zien dat in de GGD/IRAS studie bij eenzelfde geurbelasting meer mensen hinder rapporteerden dan in de PRA Odournet studie. In opdracht van het ministerie van IenM onderzocht het RIVM of het verschil in hinderpercentages tussen de PRA Odournet en GGD/IRAS studies te verklaren is. Dit kan veroorzaakt worden door een andere onderzoeksopzet en -methodiek en/of andere perceptie van de geur. Er kan geen precieze schatting gegeven worden hoeveel van het verschil verklaard kan worden en hoe groot het effect van een individuele factor of een combinatie van factoren is. Het is echter niet waarschijnlijk dat één factor het volledige verschil in percentage hinder tussen PRA – GGD-IRAS studie kan verklaren. Veeleer is het een combinatie van factoren die het verschil tussen beide mogelijk verklaard. De GGD/IRAS studie geeft het meest recente beeld voor het onderzoeksgebied in Oost-Brabant en Noord-Limburg. Doordat de studies verschillend zijn, is geen vergelijking van de absolute uitkomsten mogelijk. Elke studie is op zichzelf wél bruikbaar om relatieve verschillen binnen een gebied te analyseren.

Zoals bij industriële bedrijven en geur (Module B1) is aangegeven, kunnen lokaal (grote) afwijkingen van algemene relaties tussen de geurbelasting en hinder optreden. Door het grote aantal factoren dat deze

relatie beïnvloedt kan bij een bepaalde geurbelasting zowel (veel) minder als (veel) meer hinder optreden dan volgens de algemene relaties wordt verwacht. De percentages gehinderden moeten dan ook niet opgevat worden als absolute waarden. Lokaal vaststellen van de relatie tussen geurbelasting en hinder kan meer duidelijkheid geven over de mate van afwijking van de algemene relaties in het betreffende gebied.

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. De geur die vrijkomt bij bijvoorbeeld het uitrijden of het opslaan van mest is niet geregeld in de Wgv.

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 gemeenteraad is in een gemeentelijke verordening 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, zoals bijvoorbeeld voor melkkoeien ouder dan 2 jaar, 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.

Het voornemen is om de Wgv in te trekken en de voorschriften uit de Wgv op te nemen in de vorm van instructieregels voor het bevoegd gezag in het Besluit kwaliteit leefomgeving (Bkl). De Interimwet zal in zijn geheel opgenomen worden in de Omgevingswet. Het bevoegd gezag zal dan geur moeten regelen in het omgevingsplan.

In opdracht van het ministerie van IenM is het beleid voor geurhinder door de veehouderij geëvalueerd. Er was kritiek op de hoogte en onderbouwing van de normen uit de Wgv. Het onderzoek van GGD/IRAS leek te signaleren dat bij gegeven geurbelasting aanzienlijk meer geurhinder voorkomt dan tot dusverre werd aangenomen. Ook was er kritiek op de mogelijkheden die gemeenten hebben om bestaande overlast te verminderen. In het eindadvies van de bestuurlijke werkgroep evaluatie geurregelgeving veehouderij wordt gepleit voor één samenhangend toetsingskader voor bouw- en milieuprocedures om geuroverlast voor de burger zoveel mogelijk te beperken. Er wordt onder andere geadviseerd hierbij voorkeurswaarden te hanteren (Wergroep evaluatie geurregelgeving, 2016). In een beleidsreactie hierop geeft de staatssecretaris van IenM aan, dat het Besluit kwaliteit leefomgeving het bevoegd gezag de ruimte biedt om binnen een bepaalde bandbreedte een eigen norm te kiezen en daarmee handelingsruimte biedt voor gewenst lokale maatwerk. De verschillende hinderonderzoeken geven geen eenduidig landelijk verband, maar de staatssecretaris ziet geen aanleiding voor landelijk onderzoek. Lokaal onderzoek kan wel nut hebben ter onderbouwing van lokaal beleid en vaststellen van de lokale norm (IenM, 2017).

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. 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

	Maximaal toegestane geurbelasting ou_E/m^3	% Hinder	Maximum van de toegestane bandbreedte ou_E/m^3	% Hinder
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 - Intensieve veehouderijen

De Wet geurhinder en veehouderij (Wgv) 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 geurbelastingen. Hierbij wordt de dosis-effect relatie van de voorgrondbelasting aangehouden. Er wordt daarmee gekozen voor de dosis-effectrelatie, die relatief de hoogste hinderpercentages geeft.

Een GES-score 6 en een onvoldoende milieugezondheidskwaliteit wordt aan een geurbelasting van $6 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ toegekend. Deze geurbelasting (overeenkomend met $10 \text{ ge}/\text{m}^3$) en het percentage hinder (24%; PRA studie) 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 $10 \text{ ge}/\text{m}^3$ wel een factor 2 lager. De geurbelasting van $6 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ 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 milieugezondheidskwaliteit wordt aan de maximaal toegestane geurbelasting in concentratiegebieden, $14 \text{ ou}_E/\text{m}^3$, gekoppeld. Bij deze geurbelasting is het percentage hinder 39% (op basis van PRA studie). Wordt de dosis-effect relatie van concentratiegebieden gehanteerd, dan is het percentage 25%.

In de GGD/IRAS studie zijn hinderpercentages voor concentratiegebieden en cumulatiesituaties bepaald. Deze hinderpercentages zijn afhankelijk van welke vraagstelling gehanteerd wordt: de vraag naar de frequentie (soms/vaak) of de mate van hinder. Bij GES-score 6 zijn de hinderpercentages respectievelijk 34% (frequentie) en 14% (mate van hinder). Bij GES-score 7 zijn deze 48% (frequentie) en 24% (mate van hinder).

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 geurbelasting op de bij deze categorieën behorende afstanden respectievelijk 7 en $20 \text{ ge}/\text{m}^3$ 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 geurbelasting 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 veehouderijen, inclusief pelsdieren, leidt dit tot de volgende GES-scores:

Geur belasting (P98 ge/m^3) LTFD	Geur belasting (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

Het vaststellen van GES-scores op basis van de geurbelasting in een gebied is onafhankelijk van of het een (niet-)concentratiegebied of een voorgrond- of achtergrondbelasting is.

Bijlage horend bij B2 Geuremissiefactoren en relaties tussen geurbelasting en hinder

Geuremissiefactoren intensieve veehouderijen op basis van diercategorie en stalsysteem
(Rgv 2006 Bijlage 1, voor het laatst gewijzigd op 4 april 2017)

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) BWL 2004.01.V5; BWL 2006.02.V4; BWL 2007.03.V6; BWL 2008.01.V4; BWL 2008.02.V4; BWL 2008.03.V4; BWL 2008.04.V4; BWL 2008.05.V4; BWL 2008.12.V4; BWL 2009.13.V4; BWL 2009.20.V3; BWL 2009.21.V2; BWL 2010.27.V4; BWL 2010.28.V4; BWL 2011.11.V3; BWL 2011.12.V3; BWL 2013.02.V2; BWL 2015.04.V2	19,6
	– biologische luchtwasser (70% reductie) BWL 2012.07.V3	10,7
	– gecombineerd luchtwassysteem (70% reductie) BWL 2006.14.V4	10,7
	– gecombineerd luchtwassysteem (75% reductie) BWL 2007.01.V5; BWL 2007.02.V4; BWL 2010.02.V4; BWL 2011.07.V3; BWL 2011.08.V3	8,9
	– gecombineerd luchtwassysteem (80% reductie) BWL 2006.15.V5	7,1
	– gecombineerd luchtwassysteem (85% reductie) BWL 2009.12.V2	5,3
A 5	Vervallen	
A 6	Vleesstieren en overig vleesvee van 8 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 (ammoniakemissie ≤0,3 kg/dierplaats)	5,4
	– chemische luchtwasser (30% reductie)	3,8
	– biologische luchtwasser (45% reductie) BWL 2004.01.V5; BWL 2006.02.V4; BWL 2007.03.V6; BWL 2008.01.V4; BWL 2008.02.V4; BWL 2008.03.V4; BWL 2008.04.V4; BWL 2008.05.V4; BWL 2008.12.V4; BWL 2009.13.V4; BWL 2009.20.V3; BWL 2009.21.V2; BWL 2010.27.V4; BWL 2010.28.V4; BWL 2011.11.V3; BWL 2011.12.V3; BWL 2013.02.V2; BWL 2015.04.V2	3,0
	biologisch luchtwassysteem (70% reductie) BWL 2012.07.V3	1,6
	– gecombineerd luchtwassysteem (70% reductie) BWL 2006.14.V4	1,6
	– gecombineerd luchtwassysteem (75% reductie) BWL 2007.01.V5; BWL 2007.02.V4; BWL 2010.02.V4; BWL 2011.07.V3; BWL 2011.08.V3	1,4
	– gecombineerd luchtwassysteem (80% reductie) BWL 2006.15.V5	1,1
	– gecombineerd luchtwassysteem (85% reductie) BWL 2009.12.V2	0,8
	Overige huisvesting	7,8
	– chemische luchtwasser (30% reductie)	5,5
	– biologisch luchtwassysteem (45% reductie) (BWL 2004.01.V5; BWL 2006.02.V4; BWL 2007.03.V6; BWL	4,3

RAV-nr.	Diercategorie	Geuremissiefactor ou _E /s
	2008.01.V4; BWL 2008.02.V4; BWL 2008.03.V4; BWL 2008.04.V4; BWL 2008.05.V4; BWL 2008.12.V4; BWL 2009.13.V4; BWL 2009.20.V3; BWL 2009.21.V2; BWL 2010.27.V4; BWL 2010.28.V4; BWL 2011.11.V3; BWL 2011.12.V3; BWL 2013.02.V2; BWL 2015.04.V2)	
	– biologisch luchtwassysteem (70% reductie) BWL 2012.07.V3	2,3
	– gecombineerd luchtwassysteem (70% reductie) BWL 2006.14.V4	2,3
	– gecombineerd luchtwassysteem (75% reductie) (BWL 2007.01.V5; BWL 2007.02.V4; BWL 2010.02.V4; BWL 2011.07.V3; BWL 2011.08.V3)	2,0
	– gecombineerd luchtwassysteem (80% reductie) BWL 2006.15.V5	1,6
	– gecombineerd luchtwassysteem (85% reductie) BWL 2009.12.V2	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) BWL 2004.01.V5; BWL 2006.02.V4; BWL 2007.03.V6; BWL 2008.01.V4; BWL 2008.02.V4; BWL 2008.03.V4; BWL 2008.04.V4; BWL 2008.05.V4; BWL 2008.12.V4; BWL 2009.13.V4; BWL 2009.20.V3; BWL 2009.21.V2; BWL 2010.27.V4; BWL 2010.28.V4; BWL 2011.11.V3; BWL 2011.12.V3; BWL 2013.02.V2; BWL 2015.04.V2	15,3
	– biologisch luchtwassysteem (70% reductie) BWL 2012.07.V3	8,4
	– gecombineerd luchtwassysteem (70% reductie) BWL 2006.14.V4	8,4
	– gecombineerd luchtwassysteem (75% reductie) (BWL 2007.01.V5; BWL 2007.02.V4; BWL 2010.02.V4; BWL 2011.07.V3; BWL 2011.08.V3)	7,0
	– gecombineerd luchtwassysteem (80% reductie) BWL 2006.15.V5	5,6
	– gecombineerd luchtwassysteem (85% reductie) BWL 2009.12	4,2
D 1.3	Guste en dragende zeugen	
	Emissiearme en overige huisvesting	18,7
	– chemische luchtwater (30% reductie)	13,1
	– biologische luchtwater (45% reductie) BWL 2004.01.V5; BWL 2006.02.V4; BWL 2007.03.V6; BWL 2008.01.V4; BWL 2008.02.V4; BWL 2008.03.V4; BWL 2008.04.V4; BWL 2008.05.V4; BWL 2008.12.V4; BWL 2009.13.V4; BWL 2009.20.V3; BWL 2009.21.V2; BWL 2010.27.V4; BWL 2010.28.V4; BWL 2011.11.V3; BWL 2011.12.V3; BWL 2013.02.V2; BWL 2015.04.V2	10,3
	– biologisch luchtwassysteem (70% geurreductie) BWL 2012.07.V3	5,6
	– gecombineerd luchtwassysteem (70% geurreductie) BWL 2006.14.V4	5,6
	– gecombineerd luchtwassysteem (75% reductie) BWL 2007.01.V5; BWL 2007.02.V4; BWL 2010.02.V4; BWL 2011.07.V3; BWL 2011.08.V3	4,7
	– gecombineerd luchtwassysteem (80% reductie) BWL 2006.15.V5	3,7
	– gecombineerd luchtwassysteem (85% reductie) BWL 2009.12.V2	2,8
D 2	Dekberen, 7 maanden en ouder	
	Emissiearme en overige huisvesting	18,7
	– chemische luchtwater (30% reductie)	13,1
	– biologische luchtwater (45% reductie) BWL 2004.01.V5; BWL 2006.02.V4; BWL 2007.03.V6; BWL 2008.01.V4; BWL 2008.02.V4; BWL 2008.03.V4; BWL 2008.04.V4; BWL 2008.05.V4; BWL 2008.12.V4; BWL 2009.13.V4; BWL 2009.20.V3; BWL 2009.21.V2; BWL 2010.27.V4; BWL 2010.28.V4; BWL 2011.11.V3; BWL 2011.12.V3; BWL 2013.02.V2; BWL 2015.04.V2	10,3
	– biologisch luchtwassysteem 70% geurreductie BWL 2007.01.V5; BWL 2007.02.V4; BWL 2010.02.V4; BWL 2011.07.V3; BWL 2011.08.V3	5,6

RAV-nr.	Diercategorie	Geuremissiefactor ou _E /s
	– gecombineerd luchtwassysteem (70% reductie) BWL 2006.14.V4	5,6
	– gecombineerd luchtwassysteem (75% reductie) BWL 2007.01.V5; BWL 2007.02.V4; BWL 2010.02.V4; BWL 2011.07.V3; BWL 2011.08.V3	4,7
	– gecombineerd luchtwassysteem (80% reductie) BWL 2006.15.V5	3,7
	– gecombineerd luchtwassysteem (85% reductie) BWL 2009.12.V2	2,8
D 3	Vleesvarkens, opfokberen van 25 kilo tot 7 maanden,	
	opfokzeugen van 25 kilo tot eerste dekking (zie eindnoot 5)	
	Emissiearme huisvesting (ammoniakemissie ≤1,5 kg/dierplaats)	17,9
	– chemische luchtwater (30% reductie)	12,5
	– biologische luchtwater (45% reductie) BWL 2004.01.V5; BWL 2006.02.V4; BWL 2007.03.V6; BWL 2008.01.V4; BWL 2008.02.V4; BWL 2008.03.V4; BWL 2008.04.V4; BWL 2008.05.V4; BWL 2008.12.V4; BWL 2009.13.V4; BWL 2009.20.V3; BWL 2009.21.V2; BWL 2010.27.V4; BWL 2010.28.V4; BWL 2011.11.V3; BWL 2011.12.V3; BWL 2013.02.V2; BWL 2015.04.V2	9,8
	– biologisch luchtwassysteem (70% reductie) BWL 2011.07.V3	5,4
	– gecombineerd luchtwassysteem (70% reductie) BWL 2006.14.V6	5,4
	– gecombineerd luchtwassysteem (75% reductie) BWL 2007.01.V5; BWL 2007.02.V4; BWL 2010.02.V4; BWL 2011.07.V3; BWL 2011.08.V3	4,5
	– gecombineerd luchtwassysteem (80% reductie) BWL 2006.15.V5	3,6
	– gecombineerd luchtwassysteem (85% reductie) BWL 2009.12.V2	2,7
	Overige huisvesting	23,0
	– chemische luchtwater (30% reductie)	16,1
	– biologische luchtwater (45% reductie) BWL 2004.01.V5; BWL 2006.02.V4; BWL 2007.03.V6; BWL 2008.01.V4; BWL 2008.02.V4; BWL 2008.03.V4; BWL 2008.04.V4; BWL 2008.05.V4; BWL 2008.12.V4; BWL 2009.13.V4; BWL 2009.20.V3; BWL 2009.21.V2; BWL 2010.27.V4; BWL 2010.28.V4; BWL 2011.11.V3; BWL 2011.12.V3; BWL 2013.02.V2; BWL 2015.04.V2	12,7
	biologisch luchtwassysteem (70% reductie) BWL 2012.07.V3	6,9
	– gecombineerd luchtwassysteem (70% reductie) BWL 2006.14.V4	6,9
	– gecombineerd luchtwassysteem (75% reductie) BWL 2007.01.V5; BWL 2007.02.V4; BWL 2010.02.V4; BWL 2011.07.V3; BWL 2011.08.V3	5,8
	– gecombineerd luchtwassysteem (80% reductie) BWL 2006.15.V5	4,6
	– gecombineerd luchtwassysteem (85% reductie) BWL 2009.12.V2	3,5
Kippen		
E 1	Opfokhennen en hanen van legrassen; jonger dan 18 weken	
	Batterijhuisvesting	
	Emissiearme en overige huisvesting	0,18
	– chemische luchtwater (30% reductie)	0,13
	– chemische luchtwater (40% reductie) BWL 2007.05.V5	0,11
	– biologische luchtwater (45% reductie)	0,10
	– biofilter (45% reductie)	0,10
	Niet-batterijhuisvesting	
	Emissiearme en overige huisvesting	0,18
	– chemische luchtwater (30% reductie)	0,13
	– chemische luchtwater (40% reductie) BWL 2007.05.V5	0,11
	– biologische luchtwater (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 luchtwater (30% reductie)	0,25

RAV-nr.	Diercategorie	Geuremissiefactor ou _E /s
	– chemische luchtwasser (40% reductie) BWL 2007.05.V5	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 (40% reductie) BWL 2007.05.V5	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 (40% reductie) BWL 2007.05.V5	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 (40% reductie) BWL 2007.05.V5	0,56
	– biologische luchtwasser (45% reductie)	0,51
	– biofilter (45% reductie)	0,51
E 5	Vleeskuikens	
	Emissiearme en overige huisvesting	0,33
	– uitbroeden en opfokken tot 13 dagen en vervolghuisvesting	0,30
	– uitbroeden en opfokken tot 19 dagen en vervolghuisvesting	0,26
	– chemische luchtwasser (30% reductie)	0,23
	– chemische luchtwasser (40% reductie) BWL 2007.05.V5	0,20
	– biologische luchtwasser (45% reductie)	0,18
	– biofilter (45% reductie)	0,18
Kalkoenen		
F 1	Ouderdieren van vleeskalkoenen in opfok tot 6 weken	0,29
	– chemische luchtwasser (30% reductie)	0,20
	– chemische luchtwasser) (40% reductie) BWL 2007.05.V5	0,17
	– 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 (40% reductie) BWL 2007.05.V5	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 (40% reductie) BWL 2007.05.V5	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 (40% reductie) BWL 2007.05.V5	0,29
	– biologische luchtwasser (45% reductie)	0,27
	– biofilter (45% reductie)	0,27

RAV-nr.	Diercategorie	Geuremissiefactor ou _E /s
G 2	Vleeseenden	0,49
	– chemische luchtwater (30% reductie)	0,34
	– chemische luchtwater (40% reductie) BWL 2007.05.V5	0,29
	– biologische luchtwater (45% reductie)	0,27
	– biofilter (45% reductie)	0,27
Parelhoenders		
J 1	Parelhoenders voor de vleesproductie	0,33
	– chemische luchtwater (30% reductie)	0,23
	– chemische luchtwater (40% reductie) BWL 2007.05.V5	0,20
	– biologische luchtwater (45% reductie)	0,18
	– biofilter (45% reductie)	0,18
Overig		
M 1	Landbouwhuisdieren die in veehouderijen worden gehouden	niet vastgesteld

Relaties tussen geurbelasting en hinder volgens het PRA onderzoek (PRA, 2001 en PRA, 2007)

De volgende relaties werden opgesteld voor een één-bron situatie:

Voor niet-concentratiegebieden:

$$H (\%) = 100 * \frac{e^{(-2,993 + 0,825 * \ln(1,56 * C98))}}{1 + e^{(-2,993 + 0,825 * \ln(1,56 * C98))}}$$

H = hinder
C98 = geurconcentratie P98 (ou_E/m³) bepaald met V-Stacks

Voor niet-agrariërs in concentratiegebieden:

$$H (\%) = 100 * \frac{e^{(-3,737 + 0,825 * \ln(1,73 * C98))}}{1 + e^{(-3,737 + 0,825 * \ln(1,73 * C98))}}$$

De volgende relaties werden opgesteld voor cumulatiesituaties:

Voor niet-concentratiegebieden:

$$H (\%) = 100 * \frac{e^{(-3,548 + 0,825 * \ln(1,38 * C98))}}{1 + e^{(-3,548 + 0,825 * \ln(1,38 * C98))}}$$

Voor niet-agrariërs in concentratiegebieden:

$$H (\%) = 100 * \frac{e^{(-4,292 + 0,825 * \ln(1,69 * C98))}}{1 + e^{(-4,292 + 0,825 * \ln(1,69 * C98))}}$$

Relaties tussen geurbelasting en hinder volgens het GGD/IRAS onderzoek (Geelen et al., 2015)

Concentratiegebieden:

Hinder

Voor varkens; hinder gebaseerd op de soms/vaak vraag

$$H (\%) = 100 * \frac{e^{(-1,86 + 0,68 * \ln(*C98))}}{1 + e^{(-1,86 + 0,68 * \ln(*C98))}}$$

H = hinder (soms/vaak)
C98 = geurconcentratie P98 (ou_E/m³)

Voor alle diertypen; hinder gebaseerd op de mate van ervaren hinder

$$H (\%) = 100 * \frac{e^{(-3,18 + 0,77 * \ln(*C98))}}{1 + e^{(-3,18 + 0,77 * \ln(*C98))}}$$

H = hinder (mate van ervaren hinder)
C98 = geurconcentratie P98 (ou_E/m³)

Voor varkens; hinder gebaseerd op de mate van ervaren hinder

$$H (\%) = 100 * \frac{e^{(-2,95 + 0,73 * \ln(*C98))}}{1 + e^{(-2,95 + 0,73 * \ln(*C98))}}$$

Voor pluimvee; hinder gebaseerd op de mate van ervaren hinder

$$H (\%) = 100 * \frac{e^{(-2,27 + 0,55 * \ln(*C98))}}{1 + e^{(-2,27 + 0,55 * \ln(*C98))}}$$

Voor rundvee; hinder gebaseerd op de mate van ervaren hinder

$$H (\%) = 100 * \frac{e^{(-3,12 + 0,36 * \ln(*C98))}}{1 + e^{(-3,12 + 0,36 * \ln(*C98))}}$$

Ernstige hinder

Voor alle diersoorten:

$$EH (\%) = 100 * \frac{e^{(-4,03 + 0,82 * \ln(*C98))}}{1 + e^{(-4,03 + 0,82 * \ln(*C98))}}$$

EH = ernstige hinder
C98 = geurconcentratie P98 (ou_E/m³)

Voor varkens:

$$EH (\%) = 100 * \frac{e^{(-3,87 + 0,85 * \ln(*C98))}}{1 + e^{(-3,87 + 0,85 * \ln(*C98))}}$$

Voor pluimvee:

$$EH (\%) = 100 * \frac{e^{(-3,08 + 0,46 * \ln(*C98))}}{1 + e^{(-3,08 + 0,46 * \ln(*C98))}}$$

Voor rundvee:

$$EH (\%) = 100 * \frac{e^{(-4,18 + 0,31 * \ln(*C98))}}{1 + e^{(-4,18 + 0,31 * \ln(*C98))}}$$

C - Bedrijven en geluid

In deze module Bedrijven en geluid worden industriële bedrijven en windturbines, die ook onder inrichtingen worden verstaan, waar nodig apart besproken.

Emissie en verspreiding

Industriële bedrijven

Voor het berekenen van de geluidbelasting in de omgeving van bedrijven verplicht het Reken- en meetvoorschrift geluid 2012 de standaardrekenmethode te gebruiken die is beschreven in de Handleiding meten en rekenen industrielawaai 1999.

Door akoestisch onderzoek wordt eerst de geluidemissie van de verschillende bronnen van een inrichting als kranen, installaties en voertuigen geïnventariseerd. Vervolgens wordt de verspreiding van het geluid berekend. Deze is afhankelijk van de volgende factoren:

- de hoogte van de geluidsbron
- afstand
- luchtdemping
- bodem- en vegetatiedemping
- meteorologische factoren
- afschermende 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 die 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. In Bijlage 1 van het Besluit omgevingsrecht (Bor) zijn de zogenaamde grote lawaaimakers aangewezen waarvoor een omgevingsvergunning noodzakelijk is. Voor deze op een industrieterrein gelegen bedrijven is een akoestisch onderzoek verplicht. Een akoestisch onderzoek wordt veelal uitgevoerd door een technisch adviesbureau. Deze informatie is dus beschikbaar bij de vergunningverlenende instantie (gemeente of provincie).

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(A). Als op een industrieterrein meer geluidbronnen zijn wordt voor het gehele industrieterrein een rond het terrein gelegen geluidzone van 50(A) dB vastgesteld. Dit zijn zogenaamde gezonede 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 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 drie 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.

In het kader van Europese richtlijnen is de Wet Geluidhinder in 2007 gewijzigd en is voor wegverkeer- en spoorgeluid overgestapt op de Europese dosismaat L_{den} . Voor industriegeluid is er voorlopig voor gekozen om de L_{etm} te blijven hanteren, omdat een overstap op L_{den} niet beleidsneutraal uitgevoerd kon worden. De grenswaarden die in L_{etm} zijn aangegeven konden namelijk niet zondermeer omgezet worden in een gelijkwaardige grenswaarde uitgedrukt in L_{den} door de relatief grote verschillen tussen bedrijven in de verdeling van het geluid over de dag, avond en nacht en over het jaar.

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).

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 en actieplannen opstellen. 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. Vanaf 2012, in de tweede tranche, moeten deze geluidbelastingkaarten worden gemaakt voor agglomeraties met een bevolking van meer dan 100.000 personen. Om de vijf jaar moeten de geluidkaarten en actieplannen geactualiseerd worden. Voor de 3^e tranche moeten de geluidkaarten voor medio 2017 en de actieplannen voor medio 2018 gereed zijn. Voor gezoneerde industrieterreinen moet de vastgestelde geluidzone weergegeven worden. Voor individuele bedrijven moet de contour van de vergunde geluidbelasting weergegeven worden. Aangezien de geluidbelasting in L_{etm} is aangegeven wordt in de praktijk de geluidzone overgenomen met de veronderstelling dat $L_{den} = L_{etm}$.

Windturbines

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 snel draaiende 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. In 2015 was de gemiddelde ashoogte 100 meter. Er worden steeds meer windturbines geplaatst met hogere ashoogtes tot 135 meter en rotorbladen met een diameter van 90 tot 126 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 afschermende factoren. In sommige gevallen leidt dit vooral bij hoge windturbines tot een onderschatting van de geluidniveaus. Uit onderzoek blijkt namelijk, dat er soms 's nachts een instabiele atmosfeer is en het op grotere hoogtes veel harder waait 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 fluctuatie van het geluidniveau groter is als een rotorblad de mast passeert. Bij een relatief lage windsnelheid op leefniveau wordt het geluid ook niet overstemd door het achtergrondgeluid.

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: Reken- en meetvoorschrift windturbines).

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 omgevings-vergunning 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

In 2014 waren in Nederland totaal 1983 windturbines. Eind 2015 waren er drie windparken op zee, met in totaal 139 windturbines. Bestaande windparken en windturbines zijn weergegeven op een interactieve kaart (<http://www.windenergie-nieuws.nl/kaart-met-windparken/>).

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} .

In 2011 heeft het RIVM 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 waren 525 woningen met een geluidbelasting hoger dan 47 dB L_{den} . Hiervan zijn circa 345 woningen bedrijfswoningen. Bij één woning was de geluidbelasting het gevolg van een windpark in Duitsland. Bij 256 woningen, waarvan circa 207 bedrijfswoningen, was de geluidbelasting hoger dan 49 dB.

Mogelijke maatregelen ter vermindering van de emissie en verspreiding

De mogelijkheden om de productie en de verspreiding van geluid bij bedrijven en windturbines te verminderen zijn alleen in algemene termen te omschrijven, omdat die sterk afhankelijk zijn van het productieproces en de bedrijfsvoering. De volgende maatregelen voor inrichtingen en windturbines zijn in het algemeen mogelijk.

Maatregelen
<i>Emissie</i>
Inrichtingen
Verminderen van impulsgeluiden; waarschijnlijk vooral 's avonds en 's nachts effectief
Good house keeping: sluiten van deuren en ramen
Aanbrengen van geluiddempend materiaal, bijvoorbeeld geluiddempende wielen aanbrengen onder rijdend materieel
Windturbines:
Vermindering toerental
Wijzigen van de bladvorm
Aanbrengen van structuren op de rotorbladen
Het ritmische karakter van het geluid minder sterk maken.
<i>Verspreiding/afscherming</i>
Inrichtingen:
Afschermende bebouwing
Afstand tot woningen: vergroten
<i>Geluidhinder</i>
Inrichtingen:
Communicatie specifiek over geluidbeleid en maatregelen
Windturbines:
Informatievoorziening voor omwonenden, zodat zij een beter beeld hebben van het te verwachten geluid bijvoorbeeld door het gebruik van een weerbericht voor 100 meter hoogte.

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 seizoenbedrijven.

Er wordt van uitgegaan, dat hinder begint op te treden bij etmaalwaarden van circa 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):

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

Voor industriegeluid wordt nog de L_{etm} gebruikt. De omzetting van de L_{etm} naar de L_{den} is niet eenduidig, omdat de verdeling van de geluidbelasting over de dag, avond en nacht per bedrijf verschilt. Wordt er van uitgegaan, dat de L_{den} 2 dB lager is dan de L_{etm} , 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
48	50	4
50	52	5
53	55	7
55	57	9
58	60	12
60	62	14
63	65	18
65	67	20
68	70	25
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 in Nederland met behulp van een enquête de relatie tussen de geluidbelasting en hinder bij 725 personen wonend binnen 2,1 km van een windturbine. 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) en 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 industrie geluid uitgegaan van eenzelfde drempel als bij wegverkeersgeluid.

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 saneringswoning 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 meer dan 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 3.14a). 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.

Aanpassing van de Wet geluidhinder: SWUNG

Er 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, zie module F Wegverkeer en geluid).

Met SWUNG 1 werden grenswaarden gesteld aan het geluid, dat rijks en hoofdspoorwegen mogen produceren door middel van geluidproductieplafonds. SWUNG 1 is in 2012 ingevoerd. In het traject Swung-2 wordt de aanpassing van geluidregelgeving rond regionale en gemeentelijke wegen en rond gezoneerde industrieterreinen voorbereid. Voor industrieterreinen worden ook geluidproductieplafonds vastgesteld. Deze worden gebaseerd op de binnen de grenswaarden van de Wet Geluidhinder mogelijke geluidproductie. De bij het vaststellen van geluidproductieplafonds bij wegen en spoorwegen gehanteerde werkruimte van 1,5 dB wordt niet toegepast.

Omgevingswet

De regels voor de geluidproductieplafonds worden zo beleidsneutraal mogelijk omgezet naar het systeem van de Omgevingswet via het Aanvullingsbesluit geluid. Wel worden daarbij enkele wijzigingen doorgevoerd die uit de praktijk naar voren zijn gekomen. De geluidproductieplafonds voor industrieterreinen (Swung-2) zullen ook worden opgenomen in het Aanvullingsbesluit geluid. De normstelling voor geluid wordt vereenvoudigd en opgenomen in het Aanvullingsbesluit geluid. Voor industrie wordt nu ook overgestapt op de dosismaat L_{den} . Er zal nog steeds sprake zijn van een voorkeurswaarde, waarvan gemotiveerd afgeweken kan worden tot aan een maximale waarde. Ook worden voor het binnenniveau normen gesteld. In afwijking van het normenstelsel in de Wet geluidhinder wordt het aantal normen en regels verminderd. Er zal nu alleen onderscheid worden gemaakt in buiten en binnen de bebouwde kom en een nieuwe woning of een nieuwe of aanpassing van de geluidbron. Specifiek voor industrielawaai zal de L_{den} worden gecombineerd met een aanvullende nachtnormering (L_{night}) waarmee geacht wordt het (slaap)verstorende effect van volcontinuïedrijven te kunnen ondervangen. Deze normen voor de nachtperiode liggen 10 dB lager dan de normen in L_{den} voor industrieterreinen. In samenspraak met het IPO, VNG, Unie van Waterschappen en VNO-NCW heeft dit geleid tot het volgende voorstel voor een normentabel.

Geluidbron	Voorkeurswaarde (dB)	Maximale waarde (dB)		Binnenwaarde L_{den} (dB)
		Nieuwe woningen	Aanleg/ aanpassing geluidbron	
Industrieterreinen	50 L_{den} 40 L_{night}	55 L_{den} 45 L_{night}	60 L_{den} 50 L_{night}	33 (nieuwe woningen) 36 of 41 (bestaande woningen, aanleg/ aanpassing geluidbron)*

* Voor situaties die zijn ontstaan onder de werking van de Wet geluidhinder geldt 36 dB. Voor situaties van vóór de Wet geluidhinder geldt 41 dB.

De vergunningverlening op basis van de Wabo wordt opgenomen in het Besluit kwaliteit leefomgeving (Bkl). De algemene regels voor geluid voor kleine lawaaimakers in het Activiteitenbesluit worden opgenomen in het Besluit activiteiten leefomgeving (Bal) en het Bkl. Het Bouwbesluit wordt opgenomen in het Besluit bouwwerken leefomgeving.

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 vooralsnog 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 vooralsnog uitgegaan van eenzelfde relatie en drempel. Een GES-score van 6 wordt voor bedrijven voor de etmaalwaarde gelijk gesteld aan die voor wegverkeer, namelijk bij een L_{etm} van 65 dB, overeenkomend met een L_{den} van 63 dB.

Voor de gezondheidkundige 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 nachtwaaarde 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 nachtwaaarde. Bij continue werkende industrie is de geluidbelasting 's nachts meestal lager dan die overdag. Over het algemeen is $L_{Aeq,23-7}$ circa 6 dB 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 $L_{Aeq,23-7}$ over het algemeen 54 dB zijn. Bij deze nachtwaaarde 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 $L_{Aeq,23-7}$ bekend dan wordt het percentage ernstig slaapverstoorden op die waarde gebaseerd. Dit heeft echter geen invloed op de GES-score.

De indeling voor industrielawaai ziet er dan als volgt uit:

Geluidbelasting		Ernstig gehinderden (%)	Geschatte geluidbelasting $L_{Aeq,23-7}$ dB	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 'railservicecentra'
- Transport- en distributiebedrijven
- Bedrijven waar stofexplosies mogelijk zijn (graansilo's)

Plaatsgebonden Risico en Groepsrisico

Externe veiligheid wordt uitgedrukt in de kans dat ongevallen met gevaarlijke stoffen zich voordoen en de omvang van de gevolgen. De omvang van de gevolgen wordt meestal uitgedrukt in een overlijdensrisico.

Het Plaatsgebonden Risico (PR) 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% of 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 mogelijke 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%, of 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, zoals 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. Door de implementatie van de Europese Seveso III-richtlijn in het Brzo in 2015 is een nieuwe indeling van mengsels en stoffen geïntroduceerd en zijn soms andere drempelwaarden voor een Brzo inrichting van toepassing geworden. Na het van kracht worden van Brzo 2015 waren er 387 Brzo bedrijven in Nederland. De meeste (138) liggen in de regio Zuid-Holland/Zeeeland.

De zogenoemde Hogedrempelinrichtingen met hoeveelheden gevaarlijke stoffen boven de hoge drempelwaarden zijn verplicht een veiligheidsrapport op te stellen. Dit geldt voor circa 250 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^{-5} , 10^{-6} en 10^{-8} per jaar berekend. Ook het Groepsrisico wordt berekend en in de F/N-curve weergegeven.

De Revi verplicht voor de kwantitatieve risicoanalyse (QRA) de rekenmethodiek Bevi te gebruiken. Deze bestaat uit het softwareprogramma Safeti-NL en de Handleiding Risicoberekeningen Bevi. Het RIVM verzorgt de verspreiding van Safeti-NL. Het veiligheidsrapport is beschikbaar bij de Provincie. 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 Lagedrempelinrichting genoemd (voorheen PBZO-bedrijf). Een aantal van deze circa 140 inrichtingen heeft wel een QRA laten opstellen, maar voor het grootste deel van deze inrichtingen is geen Plaatsgebonden Risico of Groepsrisico berekend. 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 Publicatiereeks 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.publicatiereeksgevaarlijkestoffen.nl.

Belangrijk zijn de zogenoemde PGS-15 inrichtingen, waar meer dan 10 ton brandbare gevaarlijke stoffen in combinatie met fluor-, chloor-, stikstof- of zwavelhoudende verbindingen liggen opgeslagen. In de Revi zijn voor een aantal 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, van 110 meter (doorzet $\geq 1000 \text{ m}^3/\text{jaar}$) naar 40 meter en van 45 meter (doorzet $< 1000 \text{ m}^3/\text{jaar}$) naar 35 of 25 meter afhankelijk van de doorzet. 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. In een Safety Deal tussen het ministerie IenM en de LPG-sector is afgesproken er voor te zorgen, dat LPG-tankwagens ook in de toekomst zijn voorzien van een hittewerende coating. Op basis hiervan zijn in 2016 in een wijziging van de Revi de kortere afstanden ook voor nieuwe LPG-tankstations geldig verklaard.

De afstanden van de Plaatsgebonden Risicocontouren van 10^{-6} per jaar kunnen als volgt worden samengevat (Revi V, dat wil zeggen inclusief vijfde wijziging van 14 juni 2016):

Type bedrijf	Plaats gebonden Risico's	Afstand tot kwetsbare en beperkt kwetsbare objecten (m)*			Opmerkingen
LPG tankstation		Doorzet (m^3/jaar)			Afstand vanaf het vulpunt
		<500	500–1000	≥ 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.

*: Voor kwetsbare objecten gelden deze afstanden als grenswaarde, voor beperkt kwetsbare objecten als richtwaarde.

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 de Revi 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 werktemperatuur 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). Deze afstanden zijn niet in het Revi opgenomen.

In de Handreiking verantwoordingsplicht groepsrisico (VROM, 2007) worden de dichtheden van aantal personen per hectare in de omgeving van PGS15-inrichtingen en ammoniak koelinstallaties gegeven, waarbij nog voldaan wordt aan de oriëntatiewaarde van het Groepsrisico. Het Groepsrisico is berekend voor het invloedsgebied van de inrichting (de 1%-letaliteitsgrens).

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

Het RIVM heeft berekend met een enigszins conservatieve benadering, wat de maximale personendichtheid 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) 9 (60) 17 (54)	< 500 500 – 1.000 1.000 – 1.500
Tankauto's met hittewerende coating ³	150	31 (213) 32 (214) 33 (217)	< 500 500 – 1.000 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

Spooreplacements

Ook spooreplacements vallen onder inrichtingen en vallen deels onder het Bevi. Spooreplacements liggen veelal in de centra van grote steden. Voor placements 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} -afstand, 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. Dit kan een vertekend beeld ten aanzien van de risico's opleveren aangezien inrichtingen niet altijd de maximale, vergunde capaciteit realiseren of benutten.

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 opslagen 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 over het algemeen weinig effect. Het plaatsen van een blinde gevel of veiligheidsglas kan wel zinvol zijn. 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, veiligheidsglas)
	Goed rampenbestrijdingsplan en risicocommunicatie

Gezondheidkundige 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 vuurwerkramp 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 en zelfredzaamheid 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 een grenswaarde van 10^{-6} per jaar voor het Plaatsgebonden Risico. Voor beperkt kwetsbare objecten is dit een richtwaarde, waar gemotiveerd van afgeweken kan worden.

Groepsrisico

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

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.

Externe veiligheid bedrijven en Omgevingswet

Externe veiligheid van bedrijven wordt opgenomen in besluiten en andere regelingen onder de Omgevingswet. Onder de Omgevingswet komen vier AMvB's te weten het Omgevingsbesluit, het Besluit Activiteiten Leefomgeving (BAL), het Besluit kwaliteit leefomgeving (Bkl) en het Besluit bouwwerken

leefomgeving. De regels uit het BRZO worden verspreid over deze vier besluiten. Het BAL is de opvolger van het Activiteitenbesluit, waarin generieke richtlijnen voor externe veiligheid zijn opgenomen. In het Bkl zijn de generieke afstanden en grenswaarden voor het Plaatsgebonden Risico opgenomen. De normstelling voor het Plaatsgebonden Risico wordt niet gewijzigd. In het Omgevingsplan moet voor kwetsbare gebouwen aan de eerder genoemde grenswaarde voor het Plaatsgebonden Risico voldaan worden. Bij beperkt kwetsbare gebouwen kan gemotiveerd afgeweken worden van de grenswaarde. Het gebied binnen de grenswaarde wordt het veiligheidsrisicogebied genoemd. Nieuw is de categorie zeer kwetsbare gebouwen. Dit zijn gebouwen waar veel mensen verblijven die minder zelfredzaam zijn. Voor zeer kwetsbare gebouwen geldt de afstand niet tot op de begrenzing van het gebouw, maar tot op de terreingrens, zodat mensen bij verblijf buiten het gebouw hetzelfde beschermingsniveau hebben. Het groepsrisico komt in het Bkl terug in de vorm van aandachtsgebieden, die in het omgevingsplan moeten worden opgenomen. Aandachtsgebieden zijn gebieden waar een groepsrisico bestaat door een brand, explosie of een gifwolk. Het groepsrisico is in het Bkl de kans dat tien of meer personen overlijden als rechtstreeks gevolg van een ongewoon voorval binnen een aandachtsgebied dat wordt veroorzaakt door activiteiten met (complexe) externe veiligheidsrisico's. In aandachtsgebieden moet de lokale overheid, meestal het gemeentebestuur, afwegen om beschermende maatregelen te nemen. Deze kunnen bestaan uit fysieke maatregelen en organisatorische maatregelen. Fysieke maatregelen zijn bijvoorbeeld een afschermende wal of brandwerende gevel. Voorbeelden van organisatorische maatregelen zijn de voorbereiding van hulpdiensten, risicocommunicatie of het onderhoud van vluchtwegen. Ook kan het aantal aanwezigen beperkt worden (dichthedenbeleid).

Aan de hand van ongevalsscenario's wordt apart voor een brand, explosie of gifwolk het aandachtsgebied vastgesteld waarbinnen het groepsrisico relevant is. Deze aandachtsgebieden worden op de kaart aangegeven. Dicht bij een bron zullen aandachtsgebieden overlappen, maar verder weg zal er bijvoorbeeld alleen het aandachtsgebied van een explosie zijn, omdat een brand minder verder reikt. Per gebied kan men afwegen welke maatregelen worden genomen. Een brand aandachtsgebied vergt andere maatregelen voor de gebouwen (brandvoorschriften) dan een explosie aandachtsgebied (bouwvoorschriften). Zeer kwetsbare gebouwen komen in principe buiten de aandachtsgebieden, omdat daar ook buitenshuis bescherming moet worden geboden. Hiervan kan worden afgeweken als maatregelen worden genomen waardoor de kans op een ongewoon voorval of het overlijden van een persoon verwaarloosbaar klein wordt. Voor complexe risicovolle activiteiten moeten de afstanden die de gebieden begrenzen meestal worden berekend. De begrenzing van aandachtsgebieden met vaste afstanden worden opgenomen in een bijlage bij het Bkl.

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 Risiko	Plaatsgebonden Risiko 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 Risiko

**.: 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 luchtverontreiniging⁸

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 (rijsnelheden, dynamiek, mate van congestie). De verspreiding van de luchtverontreiniging wordt bepaald door meteorologische omstandigheden en de fysieke omgeving die de mogelijkheden voor verdunning bepaalt.

Rekenen en beoordelen

Om de luchtkwaliteit ten gevolge van emissies van verkeer in beeld te brengen kan gebruik worden gemaakt van atmosferische verspreidingsmodellen. Het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat en InfoMil bieden een aantal rekenmodellen, hulpmiddelen en tools die gebruikt kunnen worden in de praktijk. In de ministeriële regeling Beoordeling luchtkwaliteit 2007 en de door het ministerie van IenW gepubliceerde Handreiking Rekenen aan Luchtkwaliteit (als geactualiseerde versie van de Handreiking Meten en Rekenen luchtkwaliteit uit 2007) is aangegeven welke twee standaardrekenmethoden gehanteerd moeten worden voor het berekenen van de luchtkwaliteit langs wegen. Met deze rekenmethoden kan de luchtconcentratie op verschillende afstanden van de weg berekend worden door invoer van de verkeersintensiteit, de fractie vracht- of busverkeer, de stagnatie en de aanwezigheid van bebouwing, bomen of een tunneluitmonding. 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) gebruikt worden en voor wegen in het open veld met bebouwing relatief ver van de weg standaardrekenmethode 2 (SRM2).

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 IenW. Deze gegevens worden weer verwerkt in de nieuwste versies van te gebruiken rekenmodellen, die als implementatie van gevalideerde standaardrekenmethoden zijn goedgekeurd.

Deze rekenmodellen zijn door het ministerie voor iedereen vrij beschikbaar gesteld en zijn vrij te downloaden via <https://www.infomil.nl/onderwerpen/klimaat-lucht/luchtkwaliteit/slag/nsi-rekentool/>.

De Regeling beoordeling luchtkwaliteit 2007 maakt het mogelijk om een andere rekenmethode te gebruiken voor situaties die binnen of buiten het toepassingsbereik vallen van de standaardrekenmethoden. Voorwaarde is dat deze andere methode is goedgekeurd door de staatssecretaris van Infrastructuur en Milieu. Zie voor het toepassingsbereik van de Standaardrekenmodellen: <https://www.infomil.nl/onderwerpen/hinder-gezondheid/luchtkwaliteit/slag/nsi-rekentool/handleiding/algemeen/srm-1-srm-2/>. Daarin worden kenmerken van wegen, wegvakken, rekenpunten beschreven.

De actuele lijst van goedgekeurde rekenmodellen 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>

Verschillen tussen modellen

Met SRM1 is het mogelijk een voldoende betrouwbaar inzicht te verkrijgen in de concentraties van luchtverontreinigende stoffen op relatief korte afstanden tot de wegas. De concentraties kunnen,

⁸ Gerelateerd aan dit onderwerp zijn de GGD Richtlijn Luchtkwaliteit en gezondheid en de GGD Richtlijn Smog verschenen met aanvullende informatie.

afhankelijk van het wegtype, worden berekend op maximaal 30 meter of 60 meter van de wegas. SRM1 is niet geschikt voor het berekenen van de luchtkwaliteit achter bebouwing. Wanneer de rand van de eerste lijn bebouwing ligt op minder dan 30 meter (of 60 meter) van de wegas, is de maximale rekenafstand daarom de afstand tussen de rand van de bebouwing en de wegas. In berekeningen met SRM1 is het niet mogelijk om rekening te houden met de invloed van een verhoogde of verdiepte ligging van de weg en de aanwezigheid van 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) 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 driemaal 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.

Bij de beoordeling van gebruikte modellen is het belangrijk er rekenschap van 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 kleefte. 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 breedte 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. Met de NSL-rekentool kan de luchtkwaliteit op zelfgekozen 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. Sinds 2014 vervangt de Rekentool de daarvoor gebruikte programma's ISL2 en CAR II. Om de overgang vanaf CAR II eenvoudiger te maken, is een conversiemodule aan de Rekentool toegevoegd waarmee een CAR-bestand ingelezen kan worden.

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. De regeling is in 2012 herzien. Zeezout blijkt een kleinere bijdrage te leveren aan het fijn stof in de lucht dan aangenomen wordt in de Regeling beoordeling luchtkwaliteit 2007. (Matthijsen, 2010). Het aantal overschrijdingsdagen dat in mindering gebracht mag worden, is van zes teruggebracht worden naar vier tot twee dagen, waarbij sprake is van een gradiënt over Nederland van west naar oost. Zie: <https://www.infomil.nl/onderwerpen/klimaat-lucht/luchtkwaliteit/nieuws/nieuws/zeezoutaftrek/>

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.

Stoffen

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

- NO_2 (stikstofdioxide)
- Fijn stof (PM_{10} , $PM_{2,5}$ en kleinere fracties)
- Roet/elementair koolstof (EC)

In vergelijking met de vorige versie van GES zijn de stoffen CO (koolmonoxide), Benzeen en B(a)P (benzo-a-pyreen) als indicator voor PAK geschrapt uit de GES.

NO_2

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

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

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

De NO_2 -concentratie bleef in 2015 in het overgrote deel van Nederland onder de grenswaarde ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Dit blijkt uit metingen van het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit (LML), GGD Amsterdam en DCMR (<http://www.clo.nl/indicatoren/nl0231-stikstofdioxide>).

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 PM_{10} of $PM_{2,5}$ is). Naast fijn stof (PM_{10}) zijn andere begrippen van stofvormige luchtverontreiniging onder andere: de fijnere fractie van fijn stof ($PM_{2,5}$), ultrafijn stof, grof stof, totaal stof, aerosol, zwarte rook, roet, black carbon, elemental carbon, organic carbon. Een deel van de fijnstofconcentratie wordt in de lucht gevormd, het secundaire fijn stof. Stof dat direct door menselijke activiteiten of natuurlijke bronnen in de atmosfeer wordt gebracht, wordt primair stof

genoemd. Afhankelijk van de doorsnede van de stofdeeltjes wordt gesproken van PM_{10} 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 PM_1 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 ($>30 \mu g/m^3$) 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. 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 wegstof.

PM_{10}

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

De PM_{10} -concentratie neemt in Nederland vanuit het noorden naar het zuiden toe door de toenemende invloed van bronnen in Nederland en het aangrenzende buitenland. De jaargemiddelde achtergrondconcentratie van PM_{10} is de afgelopen twintig jaar gehalveerd en was in 2015 gemiddeld over Nederland $20 \mu g/m^3$. 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. Meteorologische invloeden kunnen leiden tot fluctuaties in de jaargemiddelde PM_{10} -concentraties van zo'n $5 \mu g/m^3$. Daarnaast zijn de PM_{10} concentraties hoger rondom droge wegen vergeleken met natte straten. Wegslijtage en opwerveling van fijn stof spelen daarbij een belangrijke rol.

$PM_{2,5}$

De fractie $PM_{2,5}$ bevat vooral de deeltjes die ontstaan door condensatie van verbrandingsproducten of door reactie van gasvormige luchtverontreiniging, sulfaat- ammonium- en nitraat-aerosolen (ongeveer 50% van totale $PM_{2,5}$) en is vooral van antropogene oorsprong (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 aerosolen). De belangrijkste bronnen die verantwoordelijk zijn voor $PM_{2,5}$ zijn de industrie, raffinaderijen en de energiesector, aangevuld met significante bijdragen van wegverkeer en landbouw. 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 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. De gemeten achtergrondconcentraties $PM_{2,5}$ lagen in 2015 gemiddeld rond de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (9 - $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$). In stedelijke en verkeersbelaste gebieden waren deze rond de $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (10 - $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Hiermee liggen alle concentraties onder de Europese grenswaarde voor het jaargemiddelde ($25 \mu\text{g}/\text{m}^3$) en onder de EU-blootstellingsverplichting ($20 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Depositie van fijn stof

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.

Roet

Roet is een stofvormig bestanddeel van luchtverontreiniging. Het is echter geen fysisch duidelijk gedefinieerde grootheid zoals fijn stof. Roet kan gemeten worden als zwarte rook of als elementair koolstof (EC). De zwarterookmethode 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} , $PM_{2,5}$) 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 onder de $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$. De concentraties op straatstations zijn duidelijk verhoogd en liggen op een niveau van $10\text{-}15 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Dit weerspiegelt de bijdrage van lokale bronnen, met name het verkeer. Onderzoek in Amsterdam naar roet (als EC) laat een wegbijdrage van vrachtverkeer zien van gemiddeld $0,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ($0,03\text{-}3,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$) (van der Zee, 2011).

Achtergrondconcentraties in Nederland

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). Deze kaarten zijn gebaseerd op een combinatie van modelberekeningen en metingen en zijn bedoeld voor het geven van een grootschalig beeld van de luchtkwaliteit en depositie in Nederland zowel voor jaren in het verleden als in de toekomst. De kaarten voor onder andere stikstofdioxide, PM_{10} , $PM_{2,5}$, benzeen, koolmonoxide en elementair koolstof zijn met behulp van een kaartviewer te bekijken (zie <http://www.rivm.nl/gcn/index.html>).

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 en ander personenvervoer 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% (werkt alleen voor eerste rij bewoning)
Luchtconcentraties	
Afstanden tot 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 (PM₁₀) 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. Er zijn 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. 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 verkeersemmissies van belang.

Echter de grootschalige onderzoeken die tot nu toe in de praktijk zijn uitgevoerd laten geen eenduidig beeld zien. Er is dan ook nu geen aanleiding om dit aspect in GES-scores op te nemen.

Dat neemt niet weg dat groen wel een positief effect heeft op de temperatuur in stedelijk gebied, 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.

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.

Er kan een onderscheid worden gemaakt in korte en lange termijn effecten. Effecten van lange termijn blootstelling zijn uit volksgezondheidsoogpunt belangrijk. Voor de gezondheidseffecten van luchtverontreiniging bestaan geen drempelwaarden. Dit betekent dat er ook bij concentraties beneden de wettelijke norm effecten op de volksgezondheid kunnen optreden.

Afstand en verkeer in relatie tot gezondheidseffecten

Uit onderzoek blijkt, dat het gebruik van de afstand tot de weg een goede indicatie geeft 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. Duidelijk is op basis van epidemiologische studies dat er 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} -, $\text{PM}_{2,5}$ - of roetconcentraties. 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 er voor gevoelige bestemmingen een minimale afstand tot de weg te adviseren is. Zij beschouwen niet alleen scholen, kinderdagverblijven en bejaarden-, verzorgings- en verpleegtehuizen als gevoelige bestemmingen, maar ook woningen. In aansluiting hierop is in de GGD-richtlijn ten aanzien van 'gevoelige bestemmingen' in relatie tot wegverkeer door de GGD'en in Nederland het volgende advies geformuleerd:

- Houd afstand tussen voorzieningen waar langdurig verblijf van kwetsbare mensen plaatsvindt en drukke wegen.
- Vestig gevoelige bestemmingen, inclusief woningen, niet binnen 300 meter van de snelweg, onafhankelijk van de vraag of aan de grenswaarden wordt voldaan.
- Vestig gevoelige bestemmingen, inclusief woningen, niet in de eerstelijnsbebouwing binnen 50 meter van drukke 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 verkeersemisies 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 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 NO_2 en gezondheidseffecten door NO_2 zelf worden veroorzaakt. Aannemelijker is, dat de NO_2 -concentratie model staat voor het mengsel van luchtverontreiniging.

Door het ontbreken van een kwantitatieve dosis-effectrelatie is er geen directe norm voor de NO_2 -concentratie aan te geven. Op basis van wat uit studies bekend is waarbij de NO_2 -concentratie als blootstellingsmaat voor het luchtverontreinigingsmengsel is gebruikt, is een jaargemiddelde grenswaarde afgeleid van $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Daarnaast is een uurgemiddelde concentratie van $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 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 $83 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Dit betekent dat voor NO_2 de jaargemiddelde grenswaarde het strengst is.

Fijn stof

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 PM_{10} als voor $\text{PM}_{2,5}$ gevonden. Vrij algemeen wordt $\text{PM}_{2,5}$ als meest gezondheidsrelevant beschouwd, maar ook de fractie met een diameter tussen 2,5 en $10 \mu\text{m}$ is gezondheidskundig zeker niet te verwaarlozen. Daarnaast kunnen de ultrafijne deeltjes tot in de bloedbaan doordringen en daarop hun effecten hebben. Algemeen wordt geconcludeerd dat PM_{10} - en $\text{PM}_{2,5}$ -concentraties slechte indicatoren zijn voor de te verwachten gezondheidseffecten van fijn stof afkomstig van verkeer door het mindere contrast. Mogelijk is roet (uitgedrukt in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 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). Berekend is dat de gemiddelde levensduurverkorting $14,7$ dagen per $\mu\text{g}/\text{m}^3 \text{PM}_{10}$ is (Matthijsen, 2007). Meer recente berekeningen zijn gebaseerd op de relatieve risicocijfers uit de WHO studie Health Risks of Air Pollution In Europe (HRAPIE) (WHO, 2013), aangevuld met recente meta-analyses en de recente DUELS studie van Fischer et al (2015). De verschillende effecten per $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ staan in onderstaande tabel.

Indicator	Blootstelling	Gezondheidseffect	Effectschatting (95% btbhi) per 10 µg/m ³	referentie
PM10 +	Langdurend*	Afname in levensduur (leeftijd 30+)	140.1 dagen* (100.1-243.1)	Fischer et al., 2015
NO2	Langdurend* (aan PM10 en NO2)	Afname in levensduur (leeftijd 30+)	63.4 dagen* (50.1 – 76.8 dagen)	Fischer et al., 2015
PM10	Langdurend**	Afname in levensduur (leeftijd 30+)	110 dagen**	Hoek et al., 2013
PM2.5	Langdurend**	Afname in levensduur (leeftijd 30+)	200 dagen**	Hoek et al., 2013

* uit two-pollutant model, deze twee effecten zijn onafhankelijk en moeten bij elkaar opgeteld worden

** uit one-pollutant model. Als voor meer dan 1 component de concentratie bekend is (en niet in combinatie PM10 en NO₂) mag het verlies aan levensduur voor die componenten nooit bij elkaar worden opgeteld – omdat de concentratie van de componenten met elkaar gecorreleerd leidt dat tot overschatting van het effect
Btbhi = betrouwbaarheids interval

Op basis van een Nederlandse cohortstudie berekende Brunekreef (2007) een Relatief Risico op sterfte door blootstelling aan PM_{2,5} van 1,10 (extra kans op sterfte van 10% bij een toename van de PM_{2,5} concentratie van 1 µg/m³). Het Relatief Risico is bijgesteld naar 1,007 op basis van meer recent onderzoek. Dit betekent een verlies van levensjaren per µg/m³ PM_{2,5} van 21 dagen (Brunekreef, 2007). 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 studie waarbij een geboortecohort 8 jaar is gevolgd geeft duidelijke aanwijzingen dat blootstelling aan verkeersgerelateerde luchtverontreiniging (PM_{2,5} en NO₂) astma bij deze kinderen kan veroorzaken (Gehring, 2010).

Normen

Beschrijving van normen die gebaseerd zijn op onderzochte gezondheidseffecten.

WHO normen

Voor zowel PM₁₀ als PM_{2,5} wordt aangenomen dat er geen drempelwaarde kan worden aangegeven waaronder 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 ook altijd het uitgangspunt van de Wereldgezondheidsorganisatie (WHO) om geen norm voor fijn stof af te leiden. Toch heeft de (WHO) in een evaluatie van de gezondheidsaspecten van luchtverontreiniging aanbevolen om PM_{2,5} als indicator te gaan gebruiken en daarvoor een norm afgeleid (WHO, update AQG's, 2005). De WHO gaf 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. De WHO koos er voor om een Air Quality Guideline (AQG) voor PM_{2,5} af te leiden door de AQG voor langdurige blootstelling te laten prevaleren boven de waarde voor kortdurende blootstelling. Er werd 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).

Normen voor PM_{2,5}

Door de Nederlandse overheid is in aansluiting op de EU luchtkwaliteitsrichtlijn van 2008 een grenswaarde vastgesteld voor de jaargemiddelde PM_{2,5}-concentratie. Vanaf 2015 moest aan de grenswaarde van 25 µg/m³ worden voldaan.

Sinds 2015 geldt tevens een blootstellingsconcentratieverplichting (BCV). Deze is maximaal 20 µg/m³. De BCV wordt uitgedrukt als gemiddelde blootstellingsindex (GBI). De GBI is het gemiddelde over de laatste drie jaar van gemeten concentraties op stedelijke achtergrondlocaties in Nederland.

Voor de GBI is een richtwaarde die op 1 januari 2020 zoveel mogelijk moet zijn bereikt. Deze richtwaarde is afhankelijk van de GBI die er in 2010 was.

Bij een GBI groter dan 18 µg/m³ moet deze in 2020 met 20% gereduceerd zijn.

Bij een GBI van 13-18 µg/m³ moet deze met 15% gereduceerd zijn.

Bij een GBI van 8,5-13 µg/m³ moet deze met 10% gereduceerd zijn.

Voor Nederland is de GBI in 2010 vastgesteld op 17 µg/m³. Dit betekent dat de GBI in 2020 met 15% moet zijn gereduceerd en dat de richtwaarde 14,7 µg/m³ is.

Normen voor PM₁₀

Voor PM₁₀ is er een grenswaarde voor het jaargemiddelde en één voor het daggemiddelde: de grenswaarde voor de jaargemiddelde PM₁₀-concentratie is 40 µg/m³.

Aan de grenswaarde voor de daggemiddelde PM₁₀-concentratie geldt 50 µg/m³, die maximaal 35 dagen per jaar overschreden mag worden. Deze is vooral bedoeld is voor de bescherming tegen korte termijn effecten.

De grenswaarde van maximaal 35 dagen boven de etmaalnorm van 50 µg/m³ is vaak door gemeenten niet rechtstreeks te toetsen omdat de meest gebruikte modellen alleen jaargemiddelde PM₁₀-concentraties berekenen.

Uit een statistische analyse blijkt dat de grenswaarde voor de daggemiddelde PM₁₀-concentratie van 50 µg/m³ van maximaal 35 dagen overeenkomt met een jaargemiddelde PM₁₀-concentratie van 31,2 µg/m³ met een bandbreedte van 30 – 33 µg/m³ afhankelijk van gebruikte fit (exclusief zeezoutaftrek) (Wesseling et al., 2006). Een jaargemiddelde van 40 µg/m³ 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 normen PM₁₀ en PM_{2,5}

Vergelijking van de grenswaarden voor PM_{2,5} en PM₁₀ (jaar- en daggemiddelden) levert het volgende beeld op. De jaargemiddelde PM_{2,5}-concentratie van 25 µg/m³ komt overeen met een jaargemiddelde PM₁₀-concentratie van 31 – 42 µg/m³ met een gemiddelde van 36 µg/m³. Hierbij wordt uitgegaan van een verhouding PM_{2,5}/PM₁₀ van 0,6 – 0,8. Een preciezere ratio tussen PM_{2,5} en PM₁₀ die hiervoor gebruikt kan worden is 0,66 (Cyrus et al. 2003; Eeftens et al. 2011). Deze PM₁₀-concentratie is lager dan de jaargemiddelde grenswaarde en hoger dan de daggemiddelde grenswaarde voor PM₁₀.

Wanneer de jaargemiddelde norm voor PM_{2,5} zou liggen op 20 µg/m³ dan zou dit neer komen op een waarde van 24 – 33 µg/m³ met een gemiddelde van 28,5 µg/m³. Dit zou betekenen dat deze grenswaarde voor PM_{2,5} van 20 µg/m³ strenger is dan de daggemiddelde norm voor PM₁₀. Tot 2020 is de daggemiddelde PM₁₀ norm dus de meest 'strengere' vergeleken met de jaargemiddelde grenswaarden voor PM_{2,5} en PM₁₀.

PM₁₀ of PM_{2,5} zijn slechte indicatoren voor het verkeer gerelateerde luchtmengsel. Op verkeersdrukke locaties zal het luchtverontreinigingsmengsel anders van samenstelling zijn dan op verkeersluwe achtergrondlocaties. Toetsing aan de PM₁₀ norm, waarbij uitsluitend naar de massa (concentratie) wordt gekeken en niet naar de samenstelling van het mengsel zou in dat geval vanuit gezondheidkundig 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. De modelberekeningen voor EC (elementair koolstof, een maat voor roet) zijn echter nog in ontwikkeling.

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.

Wetgeving, grenswaarden en beleid

Wettelijke grenswaarden en actiedrempels zijn meestal een compromis tussen haalbaarheid en gezondheid. Veel van de wettelijke normen komen direct uit Europese richtlijnen. Ze zijn vastgelegd in de Wet milieubeheer (titel 5.2 en bijlage 2). Het gaat om:

- Grenswaarden: Nederland moet deze binnen een bepaalde termijn bereiken.
- Alarmdrempel (stikstofdioxide en ozon): bij overschrijding is er ernstige smog. Dan moet de overheid direct maatregelen nemen en de bevolking waarschuwen.
- Informatiedrempel (ozon): bij overschrijding is er matige smog, Dan moet de overheid direct kwetsbare bevolkingsgroepen informeren.

Daarnaast zijn er afstandseisen, waarbinnen een onderzoek plicht geldt voor PM_{10} en NO_2 (Besluit gevoelige bestemmingen).

Besluit Luchtkwaliteit

In het Besluit luchtkwaliteit (2001) zijn in Nederland de eerste regels voor luchtkwaliteit vastgelegd. Het besluit bevatte kwaliteitsnormen voor onder meer zwaveldioxide, lood, stikstofdioxide en stikstofoxiden, PM_{10} , benzeen en CO. Tevens bepaalde het dat gemeenten en provincies de lokale luchtkwaliteit in kaart moeten brengen en daarover moeten rapporteren. Als grenswaarden uit het besluit zijn of naar verwachting werden overschreden, moesten navenant maatregelen worden getroffen. **In 2005 werd een nieuw Besluit luchtkwaliteit van kracht.** 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 werd in het Besluit luchtkwaliteit 2005 ook de mogelijkheid vastgelegd om het deel van het fijn stof dat zich van nature in de lucht bevindt (zeezout) af te trekken van de jaargemiddelde concentratie van PM_{10} . De hoogte van deze "zeezout" aftrek was vastgelegd in de Meetregeling luchtkwaliteit 2005, dat tegelijk met het Besluit luchtkwaliteit 2005 in werking trad. In de Meetregeling is per gemeente de grootte van de toegestane zoutaftrek aangegeven.

Wet Luchtkwaliteit

Met het Besluit Luchtkwaliteit 2005 was 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).

In mei 2008 is er een nieuwe Europese richtlijn van kracht geworden. Hierin zijn onder andere opgenomen uitsteltermijnen voor het behalen van normen, de locaties waar getoetst moet worden aan de normen en het van kracht worden van normen voor PM_{2,5}. Zie voor Richtlijnen tekst: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:152:0001:0044:NL:PDF>.

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) is vastgelegd wanneer een project niet in betekende mate bijdraagt aan de concentratie van een bepaalde stof. Dat is het geval wanneer aannemelijk is dat het project een toename van de concentratie van fijn stof (PM₁₀) of stikstofdioxide (NO₂) veroorzaakt die niet meer bedraagt dan 3% van de jaargemiddelde concentratie van die stof. Dit komt overeen met een toename van maximaal 1,2 µg/m³ voor zowel PM₁₀ als NO₂. Als een project niet in betekende mate bijdraagt aan de concentraties luchtverontreiniging is geen toetsing aan de grenswaarden nodig. Wel moet het project voldoen aan het Besluit Gevoelige bestemmingen en er moet sprake zijn van een goede ruimtelijke ordening. Zie voor overzicht: <http://www.infomil.nl/onderwerpen/klimaat-lucht/luchtkwaliteit/regelgeving/wet-milieubeheer/nibm/>

Besluit gevoelige bestemmingen

Om de mogelijkheden om ruimtelijke ontwikkelingen uit te voeren in overschrijdingssituaties te beperken voor zogenaamde kwetsbare doelgroepen is een algemene maatregel van bestuur 'Gevoelige bestemmingen' per 16 januari 2009 in werking getreden.

Dit besluit beperkt het de vestiging van 'gevoelige bestemmingen' in de nabijheid van provinciale en rijkswegen (zie: <https://www.infomil.nl/onderwerpen/klimaat-lucht/luchtkwaliteit/regelgeving/wet-milieubeheer/besluit/>). Binnen 300 meter van rijkswegen en 50 meter van provinciale wegen mag het

totaal aantal mensen dat hoort bij een 'gevoelige bestemming' niet toenemen als de grenswaarden voor PM₁₀ of NO₂ (dreigen te) worden overschreden. Bij uitbreidingen van bestaande gevoelige bestemmingen mag het totale aantal blootgestelden eenmalig maximaal 10% toenemen. Onder gevoelige bestemmingen wordt verstaan scholen, kinderdagverblijven en verzorgings-, verpleeg- en bejaardentehuizen. Woningen worden daarmee niet als gevoelige bestemming gezien. Er moet wel een goede ruimtelijke ordening zijn. Hierin kan de blootstelling in woningen en bijvoorbeeld onder de norm een rol spelen.

Regeling Beoordeling Luchtkwaliteit 2007

De Regeling beoordeling luchtkwaliteit 2007 (Rbl) bevat onder andere voorschriften voor het meten en berekenen van de concentratie van luchtverontreinigende stoffen. Ook is hierin geregeld dat toetsing aan de grenswaarden niet op alle plekken nodig is. Dat hangt af van of op die plek mensen komen (toepasbaarheidsbeginsel) en hoe lang en hoeveel mensen worden blootgesteld (blootstellingscriterium). De regeling is na 2007 een aantal keer gewijzigd en aangevuld. Zie voor de tekst van de Regeling: <http://wetten.overheid.nl/BWBR0022817/2016-12-31>
Zie voor samenvatting Regeling: <http://www.infomil.nl/onderwerpen/klimaat-lucht/luchtkwaliteit/regelgeving/wet-milieubeheer/beoordelen/regeling-beoordeling/#h32c8e39f-9bf2-091c-6ec3-558bbe89ee2b>

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. Zie voor kort overzicht: <http://www.infomil.nl/onderwerpen/klimaat-lucht/luchtkwaliteit/regelgeving/wet-milieubeheer/nsl/>

Om de voortgang te monitoren moeten NSL-gemeenten jaarlijks rapporteren. Daarvoor is de Rapportagetool en Monitoringstool ontwikkeld.

Monitoringstool

Er bestond 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 of <https://www.infomil.nl/onderwerpen/klimaat-lucht/luchtkwaliteit/slag/monitoren-nsl/>). In de Rekentool kunnen varianten voor eigen gebruik worden doorgerekend worden. Ook kunnen de consequenties van veranderingen in de ruimtelijke ontwikkelingen op de luchtkwaliteit worden berekend. 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 IenW (<https://www.rijksoverheid.nl/ministeries/ministerie-van-infrastructuur-en-waterstaat>) 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}). Omdat de emissies van CO, benzeen en benz(a)pyreen de afgelopen jaren sterk zijn gedaald is er geen onderscheidend vermogen meer tussen verschillende locaties. Daarom is besloten om deze stoffen niet meer op te nemen in de GES. 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 verkeer gerelateerde

luchtverontreiniging. De bijdrage van het verkeer aan de PM_{10} - of $PM_{2,5}$ -concentraties is relatief beperkt en wordt ook minder door de nabijheid van de weg beïnvloed. GES-scores voor PM_{10} en $PM_{2,5}$ zullen dus altijd in samenhang met die voor NO_2 beoordeeld moeten worden. Overigens is $PM_{2,5}$ -concentratie gezondheidskundig belangrijker en meer verkeer gerelateerd dan PM_{10} .

De concentraties van vooral fijn stof zijn de afgelopen jaren flink gedaald. Ook is de bijdrage van het verkeer aan de fijn stofconcentraties relatief gering. Om het onderscheidend vermogen te vergroten wordt aangeraden de GES score klassen nader onder te verdelen (zie onderstaande GES-score indelingen).

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.

Als er weinig verschil is in concentratie ($< 1 \mu g/m^3$), dan is GES niet gevoelig genoeg. Als dergelijke verschillen in een specifieke situatie relevant zijn voor de te maken afwegingen, zijn andere kwantitatieve methoden meer geschikt om te gebruiken. GES is dan een eerste screening, daarna volgt pas een nadere analyse met meer kwantitatieve tools, zoals de GGD rekentool.

De volgende indelingen worden gehanteerd:

NO_2

NO_2 Jaargemiddelde $\mu g/m^3$	GES-score		
5 – 7,5	1	1a	
7,5 - 10		1b	
10 – 12,5	2	2a	
12,5 - 15		2b	
15 – 17,5	3	3a	
17,5 - 20		3b	
20 – 22,5	4	4a	
22,5 - 25		4b	
25 – 27,5	5	5a	
27,5 - 30		5b	
30 - 32,5	6	6a	
32,5 - 35		6b	
35 - 37,5	7	7a	
37,5 - 40		7b	
≥ 40	8		Boven WHO advieswaarde Boven jaargemiddelde grenswaarde

NO_2 is van belang omdat het een betere verkeer gerelateerde indicator is dan PM_{10} . De WHO advieswaarde is $40 \mu g/m^3$. Het is onduidelijk in hoeverre de WHO advieswaarde wordt verlaagd. Maar als GES-score 6 bij deze advieswaarde gehandhaafd blijft, dan is het verschil met GES-score 6 voor fijn stof erg groot. Als GES-score 6 bij een concentratie van $30 \mu g/m^3$ wordt gelegd komt dit globaal overeen met de verhouding van levensduurverkorting bij PM_{10} en $PM_{2,5}$.

Fijn stof

Er is 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 gezondheidkundige advieswaarde $PM_{2,5}$ en leidt op basis daarvan advieswaarden voor PM_{10} af (WHO, 2005).

De GES-scores voor PM_{10} zijn aan $PM_{2,5}$ gerelateerd door een verhouding van $PM_{2,5}/PM_{10}$ te kiezen. Internationaal wordt voor deze verhouding 0,5 aangehouden. GES-score 6 wordt gelegd bij de WHO advieswaarde bij de concentratie van $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$. In Nederland kan deze verhouding sterk fluctueren, maar gemiddeld wordt een verhouding van 0,7 aangehouden (Velders et al., 2008).

Overigens is het zo, dat ook de advieswaarde van de WHO niet beschermt tegen gezondheidseffecten, want ook onder die waarde zijn deze mogelijk. De GES methode kent ook GES-scores toe aan lagere concentratie dan het MTR. Daarmee wordt aangegeven dat het ook gezondheidswinst oplevert als van GES 5 naar bijvoorbeeld GES 4 wordt gegaan.

De WHO advieswaarde voor $PM_{2,5}$ is $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$. De jaargemiddelde grenswaarde is $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Indicatieve grenswaarde in 2020 is $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Er is ook de blootstellingsverminderingdoelstelling (BVD). De BVD is een streefwaarde voor de reductie van de nationaal gemiddelde $PM_{2,5}$ -concentratie op stedelijke achtergrondlocaties tussen 2010 en 2020. Voor Nederland is deze reductie op basis van een concentratie van $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vastgesteld op 15%. Dit betekent voor 2020 een richtwaarde voor de concentratie van $14,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$. GES-score 6 wordt gelegd bij de WHO advieswaarde van $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Dat is dan ook 0,5 ten opzichte van PM_{10} .

Voor PM_{10} is gekozen voor GES klassengrootte van $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Nadere onderverdeling in $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Voor $PM_{2,5}$ is gekozen voor GES klassengrootte van $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ met een nadere onderverdeling in $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$. In een groot deel van Nederland is de concentratie groter dan $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Er kan voor die gebieden gekozen worden om alleen de hoogste GES-score weer te geven op de kaart.

PM_{10}

PM_{10} jaargemiddelde $\mu\text{g}/\text{m}^3$	GES-score		
<2	1	1a	
2 - 4		1b	
4 - 6	2	2a	
6 - 8		2b	
8 - 10	3	3a	
10 - 12		3b	
12 - 14	4	4a	
14 - 16		4b	
16 - 18	5	5a	
18 - 20		5b	
20 - 22,5	6	6a	Boven WHO advieswaarde
22,5 - 25		6b	
25 - 27,5	7	7a	
27,5 - 30		7b	
≥ 30	8		

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.

PM_{2,5}

PM _{2,5} jaargemiddelde µg/m ³	GES-score		
0 - 1	1	1a	
1 - 2		1b	
2 - 3	2	2a	
3 - 4		2b	
4 - 5	3	3a	
5 - 6		3b	
6 - 7	4	4a	
7 - 8		4b	
8 - 9	5	5a	
9 - 10		5b	
10 - 11	6	6a	Boven WHO advieswaarde
11 - 12		6b	
12 - 13	7	7a	
13 - 14		7b	
≥ 14	8	8	

F - Wegverkeer en geluid

Emissie en verspreiding

Emissie

Bij voertuigen zijn de motor, uitlaat en banden belangrijke geluidbronnen. De motor en uitlaat geven vooral bij het optrekken, het rijden met hoge toertallen en afremmen hoge geluidsniveaus. 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 door de Wet Geluidhinder en Wet Milieubeheer voorgeschreven standaard rekenmethoden, die vastgelegd zijn in het Reken- en meetvoorschrift geluid 2012.

L_{den} en L_{night}

Het geluidsniveau wordt uitgedrukt in decibellen. Er wordt rekening gehouden met de gevoeligheid van het oor, dat midden en hoge tonen beter waarneemt dan lage en zeer hoge tonen, door het toepassen van een zogenaamd A-filter in de meetapparatuur. Dit werd aangegeven als dB(A). Tegenwoordig laat men de A in de eenheid weg en schrijft men het als dB.

Het geluidsniveau wordt uitgedrukt op een logaritmische schaal. Dit betekent, dat als het geluidsniveau verdubbelt het geluidsniveau met 3 dB toeneemt. Het menselijk gehoor werkt ook min of meer volgens een logaritmische schaal. Een toename van 3 dB is net waar te nemen en ervaart de mens als "iets harder" en niet als 2x zo hard.

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

L_{den} is het equivalente geluidsniveau over een etmaal gemiddeld over een jaar. Het etmaal is verdeeld over de dag- (07.00 - 19.00), avond- (19.00 - 23.00) en nachtperiode (23.00 - 07.00). Het geluidsniveau '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.

Bij de berekening in L_{den} wordt het avondverkeer meegenomen. In de regel wordt de intensiteit hiervan niet geregistreerd. In de Handreiking omgevingslawaaï 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. Sinds 2004 is ook de Europese dosismaat voor de nacht in de Wet Geluidhinder geïntroduceerd: L_{night} . De L_{night} is het equivalente geluidsniveau gedurende een nachtperiode van 8 uur (in Nederland tussen 23.00 en 07.00 uur) en berekend op jaarbasis.

Standaardrekenmethode 1

Standaardrekenmethode 1, SRM1, is bedoeld om voor eenvoudige situaties berekeningen uit te voeren (zie Bijlage III van het Reken- en meetvoorschrift geluid 2012). SRM1 berekent de geluidemissie 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. In type voertuig wordt onderscheid gemaakt in lichte voertuigen (auto's), middelzware voertuigen en zware voertuigen (met 3 assen of meer). Lichte voertuigen hebben de laagste geluidemissie, de zware voertuigen de hoogste. De geluidemissie neemt toe met de snelheid van het voertuig. Voor lichte voertuigen is deze toename het grootst.
 - *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*
Klinkers veroorzaken circa 3 tot 6 dB meer geluidbelasting dan fijn asfaltbeton (Dicht Asfalt Beton, DAB). Zeer open asfalt beton (ZOAB) leidt tot een reductie van ongeveer 3 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').

Op de website van Infomil is een tool beschikbaar waarmee eenvoudig de geluidbelasting met SRM1 berekend kan worden door het invoeren van bovenstaande verkeersgegevens en omgevingskenmerken (<http://www.infomil.nl/onderwerpen/hinder-gezondheid/geluid/inhoudelijk-dossier/regelgeving/wet-geluidhinder/wegverkeerslawaai/akoestisch-rapport/virtuele-map/standaard-0/>).

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 geluid 2012). 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.

Standaardkarteringsmethode 1 en 2

In het kader van de EU-Richtlijn Omgevingslawaai moeten voor bepaalde agglomeraties voor belangrijke wegen geluidkaarten gemaakt worden. Hiervoor moet de standaardkarteringsmethode (SKM) gebruikt worden (zie het Reken- en Meetvoorschrift geluid 2012, Bijlage VII). 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 3.4 van het Reken- en meetvoorschrift geluid 2012 vastgesteld. De “artikel 110g-aftrek” bedraagt afhankelijk van de geluidbelasting 2 tot 4 dB voor wegen waarop de representatief geachte snelheid 70 of meer km/uur voor lichte voertuigen is en 5 dB voor de overige wegen. Voor de wegen met 70 km/uur geeft artikel 3.5 van het Reken- en Meetvoorschrift geluid 2012 aan, dat 1 dB afgetrokken mag worden als er een bepaald type wegdek is, onder andere Zeer Open Asfalt Beton (ZOAB). Bij gebruik van de Standaardkarteringsmethode is de aftrek op basis van artikel 3.4 niet toegestaan, maar wel die op basis van artikel 3.5. De verschillen tussen SRM en SKM kunnen oplopen tot enkele dB.

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. Meer dan 70% van de Nederlandse woningen is blootgesteld aan geluid van meer dan 50 dB. Dit is het geluidsniveau in een gemiddelde woonwijk overdag buiten. Ongeveer 5% van de woningen heeft een relatief hoge geluidbelasting van 65 dB of meer. Bijna 1% van de huishoudens wordt blootgesteld aan geluidsniveaus boven 70 decibel.

Geluidkaarten

Op 18 juli 2002 is de Europese Richtlijn Omgevingslawaaai 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.

De EU-richtlijn voor het maken van de geluidbelastingkaarten en de actieplannen is 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 moesten 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. Om de vijf jaar moeten de geluidkaarten en actieplannen geactualiseerd worden. Voor de 3^e tranche moeten de geluidkaarten voor medio 2017 en de actieplannen voor medio 2018 gereed zijn.

Het Besluit geluid milieubeheer 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. De Regeling geluid milieubeheer geeft dat 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 geluid milieubeheer opgenomen dosis-effectrelaties. Voor ernstige hinder en slaapverstoring zijn dit de in onderdeel ‘Gezondheidskundige beoordeling’ van deze module genoemde dosis-effectrelaties. Voor het opstellen van de geluidbelastingkaarten en de actieplannen en de communicatie hierover met de burgers heeft het ministerie van IenM de Handreiking Omgevingslawaaai uitgebracht (IenM, 2011). De geluidkaarten worden op internet gepubliceerd. Zoek hiervoor op “geluidkaart” en de gemeente- of provincienaam. De interactieve geluidkaart voor rijkswegen is te benaderen via de website van Rijkswaterstaat (<http://www.rws.nl/kaarten/geluidcontouren.aspx>) en via de website van PDOK (Publieke Dienstverlening op de Kaart <http://pdokviewer.pdok.nl/> vink Geluidkaarten Rijkswegen aan). Ook op de Atlas Leefomgeving zijn geluidkaarten te vinden.

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). Klinkers veroorzaken circa 3 tot 4 dB meer geluidbelasting dan DAB. Zeer open asfalt beton (ZOAB) en tweelaags ZOAB leiden tot een reductie tot respectievelijk ongeveer 3 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 tot 2 à 3 cm. Er is een geluidreductie van 3 – 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. Voorbeelden hiervan zijn de nog experimentele wegdekken Rollpave en Modieslab.

In het algemeen is de levensduur van stille wegdekken korter. Door de open structuur treedt eerder slijtage of steenverlies op en moet het wegdek eerder worden vervangen dan een standaard wegdek. Op locaties waar veel verkeer dicht langs woningen rijdt is vaak een zeer hoge geluidreductie nodig. Er zijn dan 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) is geheel uit rubber vervaardigd. Bij proefvlakken werden geluidreducties tot circa 8 dB gehaald. Er wordt nog onderzoek aan deze wegdekken gedaan om de levensduur gecombineerd met de geluidreductie te optimaliseren.

Het geluid bij woningen kan ook gereduceerd worden door het geluid af te buigen. Hiervoor worden diffractoren, ook wel geluidgoten genoemd, ontwikkeld. Deze diffractoren worden dicht langs de weg aangebracht en bestaan uit een betonnen constructie met holtes die parallel aan de weg lopen. Door resonanties wordt het geluid naar boven afgebogen. Bij praktijkmetingen was de reductie 1,5 tot 2,5 dB bij lagere meethoogten (tot 3 meter). De diffractoren buigen vooral het geluid af dat dicht bij het wegdek ontstaat. Dit is het rolgeluid. Hoe hoger de snelheid van het voertuig hoe dominanter dit geluid is ten opzichte van het motorgeluid. Het geluid wordt afgebogen in een hoek van ongeveer 30 graden. Hierdoor heeft het alleen zin deze diffractoren toe te passen bij provinciale wegen en snelwegen, waar de woningen niet te dicht op de weg staan.

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. Schermen kunnen een reductie van de geluidbelasting van tenminste 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 eenzelfde 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)
<i>Emissie</i>	
Verkeersstromen: halvering intensiteit	3
routing vrachtwagenvervoer	
Snelheidsbeperking: 100 > 80 km/uur	2
Stille banden: alle banden in Nederland	2 – 3
Wegdekken, reductie t.o.v. Dicht Asfalt Beton (DAB)	
ZOAB	2-3
Tweelaags ZOAB	5-6
Dunne Geluidsreducerende Deklagen (DGD)	3 - 5
Strengere controle emissie bromfietsen	
<i>Verspreiding/afscherming</i>	
Verdieping wegdek: 2 meter	Tot 3
Diffractoren (geluidgoten)	1,5 – 2,5 (enkele praktijkmetingen)
Geluidscherm/geluidwal	Meer dan 10
Schermtop	1 - 3
Afstand weg - woning: verdubbelen	Ca 4
Isolatie van woningen	
Bebouwing: volledig gesloten	10 -15
verspreid	2
<i>Geluidhinder</i>	
Communicatie specifiek over geluidbeleid en maatregelen	

Gezondheidkundige 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

Er zijn verschillende definities van hinder. Volgens de WHO is hinder 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 Gezondheidsraad definieert geluidhinder als een gevoel van afkeer, boosheid, onbehagen, onvoldaanheid of gekwetstheid, dat optreedt wanneer het geluid iemands gedachten, gevoelens of activiteiten beïnvloedt.

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. Eenzelfde 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 werd 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).

Geschat wordt dat hinder begint op te treden bij geluidbelastingen van ongeveer $L_{den} = 40$ dB en ernstige hinder bij ongeveer $L_{den} = 42$ 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 maatregelen.

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 geluidsniveau 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 het schatten van de (ernstige) hinder op een bepaalde locatie zijn deze relaties door de soms grote afwijkingen minder geschikt. Het is beter om de relatie tussen de geluidbelasting en de hinder en de factoren die daarop van invloed zijn lokaal vast te stellen. Ontbreken deze gegevens dan kan voor GES, wel met de nodige voorzichtigheid, toch gebruik gemaakt worden 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

De WHO is bezig om nieuwe gezondheidskundige richtlijnen voor geluid op te stellen. Hiervoor worden de nieuwste gezondheidskundige inzichten in een “evidence review” samengevat. Ook voor hinder wordt een dergelijk evidence review opgesteld. Er worden hiervoor nieuwe relaties afgeleid tussen de geluidbelasting door weg-, vlieg- en railverkeer en hinder. Ten tijde van het schrijven van dit handboek, waren de evidence reviews en eventuele gewijzigde relaties nog niet beschikbaar.

Slaapverstoring

Nachtelijk geluid heeft nadelige effecten op de slaapkwaliteit en het algemeen welbevinden. De slechtere slaapkwaliteit kan zich uiten in onder meer een verlenging van de inslaaptijd, het tijdens de slaap tussentijds wakker worden, verhoogde motorische activiteit tijdens de slaap en het vervroegd wakker worden. De volgende dag na een verstoorde slaap kunnen effecten optreden 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:

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

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

In 2007 hebben Miedema en Vos de relaties tussen nachtelijke blootstelling aan geluid van weg- en railverkeer ge-updatet door eerdere studies opnieuw te analyseren (Miedema en Vos, 2007). Voor wegverkeer was bij eenzelfde geluidbelasting het percentage ernstig slaapverstoorden (zeer) gering hoger dan bij de bovenstaande relatie. De WHO leidt ook voor slaapverstoring nieuwe relaties af in een evidence review. Deze zijn nog niet beschikbaar.

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 slagaderverkalking (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 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 onderzoekopzet 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.

In het kader van de WHO-werkgroep over het harmoniseren van de kwantificering van geluidgerelateerde gezondheidseffecten heeft Babisch in 2011 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. In tegenstelling tot Van Kempen et al (2002) berekende Babisch per blootstellingsgroep een RR. Als referentie nam hij daarbij de groep deelnemers met een blootstelling van minder dan 60 dB ($L_{\text{day}, 16 \text{ uur}}$) omdat in de deelnemende studies geen nadere informatie beschikbaar was over de blootstelling onder de 60 dB. Door deze werkwijze met blootstellingscategorieën wordt impliciet aangenomen dat er geen effecten van geluid onder de 60 dB plaatsvinden. $L_{\text{day}, 16 \text{ uur}}$ is het geluidniveau van 6:00 – 22:00 of van 7:00 – 23:00 uur. Deze dosismaat verschilt van de L_{den} . In de L_{den} is namelijk de hinderlijkheid verdisconteerd door de geluidbelasting 's avonds en 's nachts met respectievelijk 5 en 10 dB te verhogen. Er wordt van uitgegaan, dat L_{den} waarschijnlijk ongeveer 1 á 3 dB hoger is dan $L_{\text{Aeq}, 6-22\text{hr}}$. In een stedelijke omgeving is L_{den} ongeveer 2 dB hoger dan $L_{\text{Aeq}, 6-22\text{hr}}$ (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 $L_{\text{Aeq}, 16\text{u}}$.

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):

$$\text{OR} = 1,63 - 0,000613 * (L_{\text{day}, 16\text{u}})^2 + 0,00000736 * (L_{\text{day}, 16\text{u}})^3$$

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

Het RIVM berekende een lineaire relatie voor het relatieve risico op myocardinfarcten, terwijl Babisch de relatie voor de odds ratio beschreef met bovenstaande polynomiale functie. Het uiteindelijke verschil in berekende aantallen myocardinfarcten is echter gering.

In 2014 actualiseerde Babisch zijn eerdere meta-analyse (Babisch, 2014). Op basis van de resultaten van 14 studies schatte hij een RR van 1.08 (95% betrouwbaarheidsinterval 1.04 – 1.13) per 10 dB (L_{DN}) voor de range 52-77 dB. L_{DN} is de jaarlijks gemiddelde geluidbelasting gedurende 24 uur. Het verschil met de L_{den} is dat er bij de L_{DN} geen straffactoren toegepast worden. In een stedelijke omgeving is L_{den} ongeveer 0,3 dB hoger dan de L_{DN} (Babisch, 2014).

Vienneau et al. (2015) rapporteerden een RR van 1,06 (95%Bthi: 1.03 – 1.09) per 10 dB (L_{DEN}) met een startpunt van 50 dB.

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 verschillende meta-analyses kon voor het traject vanaf 50 – 55 dB voor ischemische hartziekten een blootstelling-respons relatie opgesteld worden. Een precieze drempel is niet aan te geven. Over het algemeen liggen de relatieve risico's in het traject tussen 50 en 60 – 65 dB nog zeer dicht bij 1 (van Kempen en Houthuijs, 2008; Babisch, 2014)). Vanaf 60 – 65 dB begint het relatief risico toe te nemen.

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. Uit een review van verschillende studies uitgevoerd naar de gecombineerde blootstelling aan luchtverontreiniging en geluid en hart- en vaataandoeningen lijkt dat geluid van wegverkeer een onafhankelijke associatie heeft met cardiovasculaire aandoeningen. Er lijken zowel verschillende als gezamenlijke mechanismen aan ten grondslag te liggen (Stansfeld, 2015).

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. Dit wordt de hogere-waardeprocedure genoemd. De geluidbelasting op een woning mag 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 Milieubenadering. Als het om nieuwbouw van woningen of de aanleg of reconstructie van een gemeentelijke weg gaat, dan wordt het besluit hierover door het college van B&W genomen. Voor reconstructies en/of aanleg van provinciale wegen ligt de bevoegdheid bij Gedeputeerde Staten van de provincie. Een besluit over een hogere waarde mag alleen worden genomen als bron en/of overdrachtsmaatregelen niet mogelijk of wenselijk zijn en moet goed onderbouwd 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.

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 ook een L_{den} van 48 dB en indien het sanering betreft 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	48
	Nieuwe snelweg	58	

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). Voor bestaande woningen geldt dezelfde binnenwaarde, behalve als voor woningen een hogere toelaatbare geluidbelasting is vastgesteld (Wet Geluidhinder, artikel 111). In geval de geluidbelasting van een weg op 1 maart 1986 hoger was dan 55 dB(A) (saneringswoningen) en een hogere toelaatbare geluidbelasting van 48 dB is vastgesteld is het hoogst toelaatbare binnenniveau 43 dB.

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.

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 niet opgenomen in het normenstelsel.

Geluidproductieplafonds

Er 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 Wet geluidhinder bood onvoldoende bescherming tegen de gevolgen van de groei van het verkeer. Alleen als er nieuwe woningen werden gebouwd of als er een nieuwe weg werd aangelegd of als deze werd aangepast moest

bepaald worden of het geluidniveau van een weg aan de grenswaarden voldeed. Met SWUNG 1 werden grenswaarden gesteld aan het geluid, dat rijks en hoofdspoorwegen mogen produceren. Dit worden geluidproductieplafonds genoemd. De systematiek voor geluidproductieplafonds voor de rijks infrastructuur (Swung-1) is op 1 juli 2012 ingevoerd. Die regels staan nu in hoofdstuk 11 van de Wet milieubeheer. In het traject Swung-2 wordt de geluidregelgeving rond provinciale en gemeentelijke wegen en rond gezoneerde industrieterreinen aangepast. Deze zal worden opgenomen in de Omgevingswet.

De geluidproductieplafonds geven de geluidproductie aan die een bepaalde rijksweg maximaal mag voortbrengen op aan weerszijden gelegen punten (om de 100 meter, vijf meter van de weg en op vier meter hoogte). De geluidproductieplafonds lagen in het algemeen op het toenmalige geluidniveau bij de betreffende rijksweg om zo de groei van verkeer te beperken. Voor snelwegen gold hiervoor het gemiddelde geluidniveau in 2008. Er werd wel een zogenaamde 'werkruimte' van 1,5 dB bij opgeteld. Hierdoor was 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 <http://www.rws.nl/kaarten/geluidregister.aspx>. Rijkswaterstaat moet jaarlijks rapporteren over de geluidbelasting.

Hoge geluidbelastingen 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 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. 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 worden nog meer bronmaatregelen (bijvoorbeeld stil asfalt, snelheidsbeperkende maatregelen) ingezet.

Voor nieuwe situaties (nieuwe woningen of nieuwe of aangepaste (spoor)wegen) bleven 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.

In het 'Reken- en meetvoorschrift geluid 2012' (RMG 2012) zijn de regels voor het bepalen van de geluidproductie en geluidproductieplafonds opgenomen. Het RMG 2012 werkt zowel onder de Wet geluidhinder als onder hoofdstuk 11 van de Wet milieubeheer.

Voor provinciale wegen zal de systematiek van geluidproductieplafonds in de Omgevingswet worden opgenomen. Op lokaal niveau werd het wegennet te fijnmazig en te zeer verweven met de omgeving geacht om effectief te kunnen werken met plafonds. Voor deze situaties is daarom een methodiek ontwikkeld voor een preventieve toets van grootschalige ontwikkelingen op de geluidemissie vooraf en periodieke monitoring achteraf. Hiermee kan de ontwikkeling van het geluid in de loop der jaren beheerst worden. Monitoring bestaat uit het vaststellen van een basiskaart van de geluidemissies van de lokale wegen en vervolgens een vijfjaarlijkse monitoring van de feitelijke geluidontwikkeling op deze wegen.

Omgevingswet

De regels voor de geluidproductieplafonds worden zoveel mogelijk beleidsneutraal omgezet naar het systeem van de Omgevingswet via het Aanvullingsbesluit geluid. Wel worden daarbij enkele verbeteringen doorgevoerd die uit de praktijk naar voren zijn gekomen. Ook de geluidproductieplafonds voor provinciale wegen, waterschapswegen en industrieterreinen (Swung-2) zullen worden opgenomen in het Aanvullingsbesluit geluid.

De normstelling voor geluid wordt vereenvoudigd en opgenomen in het Aanvullingsbesluit geluid. Er zal nog steeds sprake zijn van een voorkeurswaarde, waarvan gemotiveerd afgeweken kan worden tot aan een maximale waarde. Ook worden voor het binnenniveau normen gesteld. In afwijking van het normenstelsel in de Wet geluidhinder wordt het aantal normen en regels verminderd. Er zal nu alleen onderscheid worden gemaakt in buiten en binnen de bebouwde kom en een nieuwe woning of een

nieuwe of aanpassing van de weg. Ook vervalt de aftrek op basis van artikel 110g van de Wet Geluidhinder. Dit is de aftrek vanwege het verwachte stiller worden van het verkeer in de toekomst. In samenspraak met het IPO, VNG, Unie van Waterschappen en VNO-NCW heeft dit geleid tot het volgende voorstel voor de normentabel.

Geluidbron	Voorkeurswaarde L_{den} (dB)	Maximale waarde L_{den} (dB)		Binnenwaarde L_{den} (dB)
		Nieuwe woningen	Aanleg/ aanpassing weg	
Rijkswegen, provinciale en gemeentelijke wegen buiten de bebouwde kom	50	60	65	33 (nieuwe woningen) 36 of 41 (bestaande woningen, aanleg/ aanpassing geluidbron)*
Provinciale en gemeentelijke wegen binnen de bebouwde kom	53	70	70	

* Voor situaties die zijn ontstaan onder de werking van de Wet geluidhinder geldt 36 dB. Voor situaties van vóór de Wet geluidhinder geldt 41 dB.

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 vanaf welke geluidbelastingen deze effecten kunnen optreden. In de verschillende meta-analyses kon voor het traject vanaf 50 – 55 dB voor ischemische hartziekten een blootstelling-respons relatie opgesteld worden, maar over het algemeen liggen de relatieve risico's in het traject tot 60 – 65 dB nog zeer dicht bij 1. Vanaf 60 – 65 dB begint het relatief risico toe te nemen. Er wordt voor gekozen om GES-score 6 te leggen bij een L_{den} van 63 dB.

Voor de gezondheidkundige beoordeling van de geluidbelasting onder het MTR wordt als uitgangspunt het optreden van ernstige hinder genomen. Bij het percentage ernstige hinder wordt wel vermeld hoeveel procent slaapverstoring er tevens vermoedelijk optreedt. De mate van ernstige hinder wordt op grond van de geluidbelasting gedurende het etmaal, de mate van slaapverstoring op grond van de equivalente nachtwaarde van de geluidbelasting geschat. Om te schatten hoeveel slaapverstoring er is bij een bepaald percentage ernstige hinder, wordt de L_{den} eerst omgezet in de equivalente nachtwaarde. Bij wegverkeer is over het algemeen L_{night} 8 - 10 dB lager dan de L_{den} . 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 nachtwaarde is het percentage ernstig slaapverstoorden circa 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 gezondheidkundige 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, hoofdstuk 2 van het Reken- en Meetvoorschrift geluidhinder 2012 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. Deze vervangende geluidbelasting L^* weerspiegelt het verschil in hinderlijkheid ten opzichte van het geluid van wegverkeer.

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

De geluidbelasting van bedrijven wordt uitgedrukt in de dosismaat L_{etmaal} . Voor bedrijven wordt er van uitgegaan, dat de geluidbelasting in L_{den} 2 dB lager is dan die in L_{etmaal} . Dit verschil is al in de bovenstaande formule verdisconteerd.

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

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

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

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

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

Cumulatie van geluid van twee wegen

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

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

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

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

	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	66	67	67	68	68	69	70	71	72	73	73
	64	64	64	65	65	65	65	65	66	66	66	67	67	68	68	69	69	70	71	72	73	74
	65	65	65	65	66	66	66	66	66	66	67	67	68	68	69	69	70	70	71	72	73	74
	66	66	66	66	66	67	67	67	67	67	67	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	68	69	69	69	69	69	69	70	70	71	71	72	72	73	73	74
	69	69	69	69	69	69	69	69	70	70	70	70	70	70	71	71	72	72	73	73	74	74
	70	70	70	70	70	70	70	70	71	71	71	71	71	71	71	72	72	73	73	74	74	75

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

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

Cumulatie van geluid van weg- en vliegverkeer

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

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

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

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

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 zeer brandbare gassen (vooral LPG en propaan) en brandbare vloeistoffen (vooral benzine en diesel). Alle provincies en de (regionale) brandweer hebben de beschikking over de periodieke telgegevens 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.

RBMII

Het voorgeschreven programma om de risico's van het vervoer van gevaarlijke stoffen over de weg te berekenen is RBMII volgens de methodes die beschreven staan in de Handleiding Risicoanalyse Transport (HART). Deze rekenmethode is ontwikkeld in opdracht van het Ministerie van IenM. Met deze rekenmethode is relatief snel het risico langs een transportroute te berekenen. Het RIVM zorgt voor het beheer en de uitgave van het RBMII en de Handleiding. Door invoer van gegevens over het traject, zoals de jaarintensiteit van gevaarlijke stoffen, bebouwingstype en bevolkingsdichtheid, en de keuze voor een weerstation kan het Plaatsgebonden Risico en het Groepsrisico berekend worden.

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 UN-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. Sinds 2013 voert Rijkswaterstaat in opdracht van het ministerie IenM jaarlijks de tellingen uit op 20% van de basisnetwegen. Hierdoor worden alle basisnetwegen eens per 5 jaar geteld. De resultaten van de tellingen zijn te vinden op: <http://www.rijkswaterstaat.nl/water/wetten-regels-en-vergunningen/scheepvaart/wet-vervoer-gevaarlijke-stoffen/vervoer-gevaarlijke-stoffen/jaarintensiteiten-vgs-op-de-weg.aspx>. Provincies voeren de tellingen uit op provinciale en gemeentelijke wegen.

Basisnet weg

In het Basisnet is voor alle hoofdverbindingen over de weg, het water en het spoor wettelijk vastgelegd welk risico het vervoer van gevaarlijke stoffen in de omgeving mag veroorzaken en hoe de ruimte er om heen kan worden gebruikt (zoals voor wonen en werken).

In het Basisnet is de veiligheidszone vastgelegd. Dit is het gebied binnen de 10^{-6} /jaar-contour van het plaatsgebonden risico. Deze risicocontour is met behulp van RBMII berekend op basis van tellingen en de verwachte groei van het vervoer van gevaarlijke stoffen in de toekomst (toekomstscenario's). Deze PR-contour zal dus veelal op grotere afstand liggen dan de huidige PR-contour. Er wordt daarom gesproken over een PR-max of risicoplafond. Binnen de risicocontour, gerekend vanaf het midden van de weg, mogen gemeenten geen kwetsbare objecten plaatsen. Het risicoplafond en de afstand voor het plaatsgebonden risico worden in principe eenmalig vastgelegd.

Voor de bebouwing binnen een gebied van 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 Basisnetwegen rekening houden met de effecten van een ongeluk met brandbare vloeistoffen. Bij een ongeval met een tankwagen met deze vloeistoffen kunnen deze uitstromen en in brand raken (plasbrand) en zo tot slachtoffers leiden. De zone van 30 meter langs wegen waar veel brandbare vloeistoffen vervoerd worden is daarom aangeduid als Plasbrand Aandachtsgebied (PAG). De zone van 30 meter voor het PAG wordt gemeten vanaf de rechterrاند van de rechterrajstrook.

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 aanvullende bouweisen.

Het Basisnet is vastgelegd in afzonderlijke ministeriele regelingen op basis van de Wet Vervoer gevaarlijke stoffen. Op 1 april 2015 is het Basisnet in werking getreden.

In de Regeling basisnet Bijlage I zijn in de Tabel "Basisnet weg" per wegvak de afstanden van de PR plafonds voor de 10^{-6} en 10^{-7} contour opgenomen en is aangegeven of het een Plasbrand Aandachtsgebied betreft. De hoogte van het groepsrisico wordt gereguleerd door het toepassen van het GR-plafond. Bij vervoer over de weg wordt dit GR-plafond gevormd door de $PR 10^{-7}$ -contour. De Regeling Basisnet is per 21 november 2016 aangepast in verband met het verkleinen van het Plasbrand Aandachtsgebied langs enkele rijkswezen.

Risico Register Gevaarlijke Stoffen

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

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 of vestigen nabij de hoofdaansluiting om transport door de bebouwde kom te beperken
Bevoorrading via andere modaliteit (bijvoorbeeld via water)

Gezondheidskundige beoordeling

Het beleid en de normstelling voor het vervoer van gevaarlijke stoffen is vastgelegd in het op 1 april 2015 van kracht geworden Besluit externe veiligheid transportroutes (Bevt) en de Regeling basisnet.

Ook voor vervoer van gevaarlijke stoffen geldt een grenswaarde voor het Plaatsgebonden Risico van 10^{-6} /jaar. Er wordt 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.

Voor het groepsrisico is geen grenswaarde, maar een oriëntatiewaarde. Het groepsrisico wordt voor vervoer uitgedrukt per weglengte. Aangezien gekozen is om het groepsrisico uit te drukken per kilometer route verschilt de normlijn (oriëntatiewaarde) 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 waarde van het groepsrisico boven deze lijn ligt, dan wordt de oriëntatiewaarde van het groepsrisico overschreden. In tegenstelling tot de grenswaarde voor het Plaatsgebonden Risico mag de oriëntatiewaarde worden overschreden. Het bevoegd gezag moet motiveren waarom de overschrijding van het groepsrisico acceptabel is, gelet bijvoorbeeld op de hoogte van de overschrijding, de mogelijkheden van de hulpverlening, de mogelijkheden van zelfredzaamheid van de bevolking en de haalbaarheid van maatregelen (verantwoordingsplicht groepsrisico).

Ook bij transport geldt dat bij veranderingen in de lokale situatie (bijvoorbeeld woningbouw) er opnieuw berekeningen van groepsrisico's nodig zijn.

Externe veiligheid en de Omgevingswet

Voor de wijze waarop externe veiligheid wordt opgenomen in de Omgevingswet wordt verwezen naar module D Bedrijven en externe veiligheid.

GES-score

Voor GES wordt uitgegaan van dezelfde indeling en scores als bij de beoordeling van de externe veiligheid bij bedrijven. De GES-score wordt bepaald op basis van het Plaatsgebonden Risico en het Groepsrisico. De hoogste GES-score wordt toegekend. Als de oriëntatie waarde van het groepsrisico bijvoorbeeld groter is dan 1 en dus overschreden wordt, wordt de GES-score van 6 toegekend. Is dit niet het geval, maar is er wel een overschrijding van het PR van 10^{-6} /jaar dan wordt ook 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. Als de oriëntatiewaarde bekend is en ligt tussen 0,5 en 1 dan wordt een GES-score van 4 toegekend. De afstanden van het Plaatsgebonden Risico en het invloedsgebied worden gerekend vanaf het midden van de weg.

Plaatsgebonden Risico (per jaar)	Groepsrisico Invloedsgebied (m) Oriëntatiewaarde	GES-score
$< 10^{-8}$	> 200 m	0
$10^{-8} - 10^{-7}$	< 200 m	2
$10^{-7} - 10^{-6}$	0,5 - 1	4
$> 10^{-6}$	> 1	6

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 geluid 2012 (voor spoorgeluid in Bijlage IV). De belangrijkste wijzigingen in 2012 waren de aanpassing van de emissie van hogesnelheidsmaterieel en wijzigingen in de beschrijving van de railruwheid en van stootgeluid van wissels en voegen. Voor een korte uitleg van de standaardrekenmethoden wordt verwezen naar Module F Wegverkeer en geluid.

Standaardkarteringsmethode 1 en 2

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 gemiddeld over een jaar. 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.

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).

Geluidkaarten

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. Het maken van geluidbelastingkaarten en actieplannen is in verschillende stappen geïmplementeerd. In een eerste tranche voor juni 2007 moesten geluidbelastingkaarten 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, moesten geluidbelastingkaarten worden gemaakt voor agglomeraties met een bevolking van meer dan 100.000 personen voor hoofdspoorwegen waarop jaarlijks meer dan 30.000 treinen passeren. De Regeling geluid milieubeheer geeft aan, dat de geluidkaarten en actieplannen om de vijf jaar geactualiseerd moeten worden. Voor de 3^e tranche moeten de geluidkaarten voor medio 2017, en actieplannen voor medio 2018, gereed zijn.

Het Besluit geluid milieubeheer 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 geluid milieubeheer opgenomen dosis-effectrelaties voor spoorweglawaai. Voor ernstige hinder en slaapverstoring zijn dit de in onderdeel 'Gezondheidskundige beoordeling' van deze module genoemde dosis-effectrelaties. ProRail publiceert deze interactieve geluidbelastingkaart op internet via PDOK (Publieke Dienstverlening op Kaart): <http://pdokviewer.pdok.nl/> (vink Geluidskaarten Spoorwegen aan).

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.

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 reizigers- en goederentreinen	4
Andere route goederentreinen	
Geluidarme bruggen	
Verspreiding/afscherming	
Spoortunnel	
Geluidscherm/geluidwal*	6 - 10
Afschermende 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.

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-effect-relaties worden gevonden.

Alleen met de nodige voorzichtigheid en bij het ontbreken van een lokale dosis-effectrelatie kan gebruik gemaakt worden van de algemene dosis-effect relatie.

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

De WHO is bezig om nieuwe gezondheidskundige richtlijnen voor geluid op te stellen. Hiervoor worden de nieuwste gezondheidskundige inzichten in een “evidence review” samengevat. Ook voor hinder wordt een dergelijk evidence review opgesteld. Er worden hiervoor nieuwe relaties afgeleid tussen de geluidbelasting door weg-, vlieg- en railverkeer en hinder. Ten tijde van het schrijven van dit handboek, waren de evidence reviews en eventuele gewijzigde relaties nog niet beschikbaar.

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 $L_{Aeq,23-7h}$ van 45 – 65 dB:

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

Dit houdt in:

Geluidbelasting $L_{Aeq,23-7h}$ (dB)	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 $L_{Aeq,23-7h}$ 6 dB lager dan L_{den} en 8 dB lager dan L_{etm} .

In 2007 hebben Miedema en Vos de relaties tussen nachtelijke blootstelling aan geluid van weg- en railverkeer ge-updatet door eerdere studies opnieuw te analyseren (Miedema en Vos, 2007). Voor spoorverkeer was bij eenzelfde geluidbelasting het percentage ernstig slaapverstoorden gering lager dan bij de bovenstaande relatie. De WHO leidt ook voor slaapverstoring nieuwe relaties af in een evidence review. Deze zijn nog niet beschikbaar.

Hart- en vaatziekten

Er zijn voldoende aanwijzingen voor een causaal verband tussen geluidbelasting en hart- en vaatziekten. In meta-analyses zijn significante relaties voor myocardinfarcten en 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 vanaf een L_{den} van 60 - 65 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. Is dit wel het geval, dan 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 Milieubenadering.

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).

Geluidproductieplafonds

Er wordt gewerkt aan een grootschalige aanpassing van de Wet geluidhinder door middel van SWUNG (Samen Werken in de Uitvoering van Nieuw Geluidbeleid). De Wet geluidhinder bood 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 werden 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. Over het algemeen werd er wel een zogenaamde 'werkruimte' van 1,5 dB bij opgeteld. De systematiek voor geluidproductieplafonds voor de spoorwegen is op 1 juli 2012 ingevoerd. Die regels staan in hoofdstuk 11 van de Wet milieubeheer. De plafondsystematiek is uitgewerkt in AMvB's, onder andere het Besluit geluid milieubeheer. 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 worden aangepakt met een omvangrijke saneringsoperatie, waarvoor plannen tot 2020 ingediend kunnen worden. In principe komen alle woningen boven de drempelwaarde van 70 dB voor spoorwegen hiervoor in aanmerking. Ook woningen uit bestaande saneringsprogramma's, die nog niet gesaneerd zijn, komen voor maatregelen in aanmerking als de geluidbelasting hoger is dan de streefwaarde van 65 dB voor spoorwegen.

Voor lokale spoorwegen, die te zeer verweven zijn met de omgeving, zijn geen geluidproductieplafonds vastgesteld. Voor deze situaties is daarom een methodiek ontwikkeld voor monitoring en een

preventieve toets van grootschalige ontwikkelingen op de geluidemissie vooraf. Hiermee kan de ontwikkeling van het geluid in de loop der jaren beheerst worden. Monitoring bestaat uit het vaststellen van een basiskaart van de geluidemissies van de lokale spoorwegen en vervolgens een vijfjaarlijkse monitoring van de feitelijke geluidontwikkeling op de spoorwegen. Voor spoorwegen die vrij liggen kunnen gedeputeerde staten besluiten wel geluidproductieplafonds vast te stellen.

Voor nieuwe situaties (nieuwe woningen of nieuwe of aangepaste spoorwegen) zijn 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.

Omgevingswet

De regels voor de geluidproductieplafonds worden zoveel mogelijk beleidsneutraal omgezet naar het systeem van de Omgevingswet via het Aanvullingsbesluit geluid. Wel worden daarbij enkele verbeteringen doorgevoerd die uit de praktijk naar voren zijn gekomen.

De normstelling voor geluid wordt vereenvoudigd en opgenomen in het Aanvullingsbesluit geluid. Er zal nog steeds sprake zijn van een voorkeurswaarde, waarvan gemotiveerd afgeweken kan worden tot aan een maximale waarde. Ook worden voor het binnenniveau normen gesteld. In afwijking van het normenstelsel in de Wet geluidhinder wordt het aantal normen en regels verminderd. Er zal nu alleen onderscheid worden gemaakt in buiten en binnen de bebouwde kom en een nieuwe woning of een nieuwe of aanpassing van de spoorweg. In samenspraak met het IPO, VNG, Unie van Waterschappen en VNO-NCW heeft dit geleid tot het volgende voorstel voor een normentabel.

Geluidbron	Voorkeurswaarde L_{den} (dB)	Maximale waarde L_{den} (dB)		Binnenwaarde L_{den} (dB)
		Nieuwe woningen	Aanleg/ aanpassing spoor	
Vrijliggende spoorwegen	55	65	70	33 (nieuwe woningen) 36 of 41 (bestaande woningen, aanleg/ aanpassing spoorweg)*

* Voor situaties die zijn ontstaan onder de werking van de Wet geluidhinder geldt 36 dB. Voor situaties van vóór de Wet geluidhinder geldt 41 dB.

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

GES-score

Net als bij wegverkeer wordt het MTR en daarmee GES-score 6 gebaseerd op het optreden van hart- en vaatziekten. Voor wegverkeer wordt vooralsnog uitgegaan van een drempel voor het optreden van myocardinfarcten bij een L_{den} boven 60 – 65 dB. Voor railverkeer ontbreken hierover nog gegevens. Zolang hier niet meer informatie over is, wordt vooralsnog uitgegaan van eenzelfde relatie en drempel als bij wegverkeergeluid. De GES-score van 6 wordt voor railverkeer, net als bij wegverkeer, gelegd bij een L_{den} van 63 dB. Ook voor railverkeer wordt de GES-score verder gebaseerd op het percentage ernstig gehinderden. Geluid van railverkeer blijkt minder hinderlijk te zijn dan geluid van bedrijven of wegverkeer. 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 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.

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

Over het spoor worden grote hoeveelheden gevaarlijke stoffen getransporteerd. Dit vervoer vindt vooral plaats tussen Rotterdam en Duitsland, maar ook over andere voor het vervoer van gevaarlijke stoffen benoemde routes in het Basisnet spoor.

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.

RBMII

Het voorgeschreven programma om de risico's van het vervoer van gevaarlijke stoffen over het spoor te berekenen is RBMII volgens de methodes die beschreven staan in de Handleiding Risicoanalyse Transport (HART). Deze rekenmethode is ontwikkeld in opdracht van het Ministerie van IenM. Met deze rekenmethode is relatief snel het risico langs een spoortraject te berekenen. Het RIVM zorgt voor het beheer en de uitgave van RBMII en de Handleiding. Door invoer van gegevens over het traject, zoals de jaarintensiteit van gevaarlijke stoffen, bebouwingstype en bevolkingsdichtheid, en de keuze voor een weerstation kan het Plaatsgebonden Risico en het groepsrisico berekend worden.

Basisnet Spoor

In het Basisnet is voor alle hoofdverbindingen over de weg, het water en het spoor wettelijk vastgelegd welk risico het vervoer van gevaarlijke stoffen in de omgeving mag veroorzaken en hoe de ruimte er om heen kan worden gebruikt (zoals voor wonen en werken).

In het Basisnet is de veiligheidszone vastgelegd. Dit is het gebied binnen de 10^{-6} /jaar-contour van het plaatsgebonden risico. Deze risicocontour is met behulp van RBMII berekend op basis van tellingen en de verwachte groei van het vervoer van gevaarlijke stoffen in de toekomst (toekomstscenario's). Deze PR-contour zal dus veelal op grotere afstand liggen dan de huidige PR-contour. Er wordt daarom gesproken over een PR-max of risicoplaafond. Binnen de risicocontour, gerekend vanaf het midden van de weg, mogen gemeenten geen kwetsbare objecten plaatsen. Het risicoplaafond en de afstand voor het plaatsgebonden risico worden in principe eenmalig vastgelegd.

Voor de bebouwing binnen het gebied van 200 meter van het spoor moeten gemeenten rekening houden met het groepsrisico's (verantwoordingsplicht). Dat betekent dat gemeenten bij plannen voor 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 risicoplaafond vastgesteld, gekoppeld aan de hoeveelheid transporten van 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 Aandachtsgebied (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.

Ook na de vaststelling van het Basisnet is een aantal plekken langs het spoor blijven bestaan met een risico hoger dan het risicoplaafond of een groepsrisico hoger dan de oriëntatiewaarde. De jaarlijkse monitoringsrapportage toetst berekende risico's aan de risicoplaafonds. De monitoringsrapportage van

2015 gaf aan, dat op meerdere trajecten van de 'Brabanneroute' (Breda, Tilburg, Eindhoven, Venlo) het risicoplafoond van PR van 10^{-6} /jaar wordt overschreden. Op meerdere trajecten, o.a. Utrecht-Amersfoort-Deventer, worden de risicoplafonds van PR 10^{-7} en 10^{-8} overschreden. Dit geeft een indicatie voor overschrijding van de oriëntatiewaarde van het groepsrisico in geval er sprake is van een verhoogd groepsrisico.

Op 1 april 2015 zijn het Besluit externe veiligheid transportroutes (Bevt) en de Regeling basisnet in werking getreden. In Bijlage II van de Regeling basisnet zijn in de Tabel "Basisnet spoor" per baanvak de afstanden van de PR plafonds voor de 10^{-6} , 10^{-7} en 10^{-8} contour opgenomen en is aangegeven of het een Plasbrand Aandachtsgebied betreft. De hoogte van het groepsrisico wordt gereguleerd door het toepassen van het GR-plafond. Bij vervoer over het spoor wordt dit GR-plafond gevormd door de PR 10^{-7} en 10^{-8} -contouren.

Emplacementen

Emplacementen waar gerangeerd wordt met gevaarlijke stoffen zijn inrichtingen in de zin van de Wet Milieubeheer en maken geen deel uit van het Basisnet. In het Basisnet is alleen het vervoer van gevaarlijke stoffen over de zo genoemde 'vrije baan' opgenomen. Uit recente jurisprudentie volgt, dat een aantal spoorbaanvakken van een emplacement eigenlijk tot de vrije baan behoort. Deze baanvakken zijn niet meegenomen in het Basisnet. Het ministerie van IenM onderzoekt hoe deze emplacementen juridisch ingebed kunnen worden.

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 bijbehorende risicokaarten (zie www.risicokaart.nl) worden risicoafstanden weergegeven als de info button en de route wordt aangeklikt.

Maatregelen ter vermindering van risico's of effecten

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

Allereerst is een andere routing een belangrijke maatregel. Door het vervoer van gevaarlijke stoffen over de Brabanneroute (Dordrecht, Breda, Tilburg, Eindhoven en Venlo) bijvoorbeeld grotendeels te verleggen naar de Betuweroute nemen de risico's langs de Brabanneroute af.

Het installeren van een verbeterde versie van het Automatisch Trein Beïnvloedingssysteem (ATB-vv) verkleint de kans op botsen. Dit ATB-vv grijpt ook in als een trein met een snelheid van minder dan 40 km/u een rood sein passeert. Andere veiligheidssystemen zoals het European Train Control System (ETCS) als onderdeel van het European Rail Traffic Management System (ERTMS) zijn in opkomst. Hotbox-detectiesystemen meten met een infrarood optische detector de temperatuur van een aslager en de temperatuur van de wielband. Zo kunnen problemen met assen gedetecteerd worden, voordat deze kunnen leiden tot een asbreuk. Hete wielen worden gemeten om vastgelopen remmen te detecteren.

Ook de samenstelling van een goederentrein kan risico's verminderen. Als afstand wordt gehouden tussen wagons met brandbaar gas en wagons met zeer brandbare vloeistof wordt de kans verkleind op een plasbrand die gecombineerd gaat met een gasexplosie, een Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion (warme BLEVE).

Crashbuffers of -elementen zijn kreukelzones die de gevolgen van een botsing kunnen verminderen.

Opklimbeveiliging is een voorziening aan een wagon die voorkomt, dat een wagon na een botsing 'opklimt' tegen een andere wagon waardoor ladingcontainers beschadigd kunnen raken.

Snelheidsvermindering van de treinen heeft ook invloed op de ligging van de risicocontouren.

Ontsporingseleiding bestaat uit het aanbrengen van vangrails van staal of beton en voorkomt dat bij ontsporing alle wielen ver buiten het spoor komen. Hierdoor is er een lagere kans op kantelen of scharen van de wagons en daardoor op schade aan de ladingcontainer.

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 risico's verminderen. De effecten van een dergelijke afschermdende 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 over het algemeen weinig effect, maar het plaatsen van blinde gevels en veiligheidsglas kan wel zinvol zijn.

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 wegovergangen
Verbeterde versie Automatisch Trein Beïnvloedingssysteem (ATB-vv, ETCS)
Hotbox detectie
Samenstelling wagons: minstens 18 m. tussen wagon met brandbaar gas en zeer brandbare vloeistof
Crashbuffer en opklimbeveiliging
Snelheidsverlaging
Ontsporingseleiding
VIP-behandeling voor bepaald gevaarlijk transport
Afschermdende maatregelen (aarden wal,)
Bouwtechnische maatregelen (blinde gevel, veiligheidsglas, 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

Gezondheidkundige beoordeling

Het beleid en de normstelling voor het vervoer van gevaarlijke stoffen is vastgelegd in het op 1 april 2015 van kracht geworden Besluit externe veiligheid transportroutes (Bevt) en de Regeling basisnet. Voor vervoer van gevaarlijke stoffen geldt een grenswaarde voor het Plaatsgebonden Risico van 10^{-6} /jaar. Er wordt onderscheid gemaakt in kwetsbare (woningen, onderwijs-, gezondheid- en kindercentra) en beperkt kwetsbare objecten (zoals kantoren, sport-, recreatievoorzieningen, stadions en theaters). Voor kwetsbare objecten is het PR van 10^{-6} per jaar een grenswaarde, voor beperkt kwetsbare objecten is dit risiconiveau een richtwaarde.

Voor het groepsrisico is geen grenswaarde, maar een oriëntatiewaarde. Het groepsrisico wordt voor vervoer uitgedrukt per routelengte. Aangezien gekozen is om het groepsrisico uit te drukken per kilometer route verschilt de normlijn (oriëntatiewaarde) 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

Voor emplacementen geldt de normlijn voor bedrijven (zie Module D Bedrijven en externe veiligheid).

Als de waarde van het groepsrisico boven deze lijn ligt, dan wordt de oriëntatiewaarde van het groepsrisico overschreden. In tegenstelling tot de grenswaarde voor het Plaatsgebonden Risico mag de oriëntatiewaarde worden overschreden. Het bevoegd gezag moet motiveren waarom de overschrijding van het groepsrisico acceptabel is, gelet bijvoorbeeld op de hoogte van de overschrijding, de

mogelijkheden van de hulpverlening, de mogelijkheden van zelfredzaamheid van de bevolking en de haalbaarheid van maatregelen (verantwoordingsplicht groepsrisico).

Bij veranderingen in de lokale situatie (bijvoorbeeld woningbouw) zijn er opnieuw berekeningen van groepsrisico's nodig.

Externe veiligheid en de Omgevingswet

Voor de wijze waarop externe veiligheid wordt opgenomen in de Omgevingswet wordt verwezen naar module D Bedrijven en externe veiligheid.

GES-score

Voor GES wordt uitgegaan van dezelfde indeling en scores als bij de beoordeling van de externe veiligheid bij bedrijven. De GES-score wordt bepaald op basis van het Plaatsgebonden Risico en het Groepsrisico. De hoogste GES-score wordt toegekend. Als de oriëntatie waarde van het groepsrisico bijvoorbeeld groter is dan 1 en dus overschreden wordt, wordt de GES-score van 6 toegekend. Is dit niet het geval, maar is er wel een overschrijding van het PR van 10^{-6} /jaar dan wordt ook 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. Als de oriëntatiewaarde bekend is en ligt tussen 0,5 en 1 dan wordt een GES-score van 4 toegekend. De afstanden van het Plaatsgebonden Risico en het invloedsgebied worden gerekend vanaf het hart van de spoorbundel.

Plaatsgebonden Risico (per jaar)	Groepsrisico Invloedsgebied (m) Oriëntatiewaarde	GES-score
$< 10^{-8}$	> 200 m	0
$10^{-8} - 10^{-7}$	< 200 m	2
$10^{-7} - 10^{-6}$	0,5 - 1	4
$> 10^{-6}$	> 1	6

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, omdat deze schepen meer 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-protocol Emissies door Binnenvaart: verbrandingsmotoren (2012) emissiefactoren afgeleid voor PM₁₀, CO, VOS en NO_x. De berekeningswijze van de emissies vindt plaats door vermenigvuldiging van emissie verklarende variabelen met emissiefactoren. De berekening vindt per basisjaar plaats in twee stappen en wordt per scheepsklasse uitgevoerd.

Behalve de emissies ten gevolge van de voortstuwing van binnenvaartschepen, vinden ook emissies plaats van vluchtige organische stoffen (VOS) door ontgassing van ladingdampen door binnenvaartschepen op Nederlands grondgebied. Ladingdampen die vrijkomen tijdens de belading van schepen, behoren toe aan de emissies van de laadinstallatie. Deze emissies zijn voor het grootste gedeelte onderdeel van de doelgroep industrie (raffinaderijen en chemie) (CBS, 2011).

Regelgeving over verontreiniging door schepen

De Nederlandse regelgeving kent de Wet voorkoming verontreiniging door schepen (Wvvs), laatstelijk gewijzigd in 2011; het Besluit voorkoming verontreiniging door schepen (Bvvs), laatstelijk gewijzigd in 2013; en de Regeling voorkoming verontreiniging door schepen (Rvvs), laatstelijk gewijzigd in 2013.

Emissie berekening

Het aantal vaartuigkilometers per vaartuigklasse is voor het basisjaar 2008 vastgesteld in het BIVAS-model en is gelijk aan de afstand die de schepen gezamenlijk op de verschillende routes op de Nederlandse vaarwegen hebben afgelegd. Als invoer is hiervoor de export gebruikt van het BIVAS-model van Rijkswaterstaat (2011-10-17 emissies basis (2008)). De rekenkern van BIVAS-model is gelijk aan die van het EMS-model (zie hiervoor de modeldocumentatie <http://bivas.chartasoftware.com/Article/332>). Het reizenbestand van schepen in het BIVAS-model is een geactualiseerd bestand dat de verkeerssituatie met betrekking tot vrachtverkeer in 2008 op de Nederlandse vaarwegen beschrijft (Duyzer, 2007). Er zijn in totaal 32 verschillende scheepsklassen. De berekening van de emissies is gebaseerd op het energieverbruik per scheepsklasse. Voor alle 32 scheepsklassen is de vermogensvraag (kW) berekend voor de verschillende vaarwegtypen en rivieren. Er wordt onderscheid gemaakt tussen beladen en onbeladen schepen. De gemiddelde snelheid, die de verschillende scheepsklassen ten opzichte van de het water hebben, is vastgesteld in afhankelijkheid van de scheepsklasse en de maximale vaarsnelheid op de route die bevaren wordt. De algemene formule voor het berekenen van de emissies is dan de volgende. $Emissie = Aantal \cdot Vermogen \cdot Tijd \cdot Emissiefactor$

Een meer uitgebreide formulering van de emissie staat in EMS-protocol Emissies door Binnenvaart: verbrandingsmotoren (2012). Er zijn recentere data beschikbaar maar die zijn eind 2017 nog niet systematisch geëvalueerd. 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.

Scheepvaart valt buiten de standaardrekenmethoden van de Regeling beoordeling luchtkwaliteit. Om de effecten van de emissies van scheepvaart op de heersende concentraties te berekenen wordt wel gebruik gemaakt van GeoMilieu/Stacks (DGMR) of Pluim Vaarweg (TNO). Bij het modelleren van scheepvaartemissies worden in ieder geval drie toestanden van schepen onderscheiden: varen: te modelleren met een scheepvaartmodel; manoeuvreren 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 sluizen. 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 sluizen. 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. TNO beschikt over methoden om emissies met behulp van remote sensing vast te stellen bij varende schepen. Wat bijzonder is aan de nieuwe onderzoeksmethodiek is dat de emissies worden gemeten in de pluim van schepen varende op de Nieuwe Waterweg en niet aan boord van een schip zoals dat voorheen gebeurde.

Verspreiding luchtverontreiniging

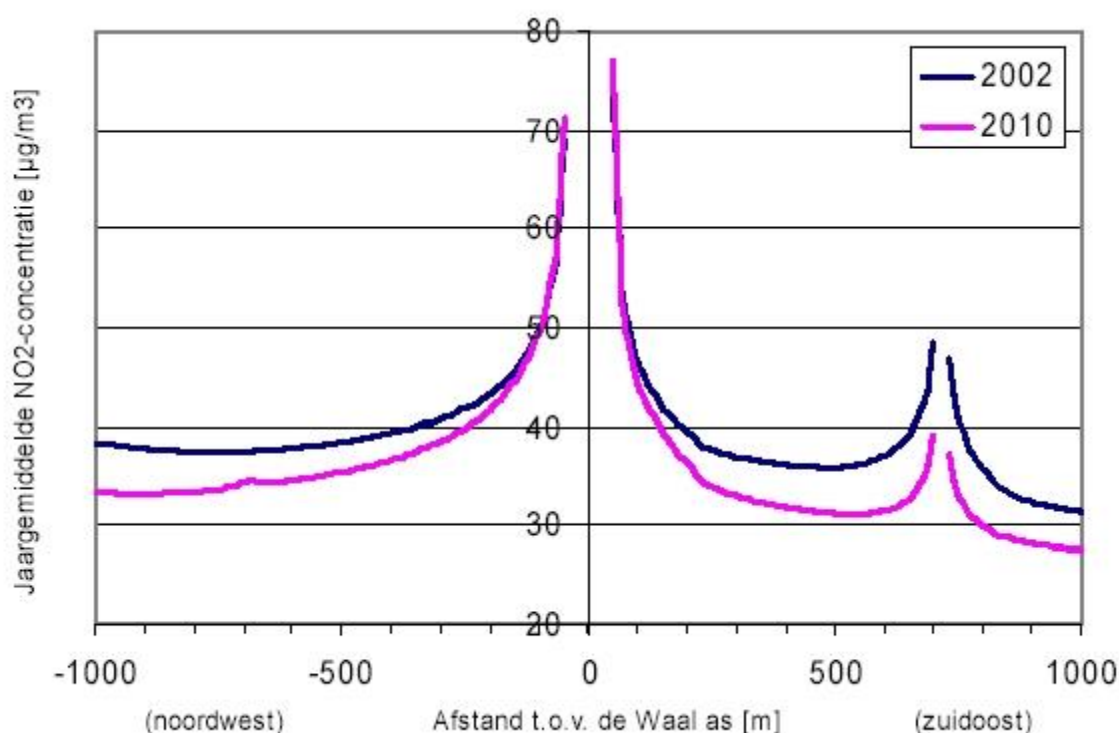
De verspreiding wordt bepaald door meteorologische omstandigheden en de geometrie van de omgeving die de mogelijkheden voor verdunning bepaalt. Om de verspreiding van de emissie in beeld te brengen kan de emissie per strekkende kilometer ingevoerd worden in een verspreidingsmodel. Voor het berekenen 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 immissie 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

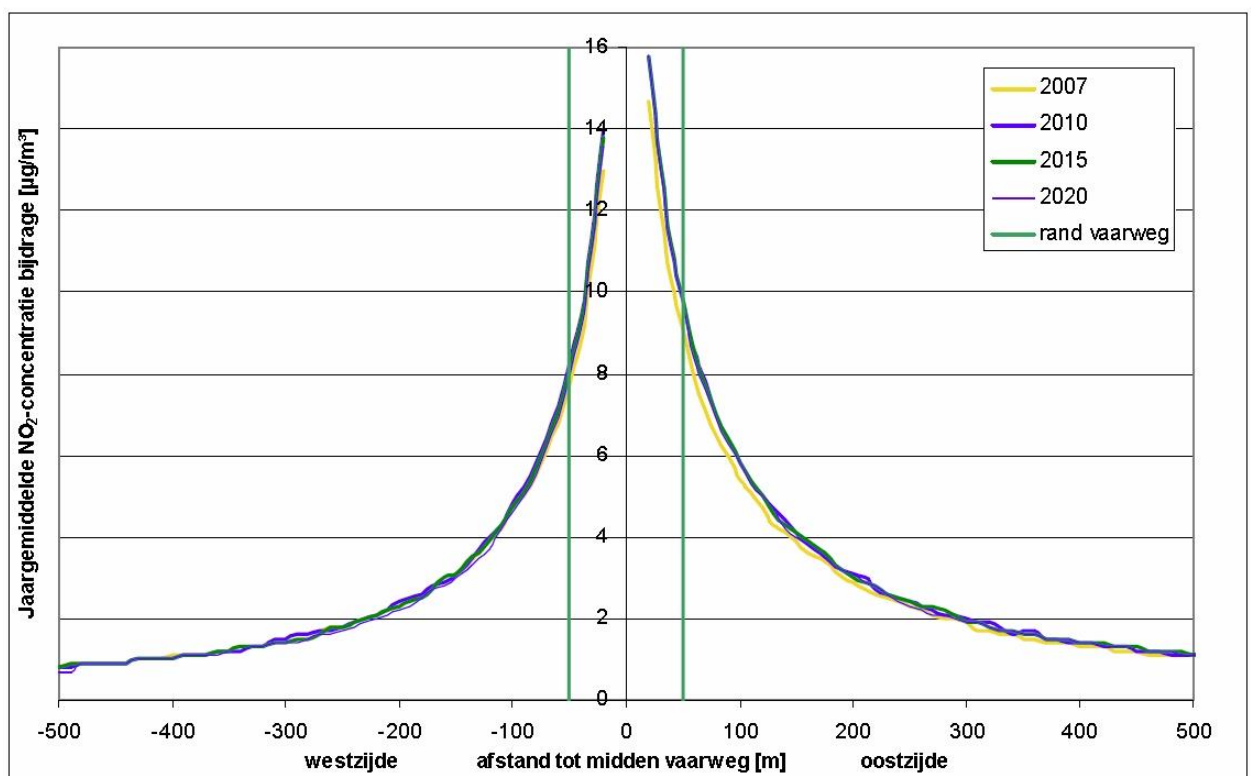
duidelijke bijdrage van de vaarroute worden aangetoond. De scheepvaart levert wel een bijdrage aan de NO₂ concentratie van 4 – 5 µg/m³ op 200 – 300 meter van het midden van de rivier, overeenkomend met een bijdrage van 4 – 5 µg/m³ op een afstand van 50 – 150 meter vanaf de oever (Bloemen et al., 2006). 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.



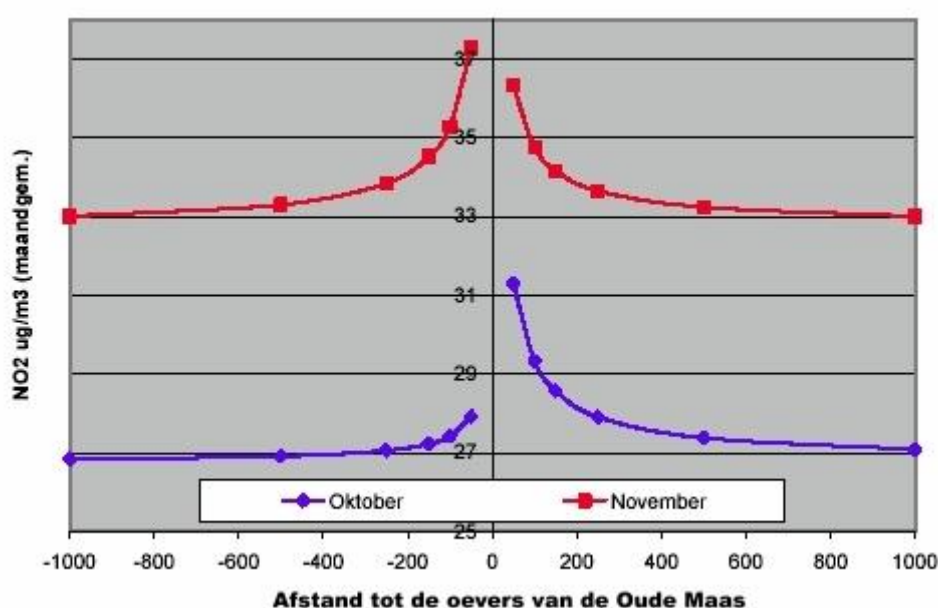
In een oriënterend onderzoek van TNO, waarbij met behulp van metingen (passieve samplers) de invloed van de scheepvaart op de NO₂-concentraties langs de Oude Maas in Dordrecht en Zwijndrecht is onderzocht, is gevonden dat het scheepvaartverkeer een significante bijdrage levert aan de NO₂-concentraties 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 PM_{10} een factor 2-3 lager zijn dan gerapporteerd in de literatuur. Voor PM_{10} 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. $PM_{10}/PM_{2,5}$ 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 NO_2 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 NO_2 (als dwarsprofiel) zoals is weergegeven in de figuur (noordzijde 0 - +1000 m; zuidzijde 0 - -1000m).

NO_2 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 $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ NO_2 op 50 m van de oever ten opzichte van de achtergrond ($26 \mu\text{g}/\text{m}^3$ oktober 2004 en $33 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 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. $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (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 NO_2 in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 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 NSL-rekentool 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 toegevoegde NO₂ concentratie in relatie tot de afstand vanaf de oever zoals in de tabel is gegeven ten opzichte van de lokale achtergrondconcentratie.

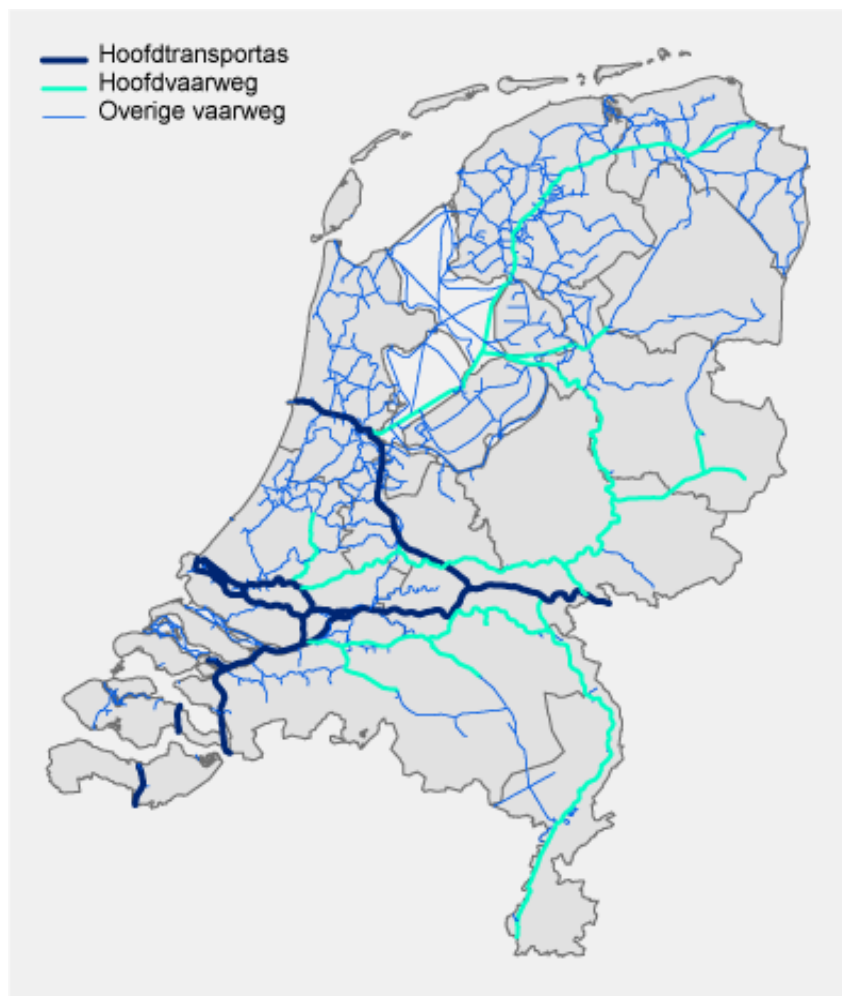
Schatting concentratiebijdrage NO₂ in µg/m³ vanaf de oever van een hoofdvaarweg

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 scheepspassages per jaar. Over kleinere vaarwegen gaan weliswaar minder vaartuigen, maar de afstanden tot de oevers zijn kleiner. Het is onbekend wat de concentraties van NO_2 (en PM_{10}) 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 NO_2 . De dieseluitstoot van schepen bevat echter ook CO, zwarte rook (roet), zwavel en PM_{10} . De emissie van PM_{10} bestaat voor het overgrote deel uit deeltjes die kleiner zijn dan $2,5 \mu\text{m}$. Hierdoor wordt verondersteld dat de PM_{10} emissies in de scheepvaart identiek zijn aan de $\text{PM}_{2,5}$ emissies (Keuken et al., 2005). De dieselemisatie is een complex mengsel. Het is daarom moeilijk om waargenomen gezondheidseffecten toe te schrijven aan één of meer componenten uit dat mengsel. Aangezien er tot nu toe slechts beperkt inzicht is in de samenstelling van de emissie van waterverkeer kleven er onzekerheden aan het gebruik van NO_2 als indicator voor het complexe luchtverontreinigingsmengsel afkomstig van waterverkeer.

NO_2

Stikstofdioxide (NO_2) dringt door tot in de kleinste vertakkingen van de luchtwegen. Het kan bij hoge concentraties irritatie veroorzaken aan ogen, neus en keel. Bij blootstelling aan lage concentraties stikstofdioxide wordt een 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 $1000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ een rol. Waterververkeer geeft in tegenstelling tot wegverkeer meer piekblootstellingen bij de passage van een schip. Uit metingen blijkt dat een piekblootstelling van $100 - 200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ mogelijk is. Dit ligt nog onder het effectniveau van kortdurende blootstelling.

Het is dan ook minder waarschijnlijk dat de gevonden associaties tussen NO_2 en gezondheidseffecten door NO_2 zelf worden veroorzaakt. Aangenomen wordt dat de NO_2 -concentratie, ook voor waterververkeer, model staat voor het mengsel aan luchtverontreiniging mits onderkend wordt dat er sprake is van onzekerheid. De grenswaarde is een jaargemiddelde van $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. De gezondheidkundige waarde die in de GES gehanteerd wordt om een ongewenste situatie te voorkomen loopt vooruit op een mogelijke verlaging van de MTR door de Wereld Gezondheidsorganisatie. Er is gekozen voor $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Het is mogelijk dat deze waarde in de komende jaren zal veranderen.

GES-score

Voor het waterververkeer wordt (voorlopig) alleen de stof NO_2 beschouwd. De indeling van GES-scores is vergelijkbaar met die bij verkeer en luchtverontreiniging. De volgende indeling wordt gehanteerd:

NO_2

NO_2 Jaargemiddelde $\mu\text{g}/\text{m}^3$	GES-score		
5 – 7,5	1	1a	
7,5 - 10		1b	
10 – 12,5	2	2a	
12,5 - 15		2b	
15 – 17,5	3	3a	
17,5 - 20		3b	
20 – 22,5	4	4a	
22,5 - 25		4b	
25 – 27,5	5	5a	
27,5 - 30		5b	
30 - 32,5	6	6a	
32,5 - 35		6b	
35 - 37,5	7	7a	
37,5 - 40		7b	
≥ 40	8		Boven WHO advieswaarde Boven jaargemiddelde grenswaarde

De WHO advieswaarde is $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Het is onduidelijk in hoeverre de WHO advieswaarde wordt verlaagd. Maar als GES-score 6 bij deze advieswaarde gehandhaafd blijft, dan is het verschil met GES-score 6 voor fijn stof erg groot. Als GES-score 6 bij een concentratie van $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wordt gelegd komt dit enigszins overeen met de verhouding van levensduurverkorting bij PM_{10} en $\text{PM}_{2,5}$. Bij de lage GES scores is gekozen om enkele tussen GES scores op te nemen om beter onderscheid te kunnen maken op verschillende locaties.

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 (ROSR) 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.

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). Het laden en lossen van schepen zijn havenactiviteiten en valt onder industrielawaai.

Voor bestaande schepen bestaat er een overgangsregeling. Vanaf 2015 moesten 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. TNO schat in, dat slechts 5% van de ongeveer 2700 bestaande binnenvaartschepen van voor 1976 voldoet aan de eisen volgens het ROSR en het geldende meetvoorschrift. Dit meetprotocol schrijft voor metingen te verrichten bij 95% van het maximaal motorvermogen. TNO stelt, dat dit meetprotocol een worst-case situatie beschrijft, dat slechts bij uitzondering wordt toegepast, en het protocol hierin sterk afwijkt van dat voor zeeschepen. Bij normaal bedrijf zijn de meetresultaten 2,5 á 5 dB(A) lager (De Roo et al., 2014). Inmiddels is voor deze schepen de termijn om aan de geluideisen te voldoen verlengd van 2015 tot 1 januari 2020.

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
Zeilyachten 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:

$$E_{\text{vaartuig}} = L_{A,25m} + 10 \log(Q/v) + 30 \log(v/v_{\max})$$

$L_{A,25m}$ = 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 $v = 0,8 v_{\max}$.

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 (zie Module F Wegverkeer en geluid). De damping door lucht en meteo wordt gelijk verondersteld met die bij wegverkeer. De damping door de bodem wordt gelijk verondersteld met die rond industriële bronnen. De damping van water is veel geringer dan van bodem. Het Handboek voor Milieubeheer gaat uit van een damping 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 standardsituaties in Geonose door te rekenen, waarbij de scheepvaartroutes zijn gemodelleerd als lijnbronnen volgens het Reken- en Meetvoorschrift geluid (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 door afgemeerde 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.

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 Omgevingslawaaai, 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 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.

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

RBMII

Het voorgeschreven programma om de risico's van het vervoer van gevaarlijke stoffen over het water te berekenen is RBMII volgens de methodes die beschreven staan in de Handleiding Risicoanalyse Transport (HART). Deze rekenmethode is ontwikkeld in opdracht van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat. Met deze rekenmethode is relatief snel het risico langs een transportroute te berekenen. Door invoer van gegevens over het traject, zoals de jaarintensiteit van gevaarlijke stoffen, bebouwingstype en bevolkingsdichtheid en de keuze voor een weerstation kan het Plaatsgebonden Risico en het Groepsrisico berekend worden.

Basisnet Water

In het Basisnet is voor alle hoofdverbindingen over de weg, het water en het spoor wettelijk vastgelegd welk risico het vervoer van gevaarlijke stoffen in de omgeving mag veroorzaken en hoe de ruimte er om heen kan worden gebruikt (zoals voor wonen en werken).

In het Basisnet is de veiligheidszone vastgelegd. Dit is het gebied binnen de 10^{-6} /jaar-contour van het plaatsgebonden risico. Deze risicocontour is met behulp van RBMII berekend op basis van tellingen en de verwachte groei van het vervoer van gevaarlijke stoffen in de toekomst (toekomstscenario's). Deze PR-contour zal dus veelal op grotere afstand liggen dan de huidige PR-contour. Er wordt daarom gesproken over een PR-max of risicoplafond. Binnen de risicocontour, gerekend vanaf het midden van de weg, mogen gemeenten geen kwetsbare objecten plaatsen. Het risicoplafond en de afstand voor het plaatsgebonden risico worden in principe eenmalig vastgelegd.

Er zijn voor het vervoer van gevaarlijke stoffen over water in het Basisnet op basis van vervoersprognoses 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 (Basisnet werkgroep Water, 2008, pagina 8) zijn de groene, zwarte en rode vaarwegen op kaart aangegeven. Dit rapport is te downloaden via de website <https://relevant.nl/display/THEMA/Basisnet>.

Voor de binnenvaart (zwarte en groene vaarwegen) komt de PR-contour van 10^{-6} , ook met de groeiscenario's tot 2030, nergens op de oever. Er is ook nergens een knelpunt voor het groepsrisico (overschrijding van de oriëntatiewaarde).

Voor de zeevaart ontstaat bij het hoogste beschouwde groeiscenario in 2030 langs de Westerschelde een knelpunt voor zowel het Plaatsgebonden Risico als het Groepsrisico. Voor de andere zeevaartsituaties is er tot 2030 zeker nog een factor 2 ruimte bovenop de hoogste beschouwde groeiscenario's voordat er een PR- 10^{-6} -contour op de oever komt 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 oriëntatiewaarde ligt.

Langs rode vaarwegen dient zowel een groepsrisicoberekening als een verantwoording plaats te vinden.

Bij een ongeval met brandbare vloeistoffen kunnen die uitstromen en in brand raken (plasbrand). Voor vaarwegen zijn geen Plasbrand Aandacht Gebieden (PAG) van 30 meter aangewezen, zoals bij (spoor)wegen. De kans dat een brandende plas de oever bereikt en het land op komt is namelijk klein. Wel zijn voor vaarwegen vrijwaringszones vastgesteld. De vrijwaringszone heeft een breder doel dan alleen bescherming tegen een plasbrand. Het gaat hierbij ook om goede zichtlijnen voor bemanning en toegankelijkheid van vaarwegen voor hulpdiensten. De gemeente moeten bij ruimtelijke ontwikkelingen in de vrijwaringszone afwegen of dit vanwege de mogelijke gevolgen van een plasbrand verantwoord is. De vrijwaringszone is voor zwarte vaarwegen 25 meter en voor rode vaarwegen 40 meter landwaarts vanaf de waterlijn. Voor groene vaarwegen is geen vrijwaringszone 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 bijbehorende risicokaarten (zie www.risicokaart.nl) zijn echter geen risicoafstanden aangegeven.

Externe veiligheid en de Omgevingswet

Voor de wijze waarop externe veiligheid wordt opgenomen in de Omgevingswet wordt verwezen naar module D Bedrijven en externe veiligheid.

Gezondheidskundige beoordeling

Het beleid en de normstelling voor het vervoer van gevaarlijke stoffen was 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). Op 1 april 2015 zijn het Besluit externe veiligheid transportroutes (Bevt) en de Regeling basisnet in werking getreden. Hierdoor verviel de Circulaire Risiconormering vervoer gevaarlijke stoffen. In Bijlage III van de Regeling basisnet zijn in de Tabel Basisnet water per vaarweg de afstanden van de PR plafonds voor de 10^{-6} -contour opgenomen. Deze afstand is overal 0 meter. In de tabel is niet aangegeven of er een Plasbrand Aandachtsgebied is. Het Bevt verwijst hiervoor naar het Besluit algemene regels ruimtelijke ordening (Barro) waarin voor rijks vaarwegen is aangegeven of er een vrijwaringszone is en hoe breed die zone is (10 tot 50 meter). Deze vrijwaringszone is onder andere belangrijk voor de doorvaart van de scheepvaart, het onderhoud van de rijks vaarweg en de toegankelijkheid voor hulpdiensten. Ook voor vervoer van gevaarlijke stoffen geldt een grenswaarde voor het Plaatsgebonden Risico van 10^{-6} . Er wordt 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 vaarlengte. Aangezien gekozen is om het Groepsrisico uit te drukken per kilometer route verschilt de normlijn van die voor bedrijven:

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

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

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

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 oriëntatiewaarde 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 wordt uitgegaan van dezelfde indeling en scores als bij de beoordeling van de externe veiligheid bij bedrijven. De GES-score wordt bepaald op basis van het Plaatsgebonden Risico en het Groepsrisico. De hoogste GES-score wordt toegekend. Als de oriëntatie waarde van het groepsrisico bijvoorbeeld groter is dan 1 en dus overschreden wordt, wordt de GES-score van 6 toegekend. Is dit niet het geval, maar is er wel een overschrijding van het PR van 10^{-6} /jaar dan wordt ook 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. 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. Als de oriëntatiewaarde bekend is en ligt tussen 0,5 en 1 dan wordt een GES-score van 4 toegekend. De afstanden van het Plaatsgebonden Risico en het invloedsgebied worden gerekend vanaf de waterlijn.

Plaatsgebonden Risico (per jaar)	Groepsrisico Invloedsgebied (m) Oriëntatiewaarde	GES-score
$< 10^{-8}$	> 200 m	0
$10^{-8} - 10^{-7}$	< 200 m	2
$10^{-7} - 10^{-6}$	0,5 - 1	4
$> 10^{-6}$	> 1	6

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 geur 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 geur 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 (vluchtuitvoering);
- de grondpaden (projecties in het horizontale vlak van de vliegbewegingen) en de spreidingsgebieden rondom de grondpaden.

Op basis van deze gegevens kunnen geluidcontouren rond vliegvelden worden berekend. 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.

L_{den} en L_{night}

In 2002 is de Europese Richtlijn Omgevingslawaaai 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 militaire vliegvelden vindt een overgang van Ke naar L_{den} plaats.

Omzetting van Ke naar L_{den}

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). Bij andere burgerluchthavens 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).

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 zijn van het gebruik van de luchthaven (bijvoorbeeld jachtvliegtuigen of helikopters) (MNP, 2005).

De relatie tussen L_{den} 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 $L_{den} = 0,5 K_e + 41$ 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 K_e en L_{den} , ongeveer uitkomen op $L_{den} = 0,5 K_e + 38$.

Geluidbelastingkaarten

In de Regelgeving Burgerluchthavens en Militaire Luchthavens (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. Bijlage 1 van de RBLM beschrijft de karteringsmethode. Gemeenten maken de geluidskaarten. De Wet Luchtvaart verplicht de Minister van IenM voor 30 juni 2012 en vervolgens elke vijf jaar een geluidskaart van L_{den} en L_{night} voor Schiphol te maken. Gemeenten karteren ook de geluidsbelasting van luchthaven Schiphol als een handhavingspunt van Schiphol in die gemeente ligt. Het ministerie IenM stelt contouren beschikbaar van nationale luchthavens via InfoMil. Deze luchthavens zijn: Schiphol Airport, Rotterdam The Hague Airport en Maastricht Aachen Airport. Op de Atlas Leefomgeving zijn de geluidcontouren van Schiphol van 48 dB L_{den} voor 2011 weergegeven. Op de site van PDOK (Publieke Dienstverlening op de Kaart) zijn de geluidskaarten van Schiphol gegeven voor de situatie van 2016 (pdokviewer.pdok.nl; vink Geluidskaarten Schiphol aan).

Gezondheidkundige 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 geluidsniveaus (Breugelmans et al., 2004).

De relatie tussen L_{den} en ernstige hinder (%HA) is voor Schiphol als volgt (MNP, 2010):

$$\% HA = \frac{\{ e^{-8,1101 + 0,1333 \cdot L_{den}} \}}{\{ 1 + e^{-8,1101 + 0,1333 \cdot L_{den}} \}} \cdot 100 \quad \text{voor } L_{den} > 30 \text{ dB}$$

$$\% HA = \frac{\{ e^{-8,1101 + 0,1333 \cdot 65} \}}{\{ 1 + e^{-8,1101 + 0,1333 \cdot 65} \}} \cdot 100 \quad \text{voor } L_{den} > 65 \text{ dB}$$

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. De WHO is bezig om nieuwe gezondheidkundige richtlijnen voor geluid op te stellen. Hiervoor worden de nieuwste gezondheidkundige inzichten in een “evidence review” samengevat. Ook voor hinder wordt een dergelijk evidence review opgesteld. Er worden hiervoor nieuwe relaties afgeleid tussen de geluidbelasting door weg-, vlieg- en railverkeer en hinder. Ten tijde van het schrijven van dit handboek, waren de evidence reviews en eventuele gewijzigde relaties nog niet beschikbaar.

Men gaat er van uit, dat hinder begint op te treden bij geluidbelastingen aan de gevel van woningen van ongeveer $L_{den} = 40$ dB en ernstige hinder bij ongeveer $L_{den} = 42$ 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 -waarden de L_{den} -waarden overeen zouden komen als de algemene formules voor omrekening worden gehanteerd.

Geluidbelasting (L_{den})	Geluidbelasting (K_e)	Algemene relatie Ernstig gehinderden (%)	Schiphol relatie Ernstig gehinderden (%)
40		0	6
42	2	0	8
45	8	1	11
48	14	3	15
50	18	5	19
55	28	11	31
56	30	12	34
58	35	15	41
60	38	19	47
65	48	29	64
70	58	41	64

Slaapverstoring

Nachtelijk geluid heeft nadelige effecten op de slaapkwaliteit en het algemeen welbevinden. De slechtere slaapkwaliteit kan zich uiten in onder meer een verlenging van de inslaaptijd, het tijdens de slaap tussentijds wakker worden, verhoogde motorische activiteit tijdens de slaap en het vervroegd wakker worden. De volgende dag na een verstoorde slaap kunnen effecten optreden zoals een slechter humeur, vermoeidheid en een verminderd prestatievermogen. De Gezondheidsraad heeft in 1997 een voorlopige relatie tussen de nachtelijke geluidbelasting en de ervaren ernstige slaapverstoring opgesteld. Voor de werkgroep ‘Health and socio-economic aspects’ van het ‘Noise Committee’ van de EU werd deze relatie opnieuw met behulp van een meta-analyse door TNO onderzocht. Geconcludeerd werd dat voor vliegtuiggeluid nog geen relatie tussen de geluidbelasting en de hinder door

slaapverstoring kon worden vastgesteld. Een drempelwaarde voor ernstige slaapverstoring door vliegtuiggeluid kon daarmee ook nog niet worden vastgesteld.

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 geluidbelasting (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:

$$\%HS = 18,147 - 0,956 L_{\text{night}} + 0,01482 (L_{\text{night}})^2$$

De studie die sterk afwijkende resultaten liet zien is het in de omgeving van Schiphol uitgevoerde slaapverstoringsonderzoek. 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 factoren een grote rol spelen.

De relatie tussen de L_{night} en ernstige slaapverstoring (HS) voor Schiphol is als volgt:

$$\% HS = \frac{\{ e^{-6,642 + 0,1046 * L_{\text{night}}} \}}{\{ 1 + e^{-6,642 + 0,1046 * L_{\text{night}}} \}} * 100$$

De WHO leidt ook voor slaapverstoring nieuwe relaties af in een evidence review. Deze zijn nog niet beschikbaar.

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 slaapprostoden is volgens de algemene dosis-effect relatie en de voor Schiphol vastgestelde relatie als volgt:

Geluidbelasting $L_{\text{Aeq,23-7}}$ dB	Algemene relatie Ernstig slaapprostoden (%)	Schiphol relatie Ernstig slaapprostoden (%)
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. In meta-analyses zijn significante relaties voor myocardinfarcten en 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 vanaf een L_{den} van 60 - 65 dB (zie Module F Wegverkeer en geluid). Vooral nog wordt voor vliegtuiggeluid uitgegaan van eenzelfde drempel als bij wegverkeergeluid.

Leerprestatie

In een onderzoek uitgevoerd in de omgeving van drie Europese luchthavens, waaronder Schiphol, was de leesprestatie van basisschoolkinderen gemiddeld lager bij hogere geluidniveaus van vliegverkeer (van Kempen et al., 2005). Ook waren er aanwijzingen voor een ongunstig effect van blootstelling aan geluid van vliegverkeer op het lange termijn geheugen. Tevens maakten kinderen bij hogere geluidniveaus van vliegverkeer meer fouten op de wisselende aandachtstest. Naar schatting zijn er in de omgeving van Schiphol 50 tot 3.000 (0,1 – 2,5%) bovenbouwleerlingen extra met een relatief lage score op een leestest. Normaliter heeft 9% een relatief lage score. Deze effecten kunnen tot enkele maanden na vermindering van de geluidbelasting aanhouden.

Grenswaarden en beleid

Geluidhinder van vliegverkeer is niet geregeld in de Wet Geluidhinder, maar in de Wet Luchtvaart (Wlv) en de daarbij behorende AMvB's voor Schiphol, overige burgerluchthavens en militaire luchthavens.

Schiphol

De in 2003 van kracht geworden Wet luchtvaart en de hierbij horende AMvB's, het Luchthavenindelingbesluit Schiphol en Luchthavenverkeersbesluit Schiphol (LVB) staan de regels waaraan Schiphol zich moet houden. In het Luchthavenverkeersbesluit is een grenswaarde opgenomen van L_{den} van 58 dB en een L_{night} van 49 dB aan de gevel.

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 op en rond de 58 dB contour. Voor L_{night} zijn er 25 handhavingslocaties op en rond de 49 dB contour. In principe mag er geen nieuwbouw plaatsvinden in de 58 dB L_{den} -zone voor Schiphol. Van 2013 tot en met begin 2014 liep er een experiment met een nieuw geluidstelsel voor Schiphol. Daarbij werden de start- en landingsbanen gebruikt die het minste geluidhinder voor de omgeving gaven. Dit was een van de afspraken die het Rijk, de luchtvaartsector, bewoners en regionale bestuurders aan de zogenaamde Alderstafel in 2007 hadden gemaakt. In 2015 is de Alderstafel opgevolgd door de Omgevingsraad Schiphol. Er ligt nu een ontwerpbesluit tot wijziging van het Luchthavenbesluit voor de implementatie van een nieuw normen- en handhavingstelsel voor Schiphol (NNHS). Hierin is vastgelegd, dat bij voorkeur gebruik wordt gemaakt van banen die het minste geluidhinder veroorzaken (preferentieel baangebruik). Er wordt een maximum gesteld aan het aantal vliegtuigbewegingen in een jaar en het aantal gedurende de nacht tot en met 2020. Het nieuwe stelsel moet de omgeving op een gelijkwaardige wijze beschermen als het stelsel uit het huidige Luchthavenbesluit. Dit betekent, dat rekening gehouden wordt met de grenswaarden en de geluidbelasting in de handhavingspunten. De milieueffecten van het nieuwe stelsel zijn inzichtelijk gemaakt in een Milieueffectrapport (MER). Dit MER wordt nog aangevuld met nieuwe geluidberekeningen. Het ontwerpbesluit tot wijziging van het Luchthavenbesluit zal samen met het aangevulde MER aan de Tweede Kamer worden gestuurd.

Overige burgerluchthavens

In een Besluit van 14 oktober 2009 is de Wet Luchtvaart gewijzigd. Hierdoor zijn op 1 november 2009 de Regelgeving Burgerluchthavens en Militaire Luchthavens (RBML Staatsblad, 2008), het Besluit Burgerluchthavens en het Besluit Militaire luchthavens in werking getreden.

De regelgeving voor de luchthavens van nationale betekenis te weten Eelde, Lelystad, Maastricht en Rotterdam is in handen van het Rijk. Als luchthaven Twente een doorstart maakt krijgt deze ook de status van nationale betekenis.

Provincies hebben bevoegdheden voor de burgerluchthavens van regionale betekenis, te weten Ameland, Budel, Drachten, Haamstede, Hilversum, Hogeveen, Midden-Zeeland, Stadskanaal, Seppe, Terlet, Teuge en Texel. Zij hebben 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.

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 geluidsgevoelige 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 Luchthavenindelingbesluit 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 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 geluidsgevoelige bestemmingen als scholen en ziekenhuizen in de omgeving van de luchthaven afwegen. Zolang er nog geen luchthavenbesluit is opereren luchthavens nog op basis van een aanwijzingsbesluit volgens de, oude, Luchtvaartwet. Intussen hebben vrijwel alle burgerluchthavens een luchthavenbesluit. Voor twee grotere luchthavens van nationale betekenis moet dit nog vastgesteld worden. Voor de luchthaven Maastricht is eind 2016 het ontwerp Luchthavenbesluit vastgesteld. Voor Rotterdam wordt voor de vaststelling van het luchthavenbesluit gestreefd naar medio 2018.

Militaire luchthavens

De militaire luchthavens Deelen, Eindhoven, Gilze-Rijen, De Kooy, Leeuwarden, Volkel en Woensdrecht, vallen onder verantwoordelijkheid van de minister van Defensie.

Twee militaire luchthavens, Eindhoven en De Kooy, 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 Leeuwarden, Deelen, Eindhoven en Volkel is inmiddels een luchthavenbesluit vastgesteld en in werking getreden. De luchthavenbesluiten voor de luchthavens De Kooy en Woensdrecht zijn in een vergevorderd stadium en zullen naar verwachting in de loop van 2017 vastgesteld worden. Het luchthavenbesluit voor de luchthaven Gilze-Rijen ondervond vertraging vanwege onderzoek naar laagfrequent geluid, maar wordt nu voorbereid. Het luchthavenbesluit voor luchthaven De Peel had weinig prioriteit. Verwacht wordt dat het luchthavenbesluit voor Gilze-Rijen en De Peel voor november 2018 vastgesteld kan worden.

Voor de militaire luchthavens wordt 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.

Maatregelen

Voor al voor Schiphol is er een groot aantal maatregelen dat al genomen is 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 lawaaiige vliegtuigen	
Geluidheffingen	
Minder vluchten, bijvoorbeeld aan de randen van de nacht	Halvering vluchten: 3 dB
Geluidbelasting	
Bepaald baangebruik voor bepaalde starts en landingen, bijvoorbeeld een 'microklimaten-aanpak' gericht op maatwerk geluidmanagement op woonkernniveau	Mogelijk woongebieden te ontzien
Verplicht gebruik van bepaalde vertrekroutes	
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} weggeleid (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 toegekend aan de geluidbelasting in L_{den} . Is deze niet bekend, dan wordt een GES-score toegekend op basis van K_e , waarbij dan een algemene relatie tussen de L_{den} en de K_e wordt gebruikt.

De volgende indelingen worden gehanteerd:

Geluidbelasting		Algemene relatie Ernstig gehinderden (%)	Schiphol relatie Ernstig gehinderden (%)	GES-score
L_{den}	K_e			
<44	<6	<1	<12	0
44 – 47	6 – 13	1 – 3	12 – 15	1
48 – 49	14 – 17	3 – 5	15 – 19	2
50 – 52	18 – 27	5 – 8	19 – 26	4
53 – 57	28 – 34	8 – 15	26 – 41	5
58 – 62	35 – 44	15 – 24	41 – 57	6
≥63	≥ 45	≥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).

Via de Risicokaart (www.risicokaart.nl) kan een indicatie verkregen worden van de ligging van risicocontouren. Op de Risicokaart wordt namelijk 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 op een kaart weergegeven op de website van het compendium voor de leefomgeving van het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL): <http://www.clo.nl/indicatoren/nl0305-Veiligheid-random-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.

Gezondheidkundige 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 Luchthavenindelingbesluit 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. 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 en ook geen oriëntatiewaarde voor het groepsrisico vastgesteld. Rondom Schiphol zou deze oriëntatiewaarde in een groot gebied worden overschreden omdat er zich grote aantallen mensen bevinden onder de drukke vliegroutes. 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. Deze afspraken

hebben betrekking op het verbieden van 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.

Aan de externe veiligheidsrisico's van het vliegverkeer van Schiphol is één norm gesteld, het Totale Risico Gewicht (TRG). Het TRG is voor alle vliegtuigen in één jaar gesommeerd, het product van de kans dat een vliegtuig neerstort en het gewicht van dat vliegtuig. Jaarlijks wordt berekend of het TRG binnen de grenswaarde van ruim 9,724 ton/jaar is gebleven.

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.

Van nationale of regionale betekenis

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 onder andere zeggenschap over de grootte en ligging van luchthavens, de opening en sluiting van luchthavens, normen voor veiligheid en geluid en regels over gebruik, vluchttuitvoering en openingstijden.

Luchthavenbesluit

Het Besluit burgerluchthavens bepaalt, dat als de Plaatsgebonden Risico (PR) contour 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 moeten woningen binnen de 10^{-5} -risicocontour van het Plaatsgebonden Risico (PR) in principe aan de woonbestemming 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 beperkt kwetsbare gebouwen, zoals gebouwen met een kantoor-, cel-, industrie-, sport- of logiesfunctie kan het bevoegd 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.

Luchthavens opereren nog op basis van een aanwijzingsbesluit volgens de, oude, Luchtvaartwet totdat het luchthavenbesluit is vastgesteld. In januari 2012 stelde de provincie Drenthe het eerste luchthavenbesluit vast voor het vliegveld Hoogeveen. Intussen hebben vrijwel alle burgerluchthavens een luchthavenbesluit. Voor twee grotere luchthavens van nationale betekenis moet dit nog vastgesteld worden. Voor de luchthaven Maastricht is eind 2016 het ontwerp Luchthavenbesluit vastgesteld. Voor Rotterdam wordt voor de vaststelling van het luchthavenbesluit gestreefd naar medio 2018.

Militaire luchthavens

De militaire luchthavens Deelen, Eindhoven, Gilze-Rijen, Den Helder (De Kooij), Leeuwarden, Volkel, Woensdrecht en De Peel vallen onder verantwoordelijkheid van de minister van Defensie.

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. Voor de militaire luchthavens Leeuwarden, Deelen, Eindhoven en Volkel is inmiddels een luchthavenbesluit vastgesteld en in werking getreden. De luchthavenbesluiten voor de luchthavens De Kooy en Woensdrecht zijn in een vergevorderd stadium en zullen naar verwachting in de loop van 2017 vastgesteld worden. Het luchthavenbesluit voor de luchthaven Gilze-Rijen ondervond vertraging vanwege onderzoek naar laagfrequent geluid, maar wordt nu voorbereid. Het luchthavenbesluit voor luchthaven De Peel had weinig prioriteit. Verwacht wordt dat het luchthavenbesluit voor Gilze-Rijen en De Peel voor november 2018 vastgesteld kan worden.

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– Bodemverontreiniging⁹

De aanwezige bodemkwaliteit moet passen bij het huidige of toekomstige gebruik van die bodem. Uitgangspunt is dat de bodemkwaliteit als gevolg van aanwezige bodemverontreiniging geen onaanvaardbaar risico oplevert voor de gebruikers van de bodem. Bovendien mag de bodemkwaliteit niet verslechteren door grondverzet (bijvoorbeeld graafwerkzaamheden). Dit is het zogenaamde stand still-beginsel.

Bodemkwaliteit staat in toenemende mate op de agenda bij ruimtelijke ontwikkelingsprocessen. De aanwezigheid van bodemverontreiniging kan ertoe leiden dat bestemmingen pas kunnen worden gerealiseerd na het treffen van (sanerings)maatregelen. Het is ook steeds belangrijker geworden om in breder verband naar de bodem te kijken, om te bezien of de ondergrond kan worden benut bijvoorbeeld door gebruik te maken van bodemenergie, of voor andere doeleinden. In toenemende mate is bij het opstellen van het bestemmingsplan van belang na te gaan of de kansen van de ondergrond (voor bijvoorbeeld ondergronds bouwen, bodemenergie, CO₂- en gasopslag) kunnen worden benut.

De regelgeving voor bodemsanering is vastgelegd in de Wet bodembescherming (Wbb) die op 1 januari 1987 in werking is getreden. De Wbb bevat het wettelijk kader voor het bodembeleid. Op 1 januari 2006 is de gewijzigde Wet bodembescherming in werking getreden (Stb. 2005, 681). Sinds 2008 is het Besluit bodemkwaliteit (Bbk) in werking getreden. Het doel van het Bbk is duurzaam bodembeheer.

De normen voor de bodemkwaliteit zijn opgenomen in het Bbk (Besluit bodemkwaliteit) (SenterNovem/Bodem+, 2007) en in de Circulaire bodemsanering (VROM, 2009). NoBo heeft zich beperkt tot de chemische bodemkwaliteit.

Aan het eind van de periode van het Bodemconvenant ('Convenant Bodem en Ondergrond'), 2015, waren de meeste locaties met humane spoed gesaneerd of beheerd. Na 2015 spelen nog de afronding van spoedlocaties met humane verspreidings- en ecologische risico's, van nieuwe spoedlocaties, van grote langdurige saneringen, van diffuse verontreinigingssituaties en mogelijk van nieuwe stoffen. De aanpak van bodemverontreiniging zal tenminste tot 2030 financieel door het Rijk worden ondersteund.

Naar verwachting zal in 2021 de Omgevingswet worden ingevoerd. Hierbij wordt gestreefd naar eenvoudiger regels en procedures. Het ziet er naar uit dat het Wbb-instrumentarium zal vervallen en dat de bodemsanering daarbij meer aan de marktdynamiek overgelaten zal worden (aanpak in samenhang met herinrichting en bouwactiviteiten). Bij maatschappelijke urgentie zullen wel humane risico's met spoed worden weggenomen, zo nodig op initiatief van de overheid en op kosten van de eigenaar. Bij onacceptabele verspreidingsrisico's zal de bron worden aangepakt op kosten van de eigenaar, maar het aansluitende grondwaterbeheer zal worden uitgevoerd door en op kosten van de overheid.

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 de 95-percentielwaarden van de gemeten concentraties aan verontreinigende stoffen in de Nederlandse bodem in onverdachte landbouw- en natuurgebieden (Lamé et al, 2005).

⁹ Gerelateerd aan dit onderwerp is de GGD Richtlijn Gezondheidsrisico Bodemverontreiniging verschenen met aanvullende informatie.

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 zijn nu grotendeels gesaneerd of beheerd. Beheersing 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 interventiewaarde). 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 locatie specifieke risicobeoordeling, waarbij door aanvullende modelberekeningen of metingen risico's beter in beeld worden gebracht.

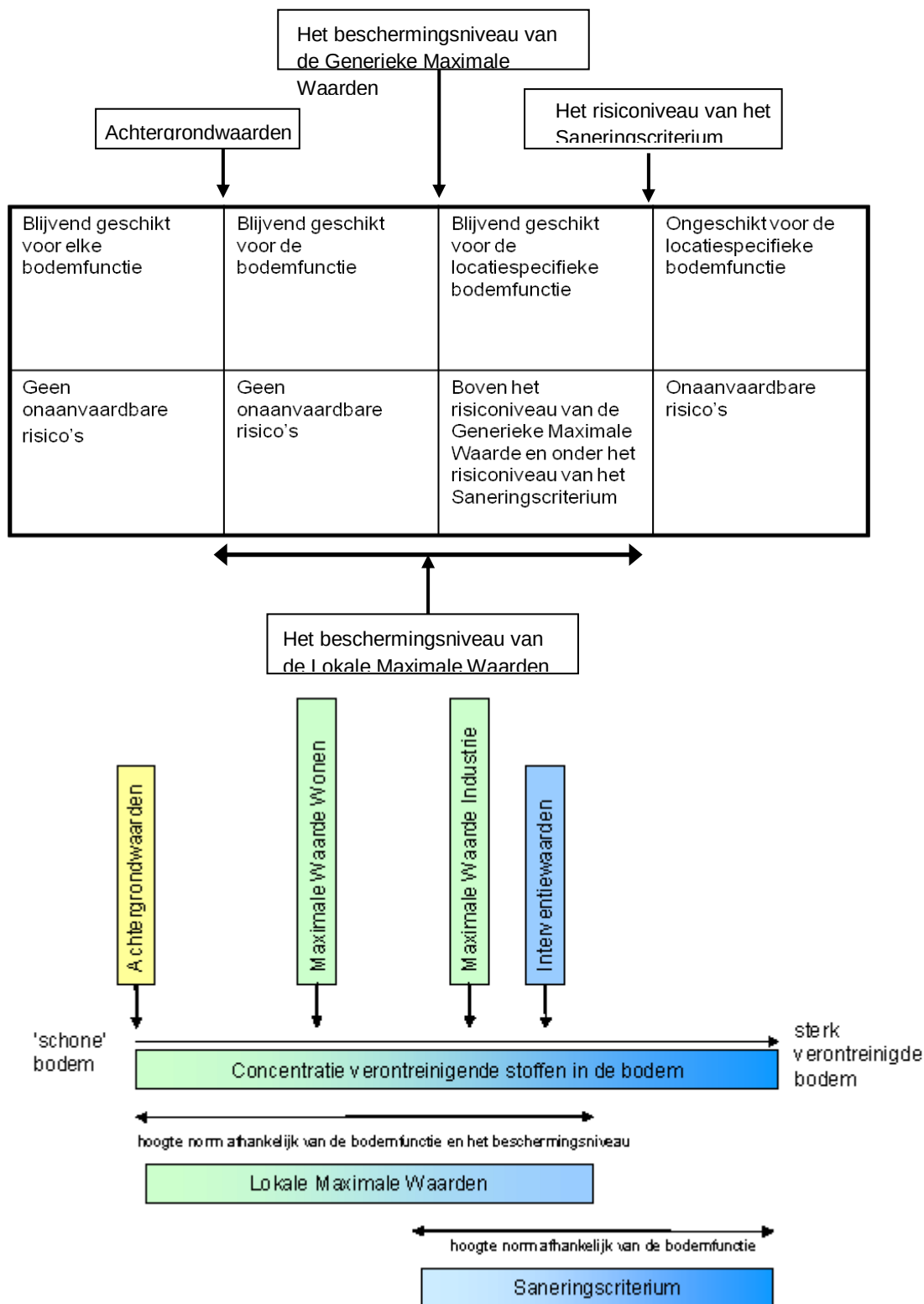
3. Beschermingsniveau voor het toepassen van grond en bagger: tussen de “altijd-” en “nooit-grens” liggen de Maximale Waarden. Deze waarden geven de bovengrens aan van de kwaliteit die nodig is om de bodem blijvend geschikt te houden voor de functie die de bodem heeft. Voor generieke toepassing zijn landelijk Generieke Maximale Waarden (GMW) vastgesteld voor de kwaliteit die hoort bij de bodemfunctie. Daarnaast maakt het Besluit het mogelijk dat de lokale overheid, afhankelijk van de lokale situatie en in een door hem aangewezen bodembeheergebied, Lokale Maximale Waarden (LMW) vaststelt. Bij LMW wordt rekening gehouden met de specifieke verontreinigingssituatie en het daadwerkelijke gebruik van de bodem.

De Circulaire bodemsanering geldt sinds 2013. 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 Bbk en dat sommige streef- en interventiewaarden voor grond en grondwater zijn herzien.

Binnen de systematiek van het Saneringscriterium is de eerste eenvoudige stap het toetsen van de concentratie in de bodem aan een concentratienorm voor grond, sediment en grondwater (de interventiewaarde). De interventiewaarde heeft de functie van een signaalwaarde: 'er kan iets aan de hand zijn'. Bij overschrijding van de Interventiewaarde moet locatie specifiek 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 met verspreidingsrisico's.

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 figuren (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 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 de aanvaardbare blootstelling. Bij een Risico-index groter dan 1 is het niet uitgesloten dat het beoogde bodemgebruik tot humane risico's leidt. Lokale Maximale Waarden mogen een hoger risiconiveau vertegenwoordigen dan het risiconiveau van de door NoBo gedefinieerde generieke Maximale

Waarde voor de bodemfunctieklasse wonen, maar niet boven de Maximale waarde voor de bodemfunctieklasse industrie. Bovendien mag er geen sprake zijn van onaanvaardbare risico's. Om dit te toetsen verwijst de Risicotoolbox door naar het Saneringscriterium. De risicotoolbox is te vinden op www.risicotoolboxbodem.nl.

2. Sanscrit is de internetapplicatie waarmee bepaald kan worden of er 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 via een kwantitatieve beoordeling. Het blootstellingsmodel CSOIL is in de risicotoolbox geïntegreerd voor het bepalen van de humane risico's. Daarom komen de blootstellingsscenario's uit CSOIL overeen met die die ten grondslag liggen aan de bodemfuncties in de risicotoolbox. 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 de relevante blootstellingsroutes gekwantificeerd. CSOIL2000 is op verzoek verkrijgbaar bij het RIVM. CSOIL2000 is aan te vragen op [www.rivm.nl/milieuportaals/Bodem > Modellen > CSOIL](http://www.rivm.nl/milieuportaals/Bodem%20Modellen/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 Bbk zijn zeven bodemfuncties benoemd. Deze zijn voor het generieke toetsingskader in het Bbk 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*	Bodemingestie kinderen 100 mg/dag
▪ Veel gewasconsumptie	▪ 100% groenten en 50% aardappelen uit eigen tuin
▪ Gemiddelde gewasconsumptie	▪ 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

Let op: als je in CSOIL de overige bodemfuncties aankruist, is er ook sprake van humane blootstelling. De bodemfunctie bepaalt in welke mate de mens in contact komt met bodemverontreiniging. Ook bepaalt het bodemgebruik of het beleidsmatig noodzakelijk is het ecosysteem in hoge mate te beschermen (bijvoorbeeld in een natuurgebied), of in minder hoge mate (bijvoorbeeld op een industrieterrein). 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 maximaal 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 kunnen komen met de onverharde bodem. Het gaat om speelplaatsen bij scholen, bij kindercentra/kinderdagverblijven, 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 moestuinen 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 bodem met een bodemgehalte onder de Maximale Waarde voor deze functie maakt het mogelijk dat een huishouden 100% bladgewassen en 50% aardappelen van de totale consumptiehoeveelheden vanaf de betreffende bodem consumeert. Als richtlijn om “volledig” als moestuin te kunnen dienen, geldt een minimale oppervlakte van circa 200 m² in gebruik als moestuin. Voor kleinere moestuinen en 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”. Omdat er in Nederland relatief veel aardappelen worden gegeten en er een relatief groot oppervlakte voor nodig is, worden er voor aardappelen kleinere percentage consumptie uit eigen tuin gehanteerd dan voor de overige groenten.

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 inhalatie van 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. De GES gaat niet in op humane risico's van verontreiniging van grondwater. Als er een specifiek geval is waar dit voorkomt dan moet er rekening gehouden worden met het feit dat er voor grondwater nog streefwaarden zijn.

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). Hierbij wordt de blootstelling berekend, specifiek voor ieder bodemgebruik, waarna deze wordt gerelateerd aan de aanvaardbare blootstelling (MTR_{humaan}). Voor stoffen met een drempelwaarde voor effecten is bij de afleiding van de humaan-toxicologische risicogrens van de Maximale Waarde het MTR_{humaan} vermindert met de achtergrondblootstelling (AB) van de specifieke stof. Er is ook een ecologisch MTR. Er moet opgelet worden dat deze niet door elkaar gebruikt worden. In het algemeen wordt de achtergrondblootstelling veroorzaakt door de consumptie van voedsel. Het MTR_{humaan} 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_{humaan} opvult. Beleidsmatig is er in die gevallen voor gekozen om de Maximale Waarde te toetsen aan 50% van het MTR_{humaan} (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 $\mu\text{g/kg}$ lichaamsgewicht/dag naar 0,84 $\mu\text{g/kg}$ lichaamsgewicht/dag in verband met een overschatting veroorzaakt door een dubbeltelling van de achtergrondblootstelling van lood via drinkwater¹⁰. In GES wordt hierbij aangesloten. Voor lood en arseen zijn grote internationale evaluaties verschenen, die eigenlijk aanpassing van de achtergrondblootstelling noodzakelijk maken. De MTR_{humaan} -waarden moeten ook worden aangepast. Check of deze waarden al van kracht zijn geworden. Bijvoorbeeld voor arseen komt

¹⁰ Voor aanvullende informatie zie GGD Richtlijn Gezondheidsrisico Bodemverontreiniging.

er eind 2017 een handreiking voor de risicobeoordeling van arseen in de bodem voor particuliere groenteteelt.

Voor genotoxisch carcinogene stoffen zonder drempelwaarde voor effecten is bij de afleiding van de humaan-toxicologische onderbouwde risicogrens van de Maximale Waarde gekozen voor een toetsing aan het Verwaarloosbare Risico (VR_{humaan}). 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 $MTR_{\text{humaan}}/100$ gebruikt.

Als derde toetsingscriterium in GES geldt het Saneringscriterium dat is afgeleid op basis van de humaan-toxicologische risico's voor één 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_{humaan} zonder aftrek van de achtergrondblootstelling (AB) van de specifieke stof. Voor genotoxisch carcinogenen, stoffen zonder drempelwaarde voor effecten, wordt eveneens getoetst aan het Maximaal Toelaatbare Risico (MTR_{humaan}). 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}).

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 in 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.

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 per 1 juni 2013. De streefwaarden voor grondwater zijn overigens niet veranderd ten opzichte van de Circulaire bodemsanering 2008. Ze staan ook nog steeds in Circulaire 2013.

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 later herzien (Tiesjema & Baars, 2009). Indien er geen achtergrondblootstelling bekend is wordt 50% van de TCL als toetsing gebruikt. Voor genotoxisch carcinogene stoffen zonder drempelwaarde voor effecten 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 genotoxisch carcinogenen zonder drempelwaarde voor

effecten wordt getoetst aan de kans op een extra geval van kanker bij levenslange blootstelling van 1 op 10.000 (10^{-4}).

Bodemverontreinigende stoffen en MTR_{humaan}

Bij bodemverontreiniging kan het gaan om een groot scala aan stoffen, onderverdeeld in de stofgroepen metalen, anorganische verbindingen, aromatische verbindingen, polycyclische aromatische koolwaterstoffen, gechloreerde koolwaterstoffen, bestrijdingsmiddelen en overige verbindingen, waaronder minerale olie. De stoffen die heeft meest worden aangetroffen bij bodemverontreiniging worden nader toegelicht.

De metalen die in GES zijn beoordeeld zijn gegeven in de tabel. Gegeven is het MTR_{humaan} en de achtergrondblootstelling (AB). Voor metalen waarbij de Maximale Waarde is gebaseerd op 50% van het MTR_{humaan} is ook deze toetsingswaarde gegeven. Dit laatste is alleen het geval voor zink. Er zijn geen genotoxisch carcinogenen zonder drempelwaarde onder de metalen waardoor er geen toetsing plaatsvindt aan het $MTR/100$. Arseen (As) wordt door de IARC geclassificeerd als groep 1 carcinogeen en daarom geldt de drempelwaarde benadering niet meer. De MTR_{humaan} is voorlopig teruggetrokken voor levenslange blootstelling. Er komt een nieuwe waarde na 2017. Voor arseen zijn er internationale beoordelingen waarin uit epidemiologische gegevens BMDLs (Benchmark Dose Lower confidence limit) zijn afgeleid als risicomaat. Deze risicomaat dient in combinatie met een zogenaamde Margin of Exposure (MOE) te worden toegepast. Deze beoordeling wordt in 2018 van kracht. Alle waarden zijn gegeven in μg per kg lichaamsgewicht per dag. De onderstreepte waarden zijn de in GES gebruikte toetsingsconcentraties.

Stof	MTR_{humaan} ($\mu\text{g}/\text{kg lg}/\text{dag}$)	AB* ($\mu\text{g}/\text{kg lg}/\text{dag}$)	$MTR - AB^{**}$ ($\mu\text{g}/\text{kg lg}/\text{dag}$)	50% MTR ($\mu\text{g}/\text{kg lg}/\text{dag}$)
Arseen (As)	<u>teruggetrokken#</u>	<u>teruggetrokken#</u>	<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>2,8</u>	0,84	<u>2,76</u>	-
Zink (Zn)	<u>500</u>	(300)	(200)	<u>250</u>

* : AB = Achtergrondblootstelling

** : $MTR - AB$ = MTR minus achtergrondblootstelling

: Deze waarde wordt eind 2017 vervangen door een andere methode

: <https://zoek.officielebekendmakingen.nl/stcrt-2013-16675.html>

De Maximale waarden horen bij een duurzaam geschikte toestand van de bodem, gegeven het gebruik (VROM, 2008). De 'Maximale Waarde wonen' is gebaseerd op hetzelfde blootstellingsscenario als de interventiewaarde, maar voor de Maximale Waarde van lood wordt de generieke blootstelling aan lood via andere bronnen (voornamelijk van voedsel) in mindering gebracht op het MTR_{humaan} .

- Voor lood is een wijziging doorgevoerd. Het MTR_{humaan} (van $3,6 \mu\text{g}/\text{kg lg}/\text{dag}$) voor lood is op basis van onderzoeksgegevens beleidsmatig voorlopig verlaagd naar een waarde van $2,8 \mu\text{g}/\text{kg lg}/\text{d}$. Een definitieve MTR voor lood moet nog vastgesteld worden.
- 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.
- Een validatie-onderzoek met biggen naar de humane biobeschikbaarheid van lood gaf aan dat er hooguit geringe aanpassing mogelijk is van de BCF (bioconcentratiefactoren).

De loodblootstelling bij kinderen is in de afgelopen decennia flink gedaald, vooral door het verbod op loodhoudende benzine. Juist bij lage loodblootstelling treedt relatief veel IQ-puntenverlies op. Bij kinderen met een loodinhoud van $0,5 \text{ microgram}/\text{kg}/\text{dag}$ kan gemiddeld circa één IQ-puntenverlies optreden. Op populatieniveau betekent het verlies van één IQ-punt dat de sociaaleconomische status en arbeidsproductiviteit van een bevolking ongunstig worden beïnvloed. Bij kinderen wordt één IQ-punt daling geassocieerd met een latere afname in productiviteit van 2% (GGD GHOR Kennisnet, 2016).

Bij kinderen met een loodinname van 1,9 microgram/kg/dag kan gemiddeld circa *drie IQ puntverlies* optreden. Drie IQ-puntverlies op populatieniveau betekent:

- een toename van 57% in het aantal mensen met een IQ-score onder 70;
- een afname van 40% in het aantal mensen met een IQ-score boven 130. (GGD GHOR Kennisnet, 2016).

De loodinname die bij kinderen leidt tot één of drie IQ-puntverlies kan met het blootstellingsmodel CSOIL worden omgerekend naar een gehalte lood in bodem. In de notitie Lood in bodem staat een tabel met gezondheidkundige advieswaarden. De waarden zouden naast de GES scores gebruikt kunnen worden als specifiek naar kinderen wordt gekeken (GGD GHOR Kennisnet, 2016).

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_{humaan} -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_{humaan} voor de som-PAK is daardoor niet te geven.

In de onderstaande tabel is voor B(a)P en som-PAK het MTR_{humaan} (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_{humaan} ($\mu\text{g}/\text{kg}$ lg/dag)	AB* ($\mu\text{g}/\text{kg}$ lg/dag)	MTR – AB** ($\mu\text{g}/\text{kg}$ lg/dag)	MTR/100 ($\mu\text{g}/\text{kg}$ 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 de achtergronden van de beoordeling van bodemverontreiniging met vluchtige verbindingen wordt verwezen naar Informatieblad 'Grip op vluchtige verbindingen' Zie:

<https://www.risicotoolboxbodem.nl/sanscrit/vluchtigestoffen/gripopvluchtigeverbindingen.pdf>

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 de 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. De gemeten concentraties in de binnenlucht zijn niet hoog. Voor het tweede toetsingscriterium in GES, toetsing aan de HumToxMW, zou de achtergrondconcentratie in de binnenlucht (AC_{lucht}) van de TCL afgetrokken moeten worden om de gezondheidkundige toetsingswaarde te verkrijgen. Door de lage gemeten achtergrondconcentratie leidt dit echter tot een gezondheidkundige toetsingswaarde die nauwelijks verschilt van de TCL. Om voor vluchtige verbindingen een onderscheid te maken tussen het niveau van de humaan-toxicologisch onderbouwde risicogrenzen van de Maximale Waarde en het

saneringscriterium is als gezondheidkundige toetsingswaarde voor de HumToxMW gekozen voor 50% van de TCL.

Voor genotoxisch 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 aromaten	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	20	(2,2)	(17,8)	(10)	<u>0,02</u>
Tolueen	400	(10,1)	(389,9)	<u>200</u>	-
Ethylbenzeen	770	(1,1)	(768,9)	<u>385</u>	-
Xylenen	870	(4,5)	(865,5)	<u>435</u>	-
Vluchtige gechloreerde verbindingen	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	250	(0,2)	(250)	<u>125</u>	-
Trichlooretheen	200	(0,8)	(200)	<u>100</u>	-
Cis-1,2- /dichlooretheen	60	-	-	<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 (zie later) 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 kunnen 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 & Wintersen, 2007).

In het kader van actief bodembeheer is door veel gemeenten een bodemkwaliteitskaart gemaakt. De bodemkwaliteitskaart is opgesteld op basis van bodemonderzoeken die verricht zijn in het kader van aanvragen voor bouwvergunningen, grondtransacties of onderzoek naar (mogelijke) bodemverontreiniging. Indien er sprake is van een puntbron 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;
- 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, oftewel 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 gewasconsumptie 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 HumToxMW en HumToxSanscrit berekend zijn voor de standaardbodem, dienen de actuele meetwaarden met de voor de standaardbodem afgeleide normwaarden gecorrigeerd te worden voor de actuele bodemeigenschappen (zand, klei, veen). 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. Deze correcties zijn evenredig met het gehalte organische stof. Het organisch stofgehalte en lutumgehalte van de grond zijn gegeven in de onderzoek rapportages. Hierin staat meestal ook de correctie beschreven.

Ook in bijlage G uit de Regeling Bodemkwaliteit (VROM, 2007) is de bodemtypecorrectie beschreven (<http://wetten.overheid.nl/BWBR0023085/2017-02-01#BijlageG>). 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 Milieu en gezondheid in ruimtelijke planvorming via de website van IenW (<https://www.rijksoverheid.nl/documenten/regelingen/2010/06/11/handboek-ges-bodemtypecorrectie-module-q-xls>) en GGD GHOR Nederland 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 in 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 default waarde 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 VOLASOIL is de default waarde 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 default waarden: 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 gechloreerde verbindingen tetrachlooretheen, trichlooretheen, cis-1,2-dichlooretheen en vinylchloride. 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 lood kan voor kinderen ook gekeken worden naar de advieswaarden uit de Toelichting Lood in bodem en gezondheid (GGD GHOR Kennisnet, 2016). Daarbij wordt dan het verlies van >3 IQ-puntverlies op de MTR-waarde beoordeeld.

Sinds november is in de risicotoolbox bodem te gebruiken (<http://www.risicotoolboxbodem.nl>).

De module diffuus lood stelt gebruikers van de module in staat om in een diffuus verontreinigd gebied met bodemlood de zogenaamde 'aandachtsplekken' in beeld te brengen. Dit zijn plekken waar kinderen intensief in contact kunnen komen met bodemlood waardoor de blootstelling mogelijk te hoog is. Met de module kunnen meerdere zones binnen een diffuus verontreinigd gebied de blootstelling in beeld gebracht worden. Zo is het mogelijk om het effect van maatregelen door te rekenen en worden de uitkomsten van de beoordeling uitgedrukt in een vermindering van IQ punten (indicatief).

Voor de beoordeling van PAK dienen toxiciteitsequivalenten ten opzichte van benzo(a)pyreen berekend te worden. De methode hiervoor is eerder aangegeven. Voor de standaard GES beoordeling is B(a)P gekozen als indicator voor het risico van PAK. Door het RIVM is een indicatieve som-PAK waarde afgeleid voor de HumToxMW (risiconiveau 10⁻⁶ levenslang) voor de bodemfuncties “wonen met tuin” en “moestuinen/volkstuinen”.

De toetsingscriteria voor GES zijn kort samengevat in de tabel.

Niet-vluchtige stoffen	Achtergrondwaarde (P-95 AW2000)	HumToxMW grond (4 bodemfuncties)	HumToxSanscrit grond (4 bodemfuncties)
Vluchtige stoffen	Streefwaarde grondwater	HumToxMW grondwater (1 bodemfunctie)	HumToxSanscrit grondwater (1 bodemfunctie)

In de volgende tabellen zijn de GES-toetsingswaarden per stof gekwantificeerd. De waarden zijn gegeven voor de standaard bodem. Voor vergelijking met de actuele bodemconcentratie dient bodemtypecorrectie te worden toegepast (actuele bodemconcentratie omrekenen naar standaardbodem of normwaarden voor standaardbodem omrekenen voor actuele bodemtype). De berekeningen zijn uitgevoerd met behulp van CSOIL2000 met de default parameters die passen bij de bodemfunctie. De indicatieve som-PAK HumToxMW is overgenomen uit de RIVM rapportage (Dirven-van Breemen, 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 [^]											
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	210*	360*	70*	120*	1800*	534	727	140	235	3592
		370**	390**	260**							
Zn	140	25517	202594	1842	3651	982689	51033	405188	3685	7303	1965377

*Otte, 2016

** GGD GHOR Kennisnet Lood in bodem advieswaarden, 2016

[^] De beoordelingsmethode voor arseen wordt eind 2017 door RIVM opnieuw vastgesteld. Op dit moment zijn de oude waarden niet meer geldig. Arseen is daardoor voorlopig maatwerk geworden.

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

De GES-score is 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_{humaan} 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_{humaan} (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 onaanvaardbare humane risico's op. Voor meer gevoelige bodemfuncties kunnen er wel humane risico's optreden. Bijvoorbeeld: geen onaanvaardbare 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 onaanvaardbare humane risico's op. Hoewel het gehanteerde model eerder een overschatting zal geven van de risico's is een onderschatting van de risico's niet uitgesloten. De gehanteerde GES-score van 2 voorziet hierin.

Concentratie *	GES-score	Opmerkingen
Cg<AW2000	0	geen overschrijding Achtergrond/Streefwaarde geen gezondheidsrisico
Cgw<SW	0	
AW<Cg<HumToxMW	2	wel bodemverontreiniging gezondheidsrisico onwaarschijnlijk
SW<Cgw<HumToxMW	2	
HumToxMW<Cg<HumToxSanscrit	4	wel bodemverontreiniging gezondheidsrisico mogelijk
HumToxMW<Cgw<HumToxSanscrit	4	
Cg>HumToxSanscrit	6	overschrijding maximaal toelaatbaar risico gezondheidsrisico waarschijnlijk
Cgw>HumToxSanscrit	6	

*: Cg = concentratie in grond; Cgw = concentratie in grondwater; SW = Streefwaarde grondwater; AW= Achtergrondwaarde

Q – Bovengrondse hoogspanningslijnen en elektromagnetische velden¹¹

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

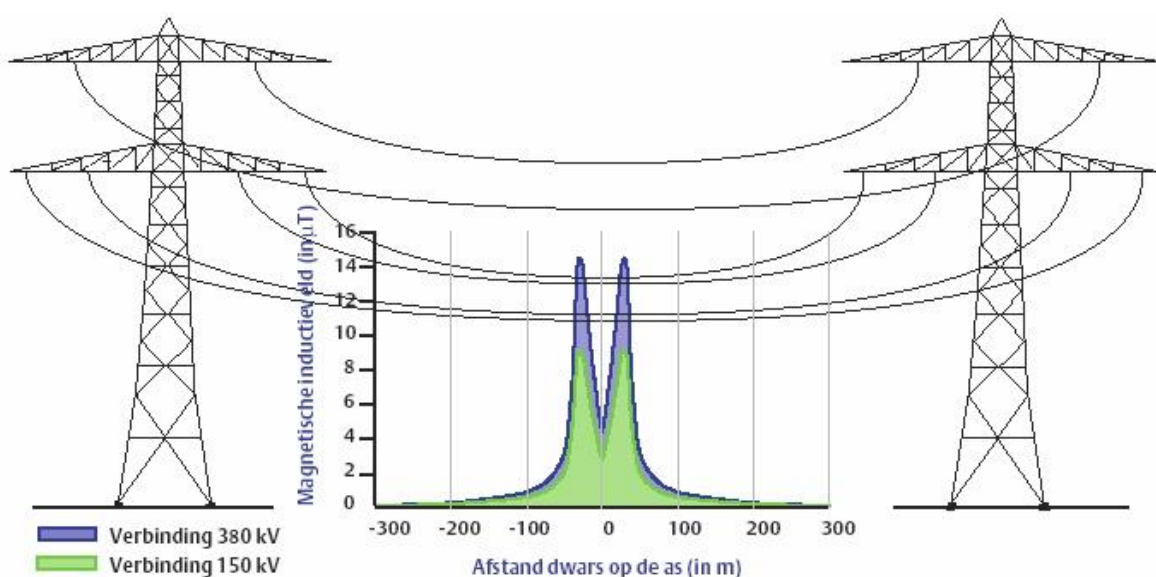
De sterkte van het magnetische veld rond een hoogspanningslijn is afhankelijk van vele factoren. Enkele belangrijke factoren zijn:

- 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 eenzelfde type hoogspanningslijn die alleen een woonwijk van stroom voorziet.

¹¹ 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 fasedraden of fasebundels, die elkaars magnetische veld afhankelijk van de fasevolgorde kunnen versterken of verzwakken.

De grootte van het magnetisch veld neemt exponentieel af met de afstand. Op een 10x zo grote afstand is het magnetisch veld circa 100x zo laag. In de figuur is een illustratie gegeven van het verloop van het magnetische veld.



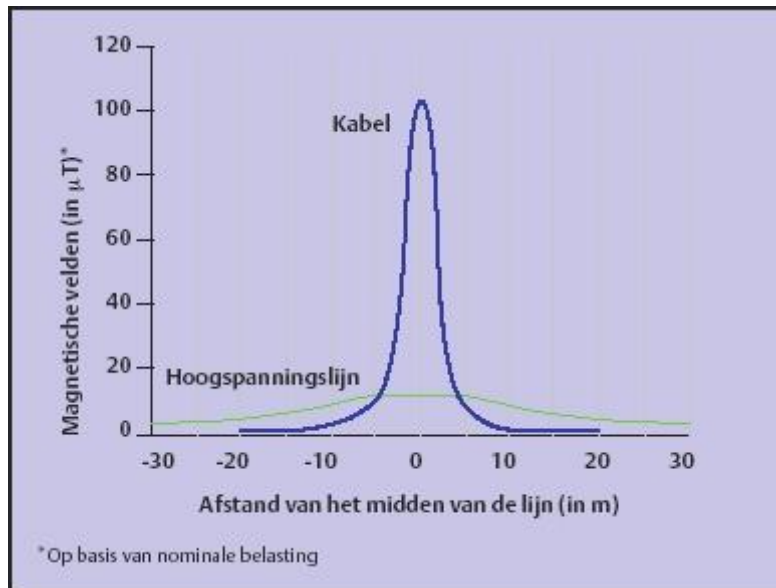
Bron: Brochure elektrische en magnetische velden, TenneT, 2004.

Per 1 januari 2002 is er door KEMA/RIVM een digitaal bestand samengesteld met de locaties van de hoogspanningslijnen. KEMA heeft per lijn een berekening gemaakt van de afstanden tussen de hartlijn en de plaats waar het magnetische veld de waarden 0,2, 0,3, 0,4 en 0,5 μT bereikt. In de tabel zijn de 10-, 50- en 90-percentielwaarden van de zonebreedtes weergegeven (Stuurman & Van Wolven, 2002). Hiermee wordt de spreiding van de magnetische veldsterkte rond de mediane waarde (P50) inzichtelijk gemaakt.

Type hoogspanningslijn	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. Bij indicatieve metingen van het RIVM aan vier ondergrondse 150 kV-kabels varieerde de afstand waarop de waarde van 0,4 μT wordt bereikt van ongeveer van 5 tot 30 meter (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 μT -contour) van hoogspanningslijnen

Er zijn verschillende mogelijkheden om de zonebreedte van de 0,4 μT -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 korte termijneffecten en langetermijneffecten.

Korte termijneffecten

Ter bescherming van de bevolking tegen korte termijneffecten 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 korte termijn 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; 2009).

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. In een meta-analyse van Kheifets (Kheifets et al., 2010) van studies naar ELF-EM velden en kinderleukemie gepubliceerd vanaf 2000 (tot 2010) wordt geconcludeerd dat de resultaten in lijn zijn met bevindingen van Ahlbom en Greenland en een associatie laten zien tussen blootstelling aan ELF-EM velden en kinderleukemie. Echter, de associaties in deze meta-analyse zijn wat minder sterk dan de eerdere bevindingen. Het relatieve risico van leukemie bij kinderen is mogelijk verhoogd bij veldsterkten hoger dan ergens tussen 0,2 en 0,5 μT (Van der Plas et al., 2001). Op basis van de epidemiologische onderzoeken blijkt voor Nederland het toegevoegd individueel risico op het krijgen van leukemie door kinderen in gebieden met een magnetische veldsterkte van meer dan 0,3 à 0,4 μT maximaal ongeveer $3 \cdot 10^{-5}$ per jaar te bedragen. In principe is er sprake van een *mogelijk* risico dat een factor 30 hoger is dan het MTR. Strikt genomen geldt dit risico alleen voor kinderen tot 15 jaar en kan dit risico niet worden vergeleken met het MTR omdat het MTR uitgaat van levenslange blootstelling. Op basis van de veldsterkteberekeningen en schattingen van het aantal blootgestelde kinderen schat het RIVM dat er jaarlijks 0,4 tot 0,5 extra gevallen van leukemie toegeschreven kunnen worden aan de magnetische velden afkomstig van hoogspanningslijnen (Pruppers, 2003).

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 (Huss et al., 2008). Frei heeft dit onderzoek in Denemarken gerepliceerd, maar vond geen relatie tussen blootstelling aan ELF-EM velden van hoogspanningslijnen en de ziekte

van Alzheimer of andere neurodegeneratieve ziekten (Frei, et al., 2013). Over een verband tussen ELF-EM velden en neurodegeneratieve ziekten is vooralsnog geen conclusie te trekken.

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 *Netkaart* kan opgezocht worden hoe breed de *indicatieve magneetveldzone* (van 0,4 μ T) is. De *Netkaart* is te vinden via <http://geodata.rivm.nl/netkaart.html>. 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. Een overzicht wordt gegeven in het kennisbericht “Hoogspanningslijnen en kinderleukemie” van het Kennisplatform Elektromagnetische Velden te vinden via de internetsite http://www.kennisplatform.nl/pdf/Herziening%202014_2009%20-%20004%20Kennisbericht%20-%20hoogspanningslijnen%20en%20kinderleukemie.pdf.

GES-score

De GES-systematiek wordt toegepast op bovengrondse hoogspanningslijnen. Uit jurisprudentie blijkt dat het beleid (0,4 μT) in beginsel ook van toepassing is op ondergrondse kabels. Over het algemeen ontbreekt echter informatie over de veldsterkte en de afstand, zodat er geen GES-scores bepaald kunnen worden. 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 μ T) van de 380 kV hoogspanningslijn Diemen – Lelystad 2x140 meter.



Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu
Ministerie van Volksgezondheid,
Welzijn en Sport

Netkaart

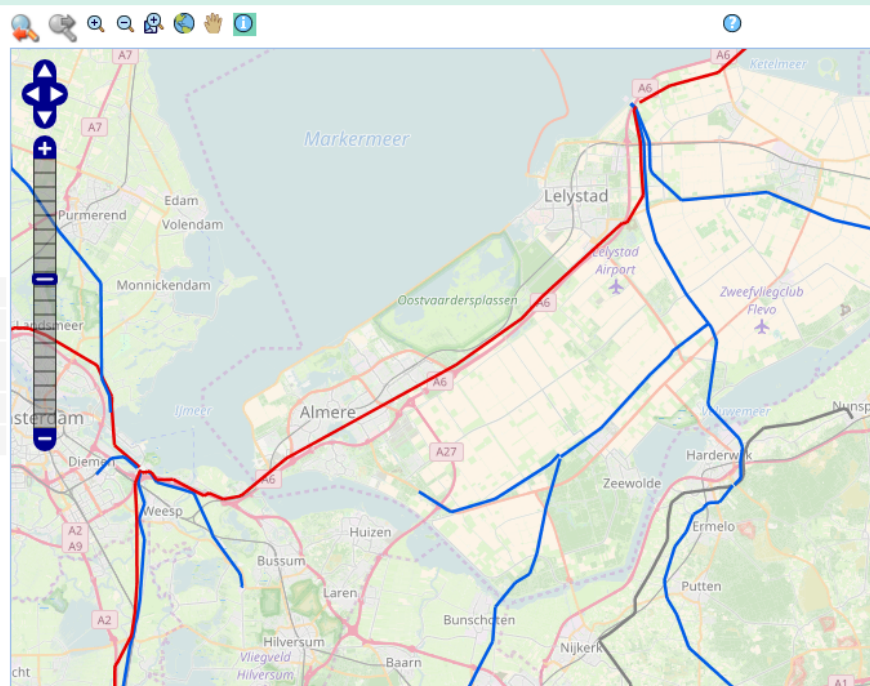
De indicatieve zone in de Netkaart is bepaald voor een individuele bovengrondse hoogspanningslijn. Als er een andere bovengrondse hoogspanningslijn in de buurt is, zal die het magnetisch veld beïnvloeden. Ook kan het voorkomen dat de jaargemiddelde belasting van een hoogspanningslijn hoger is dan 30% (220 en 380 kV lijnen) of 50% (50, 110 en 150 kV lijnen) van de ontwerpbelasting. In die gevallen kan de specifieke zone uitgestrekter zijn dan de indicatieve zone die nu in de Netkaart is aangegeven. Bij twijfel kan de specifieke magnetisch veldzone volgens de Handreiking worden berekend, waarbij beïnvloeding wordt meegenomen en/of met een hoger percentage wordt gerekend.

Spanning

- 380 kV
- 220 kV
- Combilijn
- 150 kV
- 110 kV
- 50 kV

Informatie

Lijnnaam	diemen-lelystad
Spanning	380 kV
Indicatieve zone	2x 140 meter
Netbeheerder	TenneT
Contact	0800-8366388



De afstand van de hartlijn tot de grens van de 0,4 μ T zone is dus 140 m (A). Uitgaande van de tabel ligt de 0,3 μ T zone op 160 m (A + 20) van de hartlijn en de 0,2 μ T zone op 193 m (A + 53) van de hartlijn van de 380 kV hoogspanningslijn. De bijbehorende contouren van de GES-scores zijn dan:

Hoogspanningslijn	Afstand in meters van hartlijn	GES-score
Diemen – Lelystad 380 kV	> 193	0
	193 - 160	2
	160 - 140	4
	< 140	6

In GES wordt gebruik gemaakt van de 50-percentiel waarde van de zonebreedtes waarop een magnetische veldsterkte van 0,2, 0,3 en 0,4 μ T volgens de berekeningen wordt bereikt. De afstanden zijn steeds gerekend vanuit het hart van de hoogspanningslijnen. Bedacht moet worden dat het om schattingen gaat.

Indien wenselijk kan voor de beoogde hoogspanningslijn een veldsterkteberekening van de specifieke jaargemiddelde magnetische veldsterkte van 0,2 μ T, 0,3 μ T en 0,4 μ T uitgevoerd worden. Dit kan overwogen worden in de gevallen dat de dichtstbijzijnde bebouwing binnen de indicatieve zone van

0,4 μ T ligt of indien er sprake is van een complexe situatie, zoals kruisende hoogspanningslijnen, twee parallelle lijnen of bij een vertakking van de hoogspanningslijn. De berekening kan uitgevoerd worden door de KEMA, TNO of adviesbureaus. De berekening dient uitgevoerd te worden conform de meest recente handreiking van het RIVM. De actuele, geldige versie van de handreiking is te vinden op:

http://www.rivm.nl/Documenten_en_publicaties/Professioneel_Praktisch/Protocollen/Milieu_Leefomgeving/RIVM_handreiking_zoneberekening_versie_4_1_26_oktober_2015/Download/RIVM_handreiking_zoneberekening_versie_4_1_26_oktober_2015.org.

R - Buisleidingen en externe veiligheid

Emissie en verspreiding

Het vervoer van gevaarlijke stoffen door buisleidingen

Externe veiligheidsaspecten treden op bij het transport van gevaarlijke stoffen door buisleidingen. Door bijvoorbeeld graafschade, corrosie of mechanische schade kunnen gevaarlijke stoffen vrijkomen en brand of een explosie ontstaan of kunnen er toxische stoffen in de lucht komen. Vooral van belang zijn hogedrukaardgasleidingen, buisleidingen met brandbare vloeistoffen en buisleidingen met overige (chemische) stoffen.

Nederland kent zo'n 18.000 km aan ondergrondse buisleidingen voor het hoofd- en regionaal transport van gevaarlijke stoffen. Op dit moment liggen de belangrijkste buisleidingenbundels tussen de havens en de chemische industrieclusters in binnen- en buitenland. Belangrijke Nederlandse clusters liggen in Rotterdam/Moerdijk, IJmond/Amsterdam, Zuid-Limburg, Eemshaven, Delfzijl en Terneuzen. Met name door Zuid- en Midden-Nederland loopt een belangrijke (petro)chemische corridor, die is aangesloten op netwerken in Duitsland en België. Daarnaast ligt door heel Nederland een aardgasnetwerk en is Nederland aangetakt op transport van gas via de Noordzee (Structuurvisie Buisleidingen 2012-2035).

Besluit externe veiligheid buisleidingen (Bevb)

Het externe veiligheidsbeleid voor buisleidingen is geregeld in het Besluit externe veiligheid buisleidingen (Bevb). Het Bevb geldt voor:

- buisleidingen voor aardgas met een uitwendige diameter van 50 mm of meer en een druk van 1.600 kPa of meer;
- buisleidingen voor brandbare stoffen (bijvoorbeeld isopropeen, propeenoxide, butaan, buteen, propeen, vinylchloride, propaan en waterstof) met een uitwendige diameter van 70 mm of meer of een binnendiameter van 50 mm of meer en een druk van 1.600 kPa of meer;
- buisleidingen voor vergiftige stoffen (bijvoorbeeld chloor, ammoniak, koolmonoxide, formaldehyde, waterstofchloride, etheenoxide en monovinylchloride);
- buisleidingen voor specifieke stoffen met een uitwendige diameter van 70 mm of meer of een binnendiameter van 50 mm of meer en een druk van 1.600 kPa of meer.

Het vervoer van gevaarlijke stoffen in buisleidingen die deel uitmaken van een inrichting valt onder het Besluit Externe Veiligheid Inrichtingen (Bevi).

Het Bevb beschrijft de taken en verantwoordelijkheden van de leidingexploitant en van de gemeenten. Het Bevb geeft de risiconormen voor het plaatsgebonden risico (PR) en regels voor het groepsrisico (GR). Voor het Bevi en de omschrijving van deze risicomaten wordt verwezen naar Module D Bedrijven en externe veiligheid.

Rekenmethoden

De Regeling externe veiligheid buisleidingen (Revb) van 2010 en laatst gewijzigd op 1 juli 2014 geeft aan welke rekenmethodieken gebruikt moeten worden om de externe veiligheidsrisico's in een kwantitatieve risicoanalyse (QRA) te berekenen. De Handleiding risicoberekeningen Bevb (Harb, versie 2.0) geeft alle technische en inhoudelijke informatie die nodig is om het plaatsgebonden risico en het groepsrisico te bepalen. Voor hogedruk aardgasleidingen moeten de risico's worden berekend met het rekenpakket CAROLA en voor buisleidingen met aardolieproducten en chemicaliën met het rekenpakket SAFETI-NL.

De exploitant van de buisleiding moet actuele gegevens en berekeningen beschikbaar hebben over het Plaatsgebonden Risico van zijn buisleidingen. Bij aanleg van een nieuwe buisleiding moet de exploitant ook actuele gegevens over het Groepsrisico hebben. Voor de exploitant geldt een zorgplicht. De exploitant moet alle maatregelen treffen die redelijkerwijs gevergd kunnen worden om de risico's voor de omgeving te beperken. De exploitant legt vast hoe aan de zorgplicht wordt voldaan en hoe deze doelstelling wordt bewaakt via een veiligheidsbeheerssysteem. De gemeente

legt de eisen en veiligheidsafstanden vast in bestemmingsplannen. Een bestemmingsplan geeft de ligging weer van de in het plangebied aanwezige buisleidingen met de bijbehorende belemmeringenstrook ten behoeve van het onderhoud van de buisleiding. De belemmeringenstrook is tenminste vier meter aan weerszijden voor buisleidingen voor aardgas met een druk van 1.600 tot en met 4.000 kPa en tenminste vijf meter voor andere buisleidingen. Dit wordt gemeten vanuit het hart van de buisleiding. In deze belemmeringen strook mogen geen bouwwerken worden opgericht en geen werken en werkzaamheden verricht die invloed hebben op de integriteit en werking van de buisleiding. Het Handboek buisleidingen in bestemmingsplannen (IenM, 2016) beschrijft onder meer het wettelijk kader, voorgeschreven rekenmethodes en het beoordelingskader voor het ruimtelijk inpassen van buisleidingen.

Bij een wijziging van de buisleiding geldt een meldingsplicht voor leidingexploitanten en moeten zij onderzoek doen naar de invloed van die wijziging op het PR en het GR. Bij een verhoging van het PR of het GR kan deze wijziging alleen worden doorgevoerd als deze in overeenstemming is met het geldende bestemmingsplan of een daarvoor verleende omgevingsvergunning.

Bij een ruimtelijke ontwikkeling in de nabijheid van buisleidingen kan altijd bij de exploitant naar actuele gegevens over het PR worden gevraagd. Actuele berekeningen van het GR heeft de leidingexploitant echter alleen ten tijde van de aanleg van de buisleiding. Het actueel houden van informatie over het GR is niet de verantwoordelijkheid van de leidingexploitant, maar van de initiatiefnemer of het bevoegd gezag voor het ruimtelijk plan. Op basis van de actuele gegevens over het PR en gegevens over de actuele personendichtheid kan de initiatiefnemer of het bevoegd gezag het GR (laten) berekenen.

Structuurvisie

In de Structuurvisie Buisleidingen 2012-2035 worden hoofdverbindingen aangewezen waar ruimte moet worden vrijgehouden voor buisleidingen. Deze zogenoemde leidingstroken mogen niet bebouwd worden. Uitgangspunt is een strook van 70 meter breedte. Een dergelijke breedte maakt het in principe mogelijk om zes tot acht buisleidingen op een onderlinge afstand van vijf tot zeven meter (gemeten van hart tot hart) aan te leggen. In het Besluit algemene regels ruimtelijke ordening (Barro) is deze verplichting opgenomen. In de Regeling algemene regels ruimtelijke ordening (Rarro) zijn de voorkeurstracés voor buisleidingen opgenomen.

Risico Register Gevaarlijke Stoffen

De risico's van het transport van gevaarlijke stoffen door buisleidingen zijn ook opgenomen in het Risico Register Gevaarlijke Stoffen (RRGS). Op de bijbehorende risicokaarten (zie www.risicokaart.nl) is de ligging van de buisleidingen aangegeven, maar geen risicoafstanden.

Maatregelen ter vermindering van risico's of effecten

In de tabel wordt een aantal maatregelen gegeven, die te treffen zijn voor vermindering van de risico's en/of effecten van het transport van gevaarlijke stoffen door buisleidingen. Deze zijn afkomstig uit de Handleiding risicoberekeningen Bevb en Bijlage 2 van de beleidsbrief "Aanvullende mitigerende maatregelen buisleidingen" van het ministerie van IenM van 6 maart 2014.

Maatregelen ter vermindering van risico's of effecten
Algemeen: - Effectief veiligheidsbeheerssysteem - Implementatie van overdrukbeveiligingssysteem, dat 'strenger' kan worden ingesteld. - Verleggen van een buisleiding - Afkoppelen/vervangen van een buisleiding
Graafschade: - Buisleidingen dieper leggen, opbrengen van beschermend materiaal of grond boven op een buisleiding - Duidelijke bovengrondse markeringen of afscheidingen/fysieke barrières van de buisleiding, periodieke communicatie

- WION systeem, uitgevoerd met aanvullend actief rappel. Een WION systeem is een op de Wet Informatie-uitwisseling Ondergrondse Netten gebaseerd informatiesysteem waarin informatie over de ligging van kabels en leidingen is opgenomen.
Corrosie - Corrosie management systeem - Coating en kathodische bescherming (potentiaal verlaging waardoor corrosie niet optreedt) - Effectief monitoring programma van coating en kathodische bescherming
Mechanische schade - Hoge resolutie inspectie van de binnenzijde van de buisleiding op corrosie, barsten, scheuren, metaalmoeheid en andere beschadigingen, gecombineerd met defectanalyse en reparatie. Hierbij wordt een computergestuurd apparaat voorzien van sensoren door de buisleiding gestuurd waarbij de integriteit van de buiswand in detail wordt bekeken. - Nagaan van de bodemgesteldheid met inventarisatie van kritische gebieden, zoals mijnbouw, kunstwerken of veen, in verband met zettingen en spanningen in de bodem

Gezondheidkundige beoordeling

Plaatsgebonden Risico

Het Bevb gaat uit van grens- en richtwaarden voor het plaatsgebonden risico (PR) en een verantwoordingsplicht van het groepsrisico (GR). De regeling voor buisleidingen is hiermee vergelijkbaar met de regeling voor inrichtingen zoals vastgelegd in het Besluit externe veiligheid inrichtingen (Bevi) of voor het transport over de weg, het spoor en water in het Besluit externe veiligheid transportroutes (Bevt). Ook voor vervoer van gevaarlijke stoffen door buisleidingen geldt een grenswaarde voor het Plaatsgebonden Risico van 10^{-6} /jaar. Er wordt 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.

Op de exploitant rust de verplichting om het PR ten gevolge van de buisleiding ter plaatse van een kwetsbaar object niet hoger te laten zijn dan 10^{-6} per jaar. Bij de aanleg van een nieuwe buisleiding of vervanging van een bestaande buisleiding voor aardgas met een druk tussen de 1.600 tot en met 4.000 kPa mag het PR op 4 meter afstand en voor overige buisleidingen op 5 meter afstand van weerszijden van de buisleiding niet hoger zijn dan 10^{-6} per jaar. Er wordt gemeten vanuit het hart van de (buitenste) buisleiding. Dit betekent dat de PR 10^{-6} -contour bij een nieuwe buisleiding binnen de belemmeringenstrook komt te liggen.

Vaak ligt er maar één ondergrondse buisleiding voor gevaarlijke stoffen in een omgeving. Soms liggen er meerdere leidingen en is er sprake van bundeling. De wettelijke norm voor het plaatsgebonden risico is brongericht en houdt geen rekening met de cumulatie van de risico's van meerdere bronnen in dezelfde omgeving. Zowel de normstelling als de wettelijke rekenmethoden gaan dus uit van het bepalen van het risico per afzonderlijke leiding.

Groepsrisico

Voor het groepsrisico is geen grenswaarde, maar een oriëntatiewaarde. Het groepsrisico wordt voor buisleidingen uitgedrukt per kilometer buislengte. De normlijn (oriëntatiewaarde) is gelijk aan die voor het transport van gevaarlijke stoffen over de weg, het spoor of het water:

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

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

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

Als de waarde van het groepsrisico boven deze lijn ligt, dan wordt de oriëntatiewaarde van het groepsrisico overschreden. In tegenstelling tot de grenswaarde voor het Plaatsgebonden Risico mag de oriëntatiewaarde worden overschreden. Het bevoegd gezag moet motiveren waarom de overschrijding van het groepsrisico acceptabel is, gelet bijvoorbeeld op de hoogte van de overschrijding, de mogelijkheden van de hulpverlening, de mogelijkheden van zelfredzaamheid van de bevolking en de haalbaarheid van maatregelen (verantwoordingsplicht groepsrisico). Het verwachte aantal aanwezigen binnen het invloedsgebied van de buisleiding moet worden verantwoord. Soms is een uitgebreide verantwoording noodzakelijk, soms volstaat een beperkte verantwoording.

Voor de berekening van het groepsrisico worden de personen die aanwezig zijn in het invloedsgebied meegeteld. Dit is het gebied tot de grens waarop de letaliteit van die personen 1% is. Het invloedsgebied reikt bij brandbare vloeistoffen tot net buiten de 10^{-6} contour, voor leidingen met aardgas en chemicaliën moet dat per geval berekend worden.

Bij hogedrukaardgastransportleidingen wordt eerst bepaald of het plangebied binnen de 1%-letaliteitscontour van de leiding ligt. Hiervoor kan tabel 5.1 uit het Handboek Buisleidingen in bestemmingsplannen gebruikt worden. In deze tabel is de 1% letaliteitsgrens gegeven bij verschillende diameter en druk van deze transportleidingen. Indien het plan geheel of gedeeltelijk binnen de 1%-letaliteitscontour ligt, moet het groepsrisico worden berekend.

Als het groepsrisico of de toename van het groepsrisico door het besluit lager is dan 10% van de oriëntatiewaarde kan met een beperkte verantwoording volstaan worden. Dit is ook het geval als het plangebied buiten de 100% letaliteitcontour ligt. Tabel 5.2 uit het Handboek Buisleidingen en bestemmingsplannen geeft de 100% letaliteitsgrens bij verschillende diameter en druk van de hogedrukaardgasleidingen.

Als het groepsrisico hoger is dan 10% van de oriëntatiewaarde of het gebied binnen de 100% letaliteitsgrens ligt dan moet de verantwoordingsplicht volledig worden ingevuld.

In het Bevb is vastgelegd, dat in een beperkte verantwoording in elk geval ingegaan wordt op de populatiedichtheid, de hoogte van het groepsrisico, de mogelijkheden tot voorbereiding van bestrijding en voorkoming van de omvang van een ramp of zwaar ongeval en de mogelijkheden voor personen om zichzelf in veiligheid te brengen. Bij een volledige verantwoording moet hiernaast ook nog ingegaan worden op de maatregelen die worden toegepast door de exploitant, de andere mogelijkheden voor ruimtelijke ontwikkelingen met een lager groepsrisico en de voor- en nadelen daarvan en de mogelijkheden en de voorgenomen maatregelen tot beperking van het groepsrisico in de nabije toekomst.

Externe veiligheid en de Omgevingswet

Voor de wijze waarop externe veiligheid wordt opgenomen in de Omgevingswet wordt verwezen naar module D Bedrijven en externe veiligheid.

GES-score

Voor GES zal uitgegaan worden van dezelfde indeling en scores als bij de beoordeling van de externe veiligheid bij transport over de weg, spoor en water. De GES-score wordt bepaald op basis van het Plaatsgebonden Risico en het Groepsrisico. De hoogste GES-score van beide risico's wordt toegekend. Als bijvoorbeeld de oriëntatiewaarde van het groepsrisico groter dan 1 is, wordt een GES-score van 6 toegekend ook als het Plaatsgebonden risico lager is dan 10^{-6} per jaar. De 10^{-8} /jaar-risicocontour is gelijk aan de grens van het invloedsgebied (1% letaliteitsgrens). Dit is een zone waarin de gemeente rekening moet houden met het groepsrisico. Hieraan wordt een GES-score 2 toegekend. De afstanden van het Plaatsgebonden Risico en het invloedsgebied worden gerekend vanaf het hart van de buisleiding.

Plaatsgebonden Risico	Groepsrisico Invloedsgebied Oriëntatiewaarde	GES-score
$< 10^{-8}$	Buiten invloedsgebied	0
$10^{-8} - 10^{-7}$	Binnen invloedsgebied	2
$10^{-7} - 10^{-6}$	0,5 - 1	4
$>10^{-6}$	> 1	6

4. Literatuur en bronverwijzing

Algemeen (alle aspecten)

- Alphen, T. van, L. den broeder & I. Storm (2008) – Meer aandacht voor gezondheid in milieueffectrapportage (eindrapportage). Briefrapportnr. 270001002. RIVM, Bilthoven.
- Bruggen, M. & B. van der Loo (1998) – Gezondheidseffectscreening Milieu en Gezondheid. Fase 1: Ontwikkeling GES Stad & Milieu. Landelijke Vereniging voor GGD'en.
- Bruggen, M. & B. van der Loo (2000) – Gezondheidseffectscreening Milieu en Gezondheid. Fase 2: Test GES Stad & Milieu. GGD Nederland.
- Bruggen, M. van & T. Coenen (red.) (1996) – Handboek Buitenmilieu. LVGGD.
- Fast, T. (2016) – Instrumenten gezondheid en leefomgeving. Fast advies. In opdracht van RIVM, H. Kruize en B. Staatsen
- 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.
- CBS (2011) Luchtverontreiniging, emissies door mobiele bronnen 1990-2009. ISBN 978-90-357-1377-2. P.13).
- 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.
- Cyrus J, Heinrich J, Hoek G, et al. (2003) - Comparison between different traffic-related particle indicators: elemental carbon (EC), PM2.5 mass, and absorbance. Journal of exposure analysis and environmental epidemiology 13(2): 134-43.
- Denier van der Gon, H., Hulskotte, J. (2010) Methodologies for estimating shipping emissions in the Netherlands A documentation of currently used emission factors and related activity data
- 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.
- Dusseldorp, A. et al. (2015) – Veehouderij en gezondheid; Update van kennis over werknemers en omwonenden. RIVM Rapport 2015-0135
- Duyzer, J., H. Westrate, A. Hensen, A. Kraai (2007) - Onderzoek naar emissiefactoren voor fijnstof en stikstofoxiden voor de binnenscheepvaart (Eindrapport), TNO-rapport 2007-AR0791/B.
- Eeftens M, Beelen R, Fischer P, Brunekreef B, Meliefste K, Hoek G. Stability of measured and modelled spatial contrasts in NO₂ over time. *Occupational and environmental medicine* 2011; 68(10): 765-70.
- 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.
- Fischer PH, Marra M, Ameling CB et al (2015) - Air Pollution and Mortality in Seven Million Adults: The Dutch Environmental Longitudinal Study (DUELS). *Environ Health Perspect* 123: 697-704; <http://dx.doi.org/10.1289/ehp.1408254>
- 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.
- Hansler R.J., Traas, T.P., Mennes, W.C. (2006) - Handreiking voor de afleiding van indicatieve milieukwaliteitsnormen. Bilthoven, The Netherlands: RIVM. Rapportnr. 601503024. 64 pp.
- 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.
- Hoek G, Krishnan RM, Beelen R, Peters A, Ostro B, Brunekreef B, Kaufman JD (2013) - Long-term air pollution exposure and cardio-respiratory mortality: a review. *Environmental Health*, 12:43
- 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.
- Hulskotte, J.H.J. & al. (2012) – EMS-protocol Emissies door Binnenvaart: Verbrandingsmotoren. Taakgroep Verkeer en Vervoer (Emissieregistratie. TNO.

- 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.
- Kennisplatform Veehouderij en humane gezondheid (2017) - Kennisbericht Fijnstof en endotoxinen.
http://www.kennisplatformveehouderij.nl?Thema_s
- 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.
- Kornalijslijper, J.E., J.C. Rahamat-Langendoen en Y.T.H.P. van Duynhoven (2008) - Volksgezondheidsaspecten van veehouderijmegabedrijven in Nederland zoönosen en antibioticumresistentie. RIVM briefrapportnr. 215011002.
- Maasen, K. et al. (2016) – Veehouderij en gezondheid omwonenden. RIVM Rapport 2016-0058.
- 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.
- Ogink, N.W.M. en J.J. Erbrink (2016) – Emissies van endotoxinen uit de veehouderij: emissiemetingen en verspreidingsmodellering. WUR, Livestock Research Rapport 959, juni 2016
- 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.
- Thijssen, Th. R. (2005) – Oriënterend onderzoek naar de invloed van de scheepvaart op de concentraties stikstofdioxide langs de Dordtsche Kil en Oude Maas. TNO-rapport R&I-A R 2005/065. TNO, Apeldoorn.
- TNO (2007) – Handleiding CARII, versie 6.1. TNO-rapport 2007-A-R0788/B.
- 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.
- VGO (2017) – Veehouderij en Gezondheid Omwonenden (aanvullende studies). RIVM Rapport 2017-0062.
- V&W (2008) – Scheepvaartinformatie Hoofdvaarwegen Editie 2008. Rijkswaterstaat Dienst Verkeer en Scheepvaart (DVS).
- Zanten, M.C. van et al. (2016) – Monitoringsrapportage NSL 2016. RIVM Rapport 2016-0138.
- Zee, S.C. van der, et al. (2008) - GGD Richtlijn luchtkwaliteit en gezondheid. RIVM rapportnr. 609330008. RIVM, Bilthoven.
- Zee, S. van der, Wessling J, Beijl 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.
- Zwerver, C, Zuurbier, M. (2013) – Luchtverontreiniging en gezondheid in Gelderland. Veiligheid- en Gezondheidsregio Gelderland-Midden. OS 33527.

Geur

- Bulsing, P. (2009) – The link between odors and illness; How health cognitions affect odor perception. Proefschrift, 11 september 2009, Universiteit Utrecht.
- Geelen, L. et al. (2015) – Geurhinder van veehouderij nader onderzocht: meer hinder dan Handreiking Wgv doet vermoeden? Bureau Gezondheid, Milieu & Veiligheid GGD'en Brabant/Zeeland en Institute for Risk Assessment Sciences, Universiteit Utrecht, Tilburg 23 maart 2015
- 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 (2017) – Beleidsreactie op eindadvies bestuurlijke werkgroep evaluatie geurregeling veehouderij. Brief van 1 juni 2017 van de staatssecretaris van Infrastructuur en Milieu aan de Tweede Kamer, IenM/BSK-2017/26509
- Infomil (2012) - Handleiding geur: bepalen van het aanvaardbaar hinderniveau van industrie en bedrijven (niet veehouderijen), 2012
- 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.

Venselaar-Mooij, M. et al. (2015) - GGD-richtlijn medische milieukunde: Geur en gezondheid (algemeen plus onderdeel veehouderij), RIVM Rapport 2015-0106.

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).

Werkgroep evaluatie geurregeling (2016) - Eindadvies bestuurlijke werkgroep evaluatie regeling geurhinder door veehouderijen. Oktober 2016

Geluid

Agentschap 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.

Babisch, W. (2014) - Updated exposure-response relationship between road traffic noise and coronary heart diseases: A meta-analysis. Noise Health, 16, p 1-9, 2014

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 verkeerslawaaï 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 scheepvaartlawaaï. 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 omgevingslawaaï 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.
- Miedema, H.M.E. and H. Vos (2007) – Association between self-reported sleep disturbance and environmental noise based on reanalyses of pooled data from 24 studies. *Behavioral sleep medicine*, 5(1), 1-20
- 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 scheepvaartlawaaï. 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.
- Roo, F. de, et al. (2014) - Overgangstermijnen geluidnormen binnenvaart - Geluidtechnische en financiële consequenties van het toepassen van de normen - Definitief rapport. TNO-rapport 2013 R11830, juli 2014.
- 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.
- Stansfeld, S.A. (2015) - Noise Effects on Health in the Context of Air Pollution Exposure. *Int J Environ Res Public Health*. 12(10): 12735–12760.
- 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) – Lawaaibeheersing. Handboek voor Milieubeheer. Deel III, 1980. Vermande T2805-6-80.
- Vienneau, D. et al. (2015) - The relationship between transportation noise exposure and ischemic heart disease: A meta-analysis. *Environmental Research*, 138, p372-380.
- 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 Omgevingslawaaï. Ministerie van VROM, 14 juli 2004, nr. LMV2004067083.
- VROM (2004) – Besluit Omgevingslawaaï. 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. Verdam, M.J. Zeilmaker (2001) – Re-evaluation of the human-toxicological maximum permissible risk levels. Rapportnr. 711701025. RIVM, Bilthoven.
- Brand, E, P.F. Otte & J.P.A. Lijzen (2007) – CSOIL 2000: an exposure model for human risk assessment of soil contamination, A model description. Rapportnr. 711701054. RIVM, Bilthoven.
- Dirven-Van Breemen, E.M, J.P.A. Lijzen, P.F. Otte, P.L.A. van Vlaardingen, J. Spijker, E.M.J. Verbruggen, F.A. Swartjes, J.E. Groenenberg, M. Rutgers (2007) – Landelijke referentiewaarden ter onderbouwing van maximale waarden in het bodembeleid. Rapportnr. 711701053. RIVM, Bilthoven.
- EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM); Scientific Opinion on Lead in Food. EFSA Journal 2010; 8(4):1570. [147 pp.]. doi:10.2903/j.efsa.2010.1570.
- 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.
- GGD GHOR Kennisnet (2016). Lood in bodem en gezondheid. Aanvullend advies met informatie voor GGD-adviseurs gezondheid en milieu. GGD-projectgroep bodem.
- Otte, P.F. & A. Wintersen (2007) – Sanscrit toets, De Handreiking, RIVM-briefrapportnr. M/711701073. RIVM, Bilthoven.
- Otte, P.F, Bakker MI, Lijzen JPA, Versluijs CW, Zeilmaker MJ (2016). Diffuse loodverontreiniging in de bodem : Advies voor een gemeenschappelijk beleidskader. Rapport 2015-0204. RIVM, Bilthoven.
- Risicotoolbox (2017). Zie: <http://www.risicotoolboxbodem.nl>
- 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.
- Frei P, Poulsen AH, et al. (2013) Residential distance to high-voltage power lines and risk of neurodegenerative diseases: a Danish population-based case-control study Am J Epidemiol 177(9):970-978
- 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.
- Kheifets L, Ahlbom A et al. (2010) Pooled analysis of recent studies on magnetic fields and childhood leukemia. Br. J. Cancer 103: 1128-1135.
- 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.

Buisleidingen

- Bevb (2014) – Besluit externe veiligheid buisleidingen. Besluit van 24 juli 2010, houdende milieukwaliteitseisen externe veiligheid voor het vervoer van gevaarlijke stoffen door buisleidingen (Besluit externe veiligheid buisleidingen). Laatste wijziging 1 november 2014.
- IenM (2012) - Structuurvisie Buisleidingen 2012-2035. Ministerie van Infrastructuur en Milieu en Ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie, oktober 2012
- IenM (2014) – Aanvullende mitigerende maatregelen buisleidingen. Beleidsbrief van 6 maart 2014 aan de exploitanten van buisleidingen voor gevaarlijke stoffen. Bijlage 2 Samenvatting aanvullende maatregelen buisleidingen met aardolieproducten of andere chemische stoffen
- IenM (2016) – Handboek buisleidingen in bestemmingsplannen. Ministerie van IenM, geactualiseerde versie 2016
- Revb (2014) – Regeling externe veiligheid buisleidingen. Regeling van de Staatssecretaris van Infrastructuur en Milieu van 30 december 2010, nr. BJZ2010032478, houdende regels over de toepassing van het Besluit externe veiligheid buisleidingen (Regeling externe veiligheid buisleidingen). Laatste wijziging 1 juli 2014.
- RIVM (2014) - Handleiding risicoberekeningen BevB. Versie 2.0, 1 juli 2014

Bijlage 1

Leden begeleidingscommissie

De zevende update van het rapport is tot stand gekomen onder de supervisie van een begeleidingscommissie, waarin zitting hadden:

Dhr. T. Brok, Provincie Noord-Brabant
Dhr. A. van Drielen, Ministerie VWS
Dhr. A. van Iersel, voorzitter, GGD GHOR Nederland
Dhr. H. Jansen, GGD Haaglanden
Dhr. T. Koeman, GGD Rotterdam-Rijnmond
Mw. A. van Overveld, RIVM
Mw. M. Post, Ministerie van IenW
Mw. M. Theeuwen, Provincie Utrecht

Voor het maken van de herziening van dit rapport hebben opnieuw verschillende personen de nodige gegevens aangeleverd of meegelezen. Ook hebben zij mede de richting aangegeven waarin de Gezondheidseffectscreening zich verder heeft ontwikkeld.

Wij bedanken de volgende personen voor hun bijdrage:

Dhr. B. Algera, Provincie Noord-Brabant
Dhr. E. Blokker, Provincie Utrecht
Dhr. M. Gadella, Rijkswaterstaat
Dhr. E. Giesen, Provincie Noord-Brabant
Dhr. D. de Gruijter, RIVM
Mw. C. Hegger, GGD Rotterdam-Rijnmond
Dhr. F. Janssens, Provincie Noord-Brabant
Dhr. M. Kantelberg, Provincie Noord-Brabant
Dhr. G. Kelfkens, RIVM
Mw. E. van Kempen, RIVM
Dhr. A. Kok, RIVM
Dhr. P. Kruithof, DCMR
Dhr. S. van Loon, Provincie Noord-Brabant
Dhr. P. van Mensch, TNO
Mw. R. Nijdam, Bureau GMV GGD West Brabant
Mw. N. van Rooij, Provincie Noord-Brabant
Dhr. R. Scholten, Provincie Noord-Brabant
Dhr. B. Sonnenberg, Provincie Noord-Brabant
Dhr. F. Stouthart, Omgevingsdienst BZO
Dhr. F. Swartjes, RIVM
Mw. F. van der Ven, Infomil
Dhr. A. van Vliet, RIVM
Dhr. S. de Wijs, Provincie Noord-Brabant
Dhr. R. Ytsma, Infomil
Mw. S. van der Zee, werkgroep Lucht GGD

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 Infomil). Dhr. M. van den Berg van het Ministerie van IenM, Dhr. D. van Lith, Ministerie van IenM, Dhr. L. Florijn, Ministerie van IenM/DGM/LMV, 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, Dhr. J. Doosje, GGD Nederland, 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, Dhr. W. Gerritsen, Provincie Overijssel/IPO, Mw. I.G. Akkersdijk, GGD Zuid-Holland Zuid, Mw. A. van Leeuwen, GGD Den Haag, Dhr. J. Meijdam, GGD Rotterdam-Rijnmond. Mw. E. Brand, Dhr. R. Beijck, Dhr. P. Fischer, Dhr. A. Matthijssen van het RIVM, Mw. A. Dusseldorp, RIVM/IMG, Dhr. D. Houthuijs, RIVM, Dhr. R. Hansler, RIVM, Dhr. B. Brunekreef en Dhr. G. Hoek van het IRAS.

DEEL II

Handleiding GES

Milieu en gezondheid 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 of beleidsontwikkeling een meerwaarde heeft en dat met de resultaten rekening gehouden wordt.

In hoofdstuk 1.4 en 1.5 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 of beleidsontwikkeling duidelijk welke producten geleverd worden?
3. Is duidelijk wat de mogelijkheden en de onmogelijkheden zijn van GES?
4. Bevindt de planvorming of beleidsontwikkeling 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 of beleid 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 1.4 en 1.5 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 (plan)gebied, 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
- Buisleidingen

De volgende milieufactoren worden onderscheiden: luchtverontreiniging, geluid, stank, externe veiligheid en elektromagnetische velden.

Kwantificering met behulp van de Handleiding GES

Methode

Uit de globale inventarisatie volgt welke bronnen nader beschouwd moeten worden. Dat is de eerste stap. 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 18 modules is opgesteld.

Beschrijving van de benodigde gegevens

Voor het doorlopen van de modules is meestal informatie nodig van andere diensten, zoals verschillende (milieu)afdelingen van de gemeente of provincie of de Omgevingsdienst.

Het is handzaam gebleken om eerst een schema op te stellen van de gegevens die nodig zijn voordat de modules doorlopen worden:

- Ruimtelijk weergegeven gegevens over de milieubelasting voor elke te beschouwen bron en milieufactor.
- Per bron en milieufactor de blootstellingklassen voor de GES-scores die gehanteerd worden.

De milieubelastinggegevens moeten weergegeven kunnen worden op een digitale kaart van het te onderzoeken gebied. De schaalgrootte van de kaart hangt af van het plangebied.

Meestal wordt een Geografisch Informatie Systeem (GIS) gebruikt. Er kan dan gebruik gemaakt worden van digitale kaarten met het Rijksdriehoekscoördinatenstelsel, zoals de TOP10NL of TOP100NL kaarten van het Kadaster. TOP10NL is het digitale topografische bestand van het Kadaster dat bruikbaar is op schaalniveau tussen 1: 5000 en 1: 25000.

Wordt geen GIS-applicatie gebruikt dan wordt bij voorkeur een kaart gekozen waarop het aantal woningen geschat kan worden. GES-scores in de vorm van contouren op een achtergrondkaart kunnen getekend worden met behulp van grafische software. De kaart dient ingelezen te worden in het softwareprogramma. Voor een beschrijving van de grafische software wordt verwezen naar hoofdstuk 5 van deze handleiding.

Beoordeling van de geschiktheid van de milieubelastinggegevens

Vervolgens wordt nagegaan welke gegevens beschikbaar zijn. Beoordeeld wordt of de beschikbare gegevens geschikt zijn voor de GES-methode. Om dit te beoordelen kan de informatie die gegeven is in het Handboek bij de betreffende module gebruikt worden. De gegevens moeten in elk geval ruimtelijk weergegeven zijn en indien een GIS-applicatie gebruikt wordt hierin opgenomen kunnen 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.

Ruimtelijk weergegeven informatie over woningen

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 en ernst van het milieugezondheidsprobleem. Door een kaart met de milieubelasting over een kaart met woningen te leggen kan het aantal woningen in elke GES-score bepaald worden.

Basisregistratie Adressen en Gebouwen (BAG)

Voor de woningkaart kan de Basisregistraties Adressen en Gebouwen (BAG) gebruikt worden. BAG is de registratie waarin gemeentelijke basisgegevens over alle gebouwen en adressen in Nederland zijn verzameld (Kadaster 2015). Gemeenten en provincies beschikken over de BAG. De BAG bestaat uit twee samenhangende bestanden, de Basisregistratie Adressen en de Basisregistratie Gebouwen. De Basisregistratie Adressen bevat alle officiële, als zodanig toegekende, adressen op Nederlands grondgebied. In de Basisregistratie Gebouwen zijn alle panden, verblijfsobjecten, standplaatsen en ligplaatsen geregistreerd. In het BAG kan onderscheid gemaakt worden in het “gebruiksdoel” van het verblijfsobject, zodat alleen verblijfsobjecten met een ‘woonfunctie’ en bijvoorbeeld ‘ligplaats’ en ‘standplaats’ geselecteerd kunnen worden. Eventueel kunnen binnen de verblijfsobjecten ook die met het gebruiksdoel ‘gezondheidszorgfunctie’ en ‘Onderwijsfunctie’ worden geselecteerd.

Als de BAG en de data van de milieubelasting in een GIS-applicatie opgenomen worden kan het aantal woningen en andere gevoelige bestemmingen in elke GES-score bepaald worden.

De BAG is voor iedereen ook beschikbaar via de BAG-viewer op de website van het Kadaster (<https://bagviewer.kadaster.nl/>). 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. In onderstaande figuren wordt een voorbeeld gegeven van de BAG-registratie voor woningen en onderwijsgebouwen. Panden zijn individueel aan te klikken voor nadere informatie (in rechterscherm). Het betreffende pand licht dan donkerrood op.

BAG-registratie gebouwen



Het Kadaster biedt de BAG ook via het door de overheid ontwikkelde Publieke Dienstverlening Op de Kaart (PDOK) aan. Met de PDOK-viewer kunnen de volgende bestanden van het Kadaster bekeken worden:

- de Basisregistratie Topografie (BRT);
- de Basisregistratie Grootchalige Topografie (BGT);
- de Basisregistratie Adressen en Gebouwen (BAG);
- ruimtelijke plannen (data van Ruimtelijkeplannen.nl);
- Digitale kadastrale kaart (BRK);

De PDOK-viewer is te bereiken via de link <http://pdokviewer.pdok.nl/>.

Het kadaster stelt de TOP10NL gratis ter beschikking aan de veiligheidsregio's. 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. Deze methodes zijn geschikt en bruikbaar voor kleinere projecten en gericht op de minder ervaren GIS-gebruiker. Zie hoofdstuk 5.

Het is mogelijk dat binnen een bepaald gebied niet alleen gebouwen met uitsluitend woonbestemming voorkomen. Te denken valt aan scholen, kantoren, verpleeghuizen, stadions. Voor

de rapportage of de uiteindelijke beoordeling van een gebied kan het 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.

Aantal personen in woningen en bijzondere gebouwen

Voor de bepaling van het aantal personen in woningen kan de landelijk gemiddelde huishoudensgrootte gebruikt worden. In 2016 woonden er in Nederland gemiddeld 2,17 personen per particulier huishouden (CBS Statline).

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 2,17).

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.

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.

De geoservices van het CBS worden gehost door Publieke Dienstverlening Op de Kaart (PDOK). Daar kunnen onder meer ruimtelijke datasets per gemeente, wijk en buurt, het Bestand Bodemgebruik, de CBS-gebiedsindelingen, de statistieken voor bevolkingskernen en de vierkantstatistieken bekeken en gedownload worden.

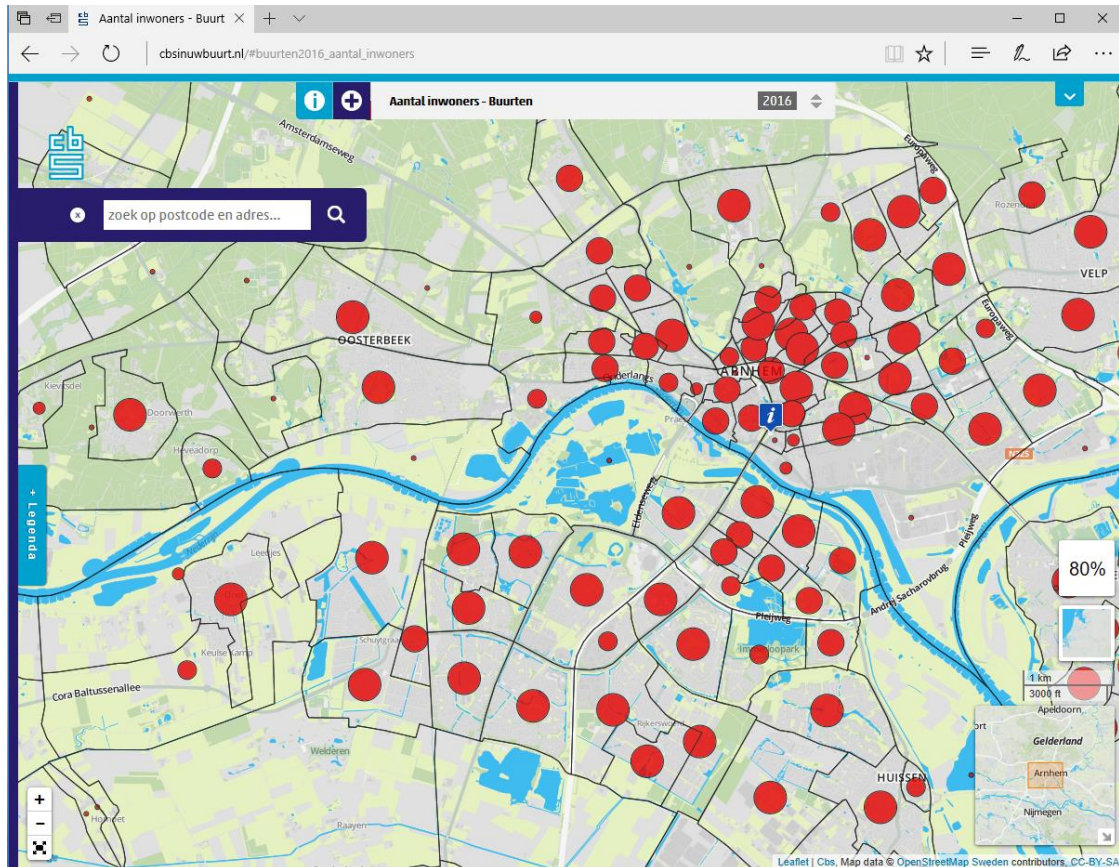
Op CBSinuwBuurt.nl (zie volgende pagina) kunnen de kaarten bekeken worden die bij de geoservices horen.

Er is een handleiding te downloaden voor het maken van kaarten en geoanalyses. Dit document beschrijft de stappen die nodig zijn om dit te doen met het gratis programma QGIS.

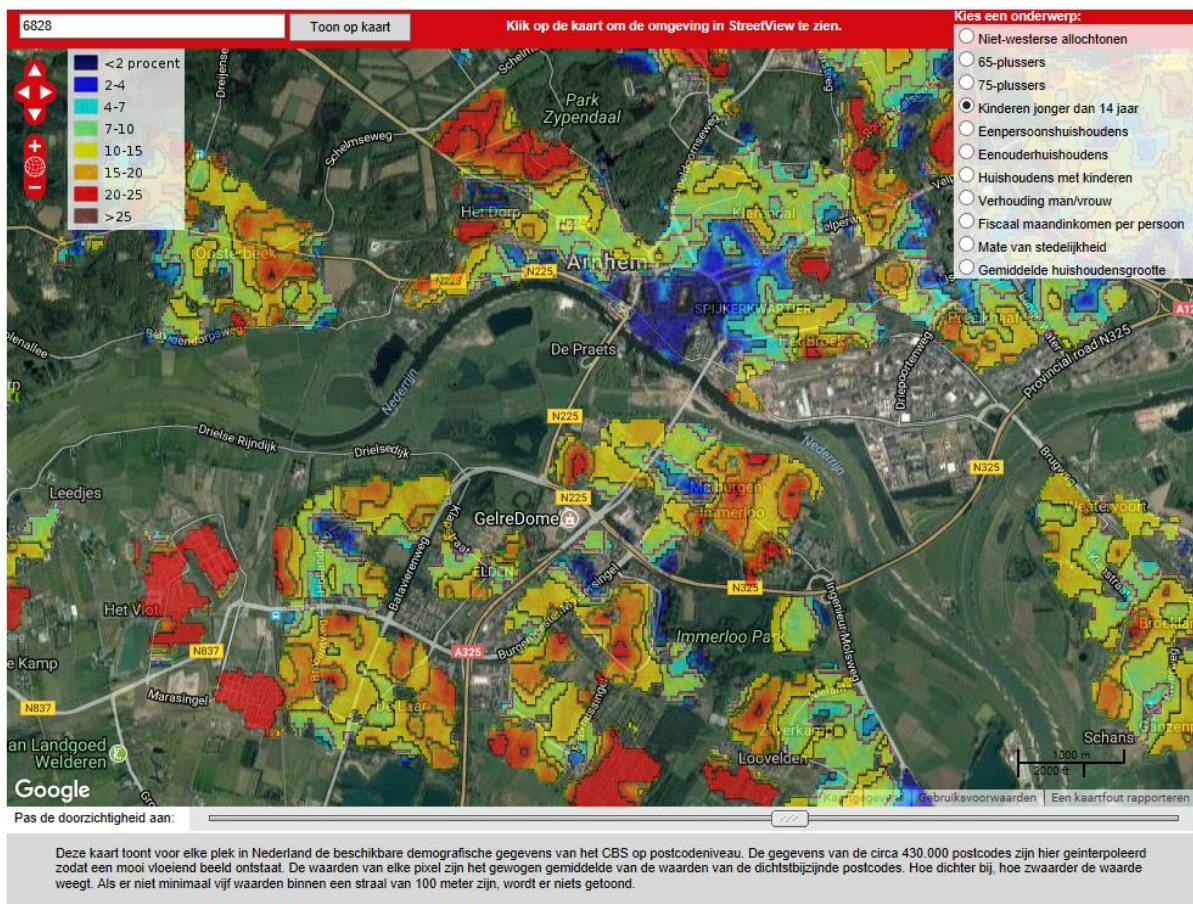
Zie: https://www.cbs.nl/-/media/_pdf/2017/08/cbs-geoservices-gebruiken-in-qgis.pdf

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 van Arnhem is gegeven in de onderstaande figuur.

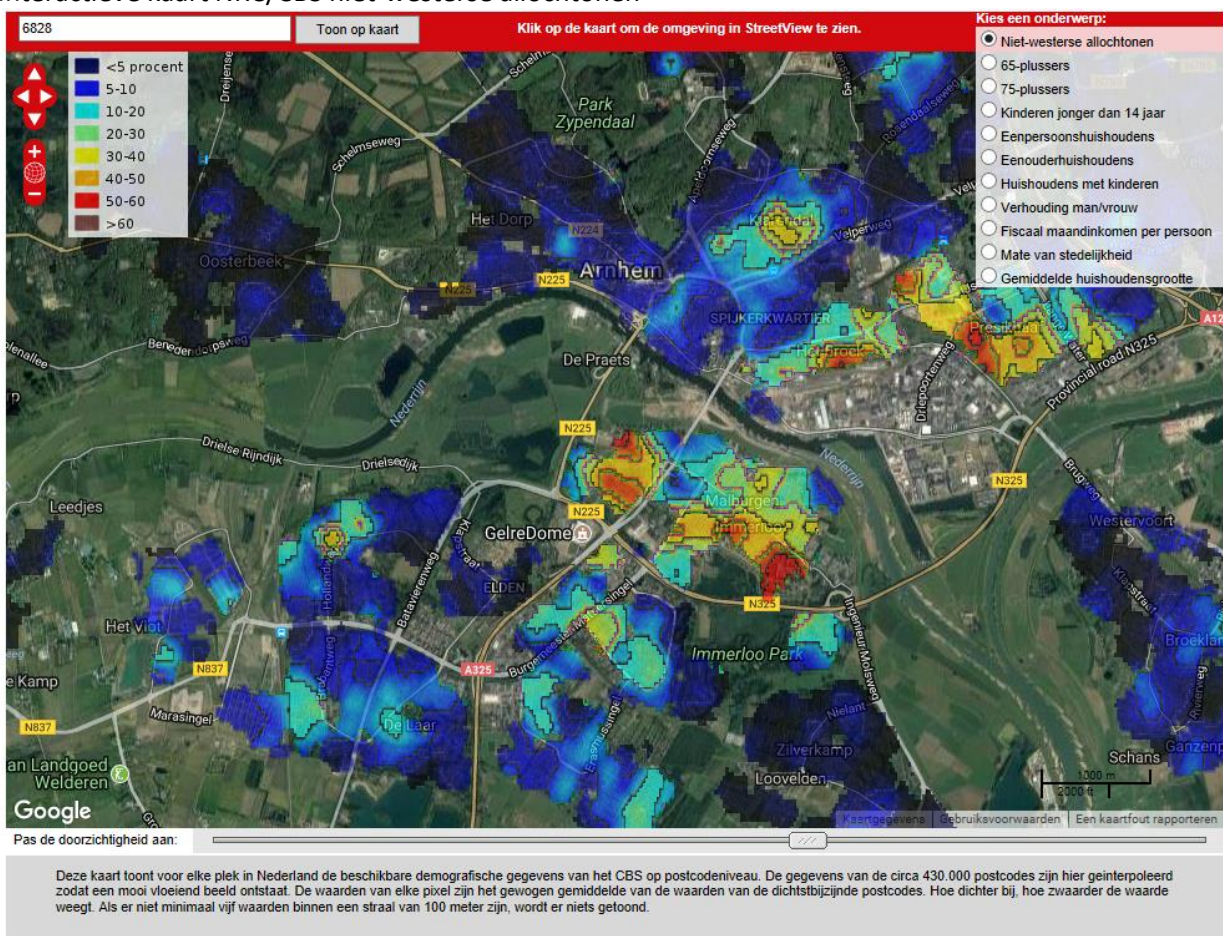
Voorbeeld kaart CBSinuwbuurt



Interactieve kaart NRC/CBS – kinderen jonger dan 14 jaar



Interactieve kaart NRC/CBS niet-westerse alloctonen



Beschrijving metadata

Het is belangrijk om vast te leggen welke gegevens worden gebruikt, zowel van de milieubelasting als van het gebruikte woningbestand. Beschrijf in elk geval:

- Jaar verzameling milieubelastinggegevens
- Rekenmodel
- Eventuele voorbewerking van de milieubelastinggegevens
- Welke bronnen zijn opgenomen en de compleetheid (bijvoorbeeld de gemeentelijke wegen met een bepaalde verkeersintensiteit)
- Ruimtelijke dekking
- Bronhouder van de gegevens
- Datum woningbestand

Verzamelen gegevens

De GES-scores voor de verschillende bronnen en milieufactoren met aantallen woningen of personen worden verzameld in tabellen en eventueel een grafiek. Op kaarten worden de GES-scores weergegeven in het gebied. Er zijn verschillende kaarten mogelijk:

- Een contourkaart waarbij de GES-scores in gekleurde contourvlakken zijn weergegeven voor elke bron en milieufactor. Op een totaalkaart worden alle contourkaarten over elkaar heen gelegd, zodat duidelijk wordt op welke locaties een stapeling plaats vindt;
- Een woningkaart waarbij elke woning of andere gevoelige bestemming in een bijbehorende GES-score kleur is weergegeven voor elke bron en milieufactor. Op een totaalkaart worden alle woningkaarten over elkaar heen gelegd;

Voordat men de GES gaat uitvoeren moet men vaststellen of voor het hele gebied GES-scores bepaald worden, voor verschillende deelgebieden of alleen voor dat deel waar de hoogste blootstelling en dus de hoogste GES-score is.

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 meegenomen en waarom
- 7 Beschrijving

Per module:

- Waarop zijn de blootstellinggegevens gebaseerd;
- Tabellen met GES-scores en bijbehorend aantal woningen of personen in het gebied en eventueel in deelgebieden;
Hierbij kan onderscheid gemaakt worden in een achtergrondconcentratie en de bijdrage van de betreffende bron;
- Kaart met GES-contourvlakken;
- Kaart met woningen en eventueel andere gevoelige bestemmingen in GES kleuren.

Voor alle modules eventueel:

- Tabel of een grafiek met hoogste GES-scores en aantal belaste woningen of personen
- Totaalkaart met GES-contouren voor alle modules

- Totaal kaart met woningen en/of andere gevoelige bestemmingen in GES kleuren voor alle modules

8 Conclusies:

- Beschrijving van de milieugezondheidskundige knelpunten in het gebied
- Vergelijking van deelgebieden
- 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. Eenieder moet de handleiding voor het bepalen van GES-scores naar eigen goeddunken, met gezond verstand en met kennis over milieu en gezondheid toepassen.

2. Hoofdpijnen handleiding

Voor de uitvoering van een gezondheidseffectscreening van ruimtelijke plannen dienen de volgende stappen te worden genomen:

1 Ga na of aan de voorwaarden voor gebruik van GES voldaan is.

Beantwoord hiervoor de in hoofdstuk 1 bij de voorbereiding gestelde vragen.

2 Stel vast voor welke bronnen/milieufactoren de kwantitatieve GES uitgevoerd moet worden.

Inventariseer globaal de bronnen en milieufactoren, die mogelijk invloed hebben op het plangebied. Het gaat hierbij om de volgende bronnen:

Bedrijf dat externe veiligheidsrisico's, stank of luchtverontreiniging levert

Drukke verkeersweg

Spoorlijn

Drukke vaarweg

Vliegveld

Verontreinigde bodem

Hoogspanningslijnen

Buisleidingen

De 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 de GES-contouren.

De benodigde schaalgrootte is meestal 1: 10.000 (plan-GES) of 1:100.000 (gebieds-GES). Gebruik bij een plan-GES de kaarten waarop de plannen van een project staan aangegeven als uitgangspunt.

Wordt een GIS-applicatie gebruikt dan kunnen de TOP10NL of TOP100NL kaarten van het Kadaster worden gebruikt. Bij gebruik van een grafisch softwareprogramma is het wenselijk te beschikken over digitale kaarten, waarop bij voorkeur het aantal woningen geschat kan worden. Gebruik dit 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.

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
- R Buisleidingen

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 welke gegevens beschikbaar zijn en welke gegevens nog ontbreken. Ga na of de ontbrekende gegevens op korte termijn geleverd kunnen worden.

Ga na of het woningbestand BAG beschikbaar is.

6 Beoordeel de geschiktheid en verzamel de gegevens over de milieubelasting

Beoordeel de geschiktheid van de beschikbare gegevens: zijn de gegevens ruimtelijk weergegeven en zijn ze op de juiste manier gegenereerd? Zo niet kunnen de gegevens dan bewerkt worden zodat ze wel geschikt zijn? Gebruik voor deze beoordeling de informatie die in elke module is gegeven over emissies, verspreiding, rekenmethodieken en beschikbare monitoringsgegevens.

Verzamel de gegevens over de milieubelasting. Beschrijf de metadata van deze gegevens zoals jaartal, rekenmodel, compleetheid, ruimtelijke dekking en bronhouder.

Beschrijf ook het woningbestand en leg vast van welke datum van het bestand is en welke selecties (bijvoorbeeld woonfunctie of gezondheidszorgfunctie) worden gemaakt.

7 Bepaal voor luchtverontreiniging tevens de achtergrondconcentratie.

In het hoofdrapport is aangegeven hoe deze gegevens verkregen kunnen worden.

8 Geef op de kaart de contourvlakken weer van de verschillende GES-scores in bijbehorende kleuren voor elke milieufactor en bron.

Hiervoor kan een GIS-applicatie of grafische software gebruikt worden.

9 Combineer de GES contourkaart met een kaart van het woningbestand

Bij gebruik van een GIS-applicatie kunnen de woningen en eventueel andere gevoelige bestemmingen in de bijbehorende kleur van de GES-score op de kaart worden weergegeven. Woningen kunnen bijvoorbeeld als stip of als bouwblok weergegeven worden.

10 Bepaal het aantal woningen en eventueel andere gevoelige bestemmingen dat binnen de verschillende GES-scores valt per milieufactor en bron voor het hele gebied of eventueel deelgebieden.

Bijzondere gebouwen met een korte verblijftijd kunnen omgerekend worden naar het surrogaat aantal woningen (zie hoofdstuk 1 van de Handleiding GES).

Stel hiervoor 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.

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 activiteitengebouw		8	
kantoor		6	

- 11 Verzamel de hoogste GES-scores per milieuaspect/bron en bijbehorende aantal woningen in een tabel. Noteer voor luchtverontreiniging de GES-score van het achtergrondgehalte.** Met Excel kan een grafiek met GES-scores en bijbehorende aantal woningen gemaakt worden. 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 moeten ook de lagere GES-scores genoteerd 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.

Eindproducten van GES zijn:

- Tabellen met GES-scores en aantallen woningen en eventueel andere gevoelige bestemmingen voor alle bronnen en milieufactoren in het gebied of deelgebieden.
- Een grafiek met de hoogste GES-scores van alle bronnen en milieufactoren eventueel met bijbehorende aantallen woningen.
- Kaarten met GES-score contouren per milieufactor en bron en/of combinaties van milieufactoren en bronnen.
- Kaarten met woningen en eventueel andere gevoelige bestemmingen in de kleur van de GES-score per milieufactor en bron en/of combinaties van alle bronnen en milieufactoren

2. 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 Pluim-Plus).
- Bij de berekeningen wordt over het algemeen de achtergrondconcentratie betrokken. Ga na welke achtergrondconcentratie gehanteerd is.
- Ga verder naar 4.

Er zijn geen verspreidingsberekeningen beschikbaar:

- Laat zo mogelijk door de gemeente of provincie verspreidingsberekeningen uitvoeren met het Nieuw Nationale Model of in geval van PM₁₀ en NO₂ met het vereenvoudigde model ISL3a. Is dit mogelijk, ga dan verder naar 4.

Is dit niet mogelijk: ga naar 3.

3 Schat de concentraties in de omgeving met behulp van de eerste beoordelingsmethode IPPC.

Er zijn tabellen opgesteld waarmee immissieconcentraties (jaargemiddelde en 98-percentiel) op basis van de emissiesterkte, de schoorsteenhoogte en –temperatuur geschat kunnen worden. De tabellen zijn opgesteld met een ‘standaard’-emissie van 1 kg/uur

Eerst wordt de emissie voor de verschillende luchtverontreinigende componenten van het bedrijf bepaald. Deze emissie wordt in dezelfde eenheden (kg/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.

▪ **De emissie is uitgedrukt in een andere eenheid**

Is de emissie uitgedrukt in kg/m^3 , dan kan deze als volgt omgerekend worden naar kg/uur :

Als het debiet (m^3/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:

$$\text{Emissie (kg/uur)} = \text{Emissie (kg/m}^3\text{)} \times \text{Snelheid (m/s)} \times 3.600 \times \pi(0,5 \times \text{Diameter})^2 (\text{m}^2)$$

▪ **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 ($> 50^\circ\text{C}$ of $> 50\text{ K}$) of schoorsteenhoogte tussen de verschillende bronnen, groepeer dan de bronnen met globaal dezelfde temperatuur of schoorsteenhoogte. Tel dan de emissies in elke groep bij elkaar op.

Is er een groot verschil in temperatuur, maar liggen alle temperaturen boven 100°C of 373 K dan kunnen alle emissies wel bij elkaar opgeteld worden.

▪ **Er is geen volcontinue bedrijfsvoering**

Is er geen volcontinue bedrijfsvoering vermenigvuldig dan de totale emissie met de fractie van het jaar dat het bedrijf in werking is.

▪ **Alleen de emissie van NO_x en niet van NO_2 is bekend**

NO_x is een mengsel van NO en NO_2 . Het Nieuw Nationaal Model (NNM) gebruikt voor de fractie NO_2 bij het emissiepunt 5%. Na het verlaten van het emissiepunt zal, onder invloed van ozon en zonlicht, de fractie NO_2 groter worden. Het NNM houdt rekening met de verschuivende verhouding op verschillende afstanden van het emissiepunt. Wordt bij de eerste beoordelingsmethode IPPC als NO_2 -fractie 50% genomen, dan worden de concentraties volgend uit de verspreidingsberekeningen in dezelfde orde van grootte overschat als bij andere stoffen. Op basis hiervan wordt aanbevolen om deze fractie te hanteren.

Bereken de emissie van NO_2 als volgt: $\text{Emissie NO}_2 = 0,5 \times \text{Emissie NO}_x$

b. Bepaal voor elke stof de verhouding tussen de totale (voor alle bronnen of voor elke groep bronnen) emissieconcentratie en de standaardemissie

$$\text{Factor} = \text{Totale emissie (kg/uur)} / 1 (\text{kg/uur})$$

c. Bepaal de temperatuur van de afgassen

Er kan gekozen worden uit:

12 °C	285 K
50 °C	323 K
100 °C	373 K

- Is de temperatuur tussen 12 en 50 of tussen 50 en 100 °C, kies dan de laagste temperatuur, dus respectievelijk 12 of 50 °C.
- Is de temperatuur iets, circa 5 °C, lager dan 50 °C of 100 °C, kies dan voor de hoogste temperatuur, dus respectievelijk 50 of 100 °C.

d. Bepaal de schoorsteenhoogte

Er kan gekozen worden uit:

5 m.
10 m.
15 m.
20 m.
25 m.
30 m.
50 m.

Ligt de schoorsteenhoogte tussen twee hierboven genoemde hoogten in, kies dan voor de laagste schoorsteenhoogte.

e. Kies voor het schatten van jaargemiddelde immissieconcentraties of voor P98-immissieconcentraties

- Voor luchtverontreiniging wordt in principe gebruik gemaakt van de tabel voor de schatting van jaargemiddelde immissieconcentraties.
- In de volgende gevallen wordt de P98-tabel gebruikt:
 - Als 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 verkeer gerelateerde 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>). 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 (<http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/index.php>).
- 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 gezondheidskundige 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 IenW (<https://www.rijksoverheid.nl/ministeries/ministerie-van-infrastructuur-en-waterstaat>).
- 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
$< \text{streefwaarde}$	0	Onder streefwaarde
Tussen streefwaarde en $0,1 \text{ MTR}$	2	Als geen streefwaarde bekend is dan kan $0,01 \times \text{MTR}$ gehanteerd worden
$0,1 - 0,5 \times \text{MTR}$	3	
$0,5 - 0,75 \times \text{MTR}$	4	
$0,75 - 1,0 \times \text{MTR}$	5	
$\geq 1,0 \text{ MTR}$	6	Overschrijding MTR

Voor een groot aantal stoffen is dit toetsingskader nader ingevuld. Voor de indeling van GES-scores voor PM_{10} en NO_2 wordt verwezen naar Module E Wegverkeer en luchtverontreiniging.

Concentraties zijn jaargemiddeld in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 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
GECHLOREERDE 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 dioxineachtigen	0,005 - 0,05	0,05 - 0,25	0,25 - 0,38	0,38 - 0,5	> 0,5

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
Dioxinen (in i-TEQ)	$0,7 \cdot 10^{-7}$ - $0,7 \cdot 10^{-6}$	$0,7 \cdot 10^{-6}$ - $3,5 \cdot 10^{-6}$	$3,5 \cdot 10^{-6}$ - $5,3 \cdot 10^{-6}$	$5,3 \cdot 10^{-6}$ - $7 \cdot 10^{-6}$	$> 7 \cdot 10^{-6}$
AROMATISCHE VERBINDINGEN					
Benzeen*	0,2 - 5	5 - 10	10 - 15	15 - 20	> 20
Tolueen	4 - 40	40 - 200	200 - 300	300 - 400	> 400
Xylenen	9 - 87	87 - 435	435 - 653	653 - 870	> 870
Ethylbenzeen	8 - 77	77 - 385	385 - 578	578 - 770	> 770
Trimethylbenzenen (som)	9 - 87	87 - 435	435 - 653	653 - 870	> 870
Ethyltoluenen (som)	9 - 87	87 - 435	435 - 653	653 - 870	> 870
m/p- en o-Cresol	2 - 17	17 - 85	85 - 128	128 - 170	> 170
Styreen	9 - 90	90 - 450	450 - 675	675 - 900	> 900
B(a)P ng/m ³	0,01 - 0,1	0,1 - 0,5	0,5 - 0,75	0,75 - 1	> 1
Naftaleen	0,3 - 2,5	2,5 - 13	13 - 19	19 - 25	> 25
OVERIGE ORGANISCHE VERBINDINGEN					
CO (P98)	36 - 360	360 - 1.800	1.800 - 2.700	2.700 - 3.600	> 3.600
Alkanen C _{5,7,8}	184 - 1.840	1.840 - 9.200	9.200 - 13.800	13.800 - 18.400	> 18.400
Alkanen (C ₉ t/m C ₁₆)	10 - 100	100 - 500	500 - 750	750 - 1.000	> 1.000
Hexaan	7 - 70	70 - 350	350 - 525	525 - 700	> 700
Formaldehyde	0,1 - 1	1 - 5	5 - 7,5	7,5 - 10	> 10
Aceetaldehyde	3 - 30	30 - 150	150 - 225	225 - 300	> 300
Aceton	308 - 3086	3086 - 15.430	15.430 - 23.146	23.146 - 3.862	> 30.862
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)	$2,5 \cdot 10^{-5}$ - $2,5 \cdot 10^{-4}$	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)
$< 1 \times 10^{-6}$	0	
$0,01 \times 10^{-4} - 0,1 \times 10^{-4}$	2	
$0,1 \times 10^{-4} - 0,5 \times 10^{-4}$	3	
$0,5 \times 10^{-4} - 0,75 \times 10^{-4}$	4	
$0,75 \times 10^{-4} - 1 \times 10^{-4}$	5	
$\geq 1 \times 10^{-4}$	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	
$\geq 1,0$ MTR	6	

- Geef de contouren van de verschillende GES-scores voor de verschillende stoffen met GIS of met behulp van grafische software op de kaart weer.
- Combineer de contourkaart met de woningkaart en geef de woningen in GES-kleuren op de kaart weer.
- Bepaal het aantal woningen dat binnen elke GES-score valt.
Eventueel kunnen andere gebouwen dan woningen gecorrigeerd worden volgens het voorbeeld in de algemene richtlijn van de handleiding. Geef per GES-score het aantal woningen.
- Vul de GES-scores en bijbehorende aantal woningen in een tabel.
- 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 een verzameltabel. 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). Speciaal voor agrarische bronnen is er een invulinstructie opgesteld die samen met het model te downloaden is via de website van Infomil. In het rekenmodel moeten alle bedrijfsspecifieke detailgegevens van de veehouderij ingevoerd worden, zoals de meest recente emissiefactoren, dieraantallen, emissiepunten (zoals aantal, hoogte en diameter van uitstroomopeningen, uittredesnelheid, ligging ten opzichte van omgeving) en gebouwgegevens.
- 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 gebouwenkenmerken van invloed zijn op de emissie raadpleeg dan een luchtkwaliteit specialist. 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., De rijksoverheid publiceert jaarlijks in maart nieuwe emissiefactoren (zoek op internet op “emissiefactoren fijn stof voor veehouderij”)
- 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://geodata.rivm.nl/gcn/>). De GCN-kaarten zijn gebaseerd op een combinatie van modelberekeningen en metingen.

5 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 PM₁₀ wordt verwezen naar Module E Wegverkeer en luchtverontreiniging.

- 6 **Geef de contouren van de verschillende GES-scores voor de verschillende stoffen met GIS of met behulp van grafische software op de kaart weer.**
- 7 **Combineer de contourkaart met de woningkaart en geef de woningen in GES-kleuren op de kaart weer.**
- 8 **Bepaal het aantal woningen dat binnen elke GES-score valt.**
Eventueel kunnen andere gebouwen dan woningen gecorrigeerd worden volgens het voorbeeld in de algemene richtlijn van de handleiding. Geef per GES-score het aantal woningen.

Vul vervolgens de volgende tabel in:

GES-score	Aantal woningen
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	

- 9 **Vul de GES-scores en bijbehorende aantal woningen in een tabel bij elkaar en/of maak er een grafiek van in Excel.**

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: $1.000 \times 10^6 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ (of ge/uur)

1 kg/uur

Temperatuur: 285 K (12°C)

H (m)	Concentratie P98 in ou_E/m^3 , ge/m^3 of $\mu\text{g}/\text{m}^3$ op afstand (m)																		
	50	70	100	150	200	250	300	400	500	600	700	800	900	1000	1250	1500	2000	2500	3000
5	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 ou_E/m^3 , ge/m^3 of $\mu\text{g}/\text{m}^3$ op afstand (m)																		
	50	70	100	150	200	250	300	400	500	600	700	800	900	1000	1250	1500	2000	2500	3000
5	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 ou_E/m^3 , ge/m^3 of $\mu\text{g}/\text{m}^3$ op afstand (m)																		
	50	70	100	150	200	250	300	400	500	600	700	800	900	1000	1250	1500	2000	2500	3000
5	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, of dat er algemene of specifieke regels voor geur voor de betreffende activiteit in het Activiteitenbesluit zijn 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
Rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI)
Vleesindustrie

- a. Slachterijen
- b. vetsmelterijen
- c. vleeswarenbedrijven (incl. vleesbereiding)

Voor deze bedrijven waren in de Nederlandse Emissie Richtlijn (NeR) bijzondere regelingen opgesteld. De NeR en de bijzondere regelingen zijn nog op de website van InfoMil beschikbaar (<https://www.infomil.nl/onderwerpen/klimaat-lucht/lucht/ner-archief/>). Er kan en wordt bij vergunningverlening nog steeds gebruik gemaakt van de informatie uit de bijzondere regelingen. 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 een bedrijf waarvoor 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

3c Bepaal voor de bedrijfstakken waarvoor geen relatie tussen geurbelasting en (ernstige) hinder en hedonische waarden bekend zijn en een bijzondere regeling in de NeR was opgenomen de GES-score van de blootstelling met bijbehorende afstand, volgens:

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

* $1 \text{ ou}_E/\text{m}^3 = 2 \text{ ge}/\text{m}^3$

3d Is er voor een bedrijf geen hinderonderzoek gedaan, geen hedonische waarde bekend en was er geen bijzondere regeling in de NeR opgenomen, bepaal dan de GES-scores op basis van de algemene relatie tussen geurbelasting en hinder:

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

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 ou_E/m³.

Eerst wordt de geuremissie bepaald. Aan de hand van de schoorsteentemperatuur wordt 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 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 (ou_E/uur of ge/uur) / 1.000×10^6 (ou_E/uur of ge/uur)

c. Bepaal de temperatuur

Er kan gekozen worden uit:

12 °C	285 K
50 °C	323 K
100 °C	373 K

▪ Is de temperatuur tussen 12 en 50 of tussen 50 en 100 °C, kies dan de laagste temperatuur, dus respectievelijk 12 of 50 °C.

▪ Is de temperatuur iets, circa 5 °C, lager dan 50 °C of 100 °C, kies dan voor de hoogste temperatuur, dus respectievelijk 50 of 100 °C.

d. Bepaal de schoorsteenhoogte

Er kan gekozen worden uit:

5 m.
10 m.
15 m.
20 m.
25 m.
30 m.
50 m.

Ligt de schoorsteenhoogte tussen twee hierboven genoemde hoogten in, kies dan voor de laagste schoorsteenhoogte.

e. Kies de tabellen voor het schatten van P98-immissieconcentraties (zie Handleiding Module A Bedrijven en luchtverontreiniging). Schat op basis van de temperatuur en schoorsteenhoogte de geurimmissieconcentraties op verschillende afstanden.

- Kies de tabel van de gekozen temperatuur en lees in de rij van de gekozen schoorsteenhoogte de immissieconcentraties op verschillende afstanden af. De vetgedrukte immissieconcentraties geven de maximale concentratie aan.
- Vermenigvuldig de immissieconcentraties telkens met de bij b. bepaalde verhoudingsfactor.

In geval dat totale emissies per groep emissiepunten zijn bepaald:

- Vermenigvuldig de immissieconcentraties telkens met de bij b. bepaalde verhoudingsfactor voor elke groep emissiepunten.
- Tel de geurimmissieconcentraties als gevolg van de verschillende groepen emissiepunten bij elkaar op.

5 Bepaal de GES-scores en de bijbehorende afstanden volgens de in 3. weergegeven GES-score indeling.

6 Geef de contouren van de verschillende GES-scores voor de verschillende stoffen met GIS of met behulp van grafische software op de kaart weer.

7 Combineer de contourkaart met de woningkaart en geef de woningen in GES-kleuren op de kaart weer.

8 Bepaal het aantal woningen dat binnen elke GES-score valt.

Eventueel kunnen andere gebouwen dan woningen gecorrigeerd worden volgens het voorbeeld in de algemene richtlijn van de handleiding. Geef per GES-score het aantal woningen.

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 een tabel bij elkaar en/of maak er een grafiek van in Excel.

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 (<http:// gelderland.vaa.com/webbvb/>) en Noord-Brabant (<http://bvb.brabant.nl/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 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 IenW 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) NNM (V-Stacks) ou_E/m^3	Afstand (m)
5	
6	
14	

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 ou_E/uur

▪ **De geuremissie is niet bekend**

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)

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 (ou_E/uur) / 1.000 x 10⁶ (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:

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 – 1	0 – 5	0		1	
1 – 5	5 – 20	0 – 3		3	
5 – 6	20 – 25	3 – 5	Afstand II – Afstand I	4	
6 – 14	25 – 39	5 – 8	≤ Afstand II	6	
≥ 14	≥ 39	≥ 8		7	

In de GGD/IRAS studie zijn hinderpercentages voor concentratiegebieden in Oost-Brabant en Noord-Limburg en cumulatiesituaties bepaald. Deze hinderpercentages zijn afhankelijk van welke vraagstelling gehanteerd wordt: de vraag naar de frequentie (soms/vaak) of de mate van hinder. Bij GES-score 6 zijn de hinderpercentages respectievelijk 34 - 48% (frequentie) en 14 - 24% (mate van hinder).

- 7 Geef de contouren van de verschillende GES-scores voor de verschillende stoffen met GIS of met behulp van grafische software op de kaart weer.
- 8 Combineer de contourkaart met de woningkaart en geef de woningen in GES-kleuren op de kaart weer.
- 9 Bepaal het aantal woningen dat binnen elke GES-score valt.
Eventueel kunnen andere gebouwen dan woningen gecorrigeerd worden volgens het voorbeeld in de algemene richtlijn van de handleiding. Geef per GES-score het aantal woningen.

Vul vervolgens de volgende tabel in:

GES-score	Aantal woningen
0	
1	
3	
4	
6	
7	

- 10 Vul de GES-scores en bijbehorende aantal woningen in een tabel bij elkaar en/of maak er een grafiek van in Excel.

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 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 industrielawaai.
- Ga na of de 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 industrielawaai 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.windenergie-nieuws.nl/kaart-met-windparken/>
- 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 Geef de contouren van de verschillende GES-scores voor de verschillende stoffen met GIS of met behulp van grafische software op de kaart weer.**

Zijn er al geluidcontouren of een geluidzone op kaart voor handen, gebruik dan deze contouren. Deze kaarten kunnen, indien digitaal voorhanden, ingelezen worden in GIS of grafische software waarna de contouren overgetekend kunnen worden.

- 7 Combineer de contourkaart met de woningkaart en geef de woningen in GES-kleuren op de kaart weer.**

- 8 Bepaal het aantal woningen dat binnen elke GES-score valt.**

Eventueel kunnen andere gebouwen dan woningen gecorrigeerd worden volgens het voorbeeld in de algemene richtlijn van de handleiding. Geef per GES-score het aantal woningen.

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 een tabel bij elkaar en/of maak er een grafiek van in Excel.**

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 omgevingsvergunning 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^{-5} , 10^{-6} en 10^{-8} contouren en 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 oriëntatie 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 contouren van de generieke regelingen aan of teken de PR-contouren met GIS of met behulp van grafische software op de kaart weer.

6 Combineer de contourkaart met de woningkaart en geef de woningen in GES-kleuren op de kaart weer.

7 Bepaal het aantal woningen dat binnen elke GES-score valt.

Eventueel kunnen andere gebouwen dan woningen gecorrigeerd worden 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.

Vul vervolgens de volgende tabel in:

GES-score	Aantal woningen
0	
2	
4	
6	

- 8 Vul de GES-scores en bijbehorende aantal woningen in een tabel bij elkaar en/of maak er een grafiek van in Excel.

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 autobus verkeer. Het is belangrijk om te weten hoe actueel de gegevens zijn.

2 Verzoek de gemeentelijke Milieudienst om de NO_2 , PM_{10} en $\text{PM}_{2.5}$ concentraties op een afstand van de eerste bebouwingslijn te berekenen. Het is ook mogelijk om zelf deze berekeningen te doen met de rekentool voor binnenstedelijke wegen en met ISL2 (versie 4.01-2011) voor de buitenstedelijke wegen in een open gebied. Berekeningen van de NO_2 - $\text{PM}_{2.5}$ en PM_{10} -concentraties langs snelwegen van het voorgaande jaar zijn te downloaden via de website van Rijkswaterstaat.

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 IenW 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 rekentool-model geeft de lokale achtergrondconcentraties. Voor de verkeer gerelateerde 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}	$\text{PM}_{2.5}$

4 Bepaal de GES-scores volgens:

NO₂

NO ₂ Jaargemiddelde µg/m ³	GES-score		
5 – 7,5	1	1a	
7,5 - 10		1b	
10 – 12,5	2	2a	
12,5 - 15		2b	
15 – 17,5	3	3a	
17,5 - 20		3b	
20 – 22,5	4	4a	
22,5 - 25		4b	
25 – 27,5	5	5a	
27,5 - 30		5b	
30 - 32,5	6	6a	
32,5 - 35		6b	
35 - 37,5	7	7a	
37,5 - 40		7b	
≥ 40	8		Boven WHO advieswaarde Boven jaargemiddelde grenswaarde

PM₁₀

PM ₁₀ jaargemiddelde µg/m ³	GES-score		
<2	1	1a	
2 - 4		1b	
4 - 6	2	2a	
6 – 8		2b	
8- 10	3	3a	
10 - 12		3b	
12 - 14	4	4a	
14 - 16		4b	
16 - 18	5	5a	
18 - 20		5b	
20 - 22,5	6	6a	Boven WHO advieswaarde
22,5 - 25		6b	
25 - 27,5	7	7a	
27,5 - 30		7b	
≥ 30	8		

PM_{2,5}

PM _{2,5} jaargemiddel de µg/m ³	GES-score		
0 -1	1	1a	
1 - 2		1b	
2 - 3	2	2a	
3 - 4		2b	
4 - 5	3	3a	
5 - 6		3b	
6 - 7	4	4a	
7 - 8		4b	
8 - 9	5	5a	
9 - 10		5b	
10 -11	6	6a	Boven WHO advieswaarde
11 - 12		6b	
12 -13	7	7a	
13 - 14		7b	
≥ 14	8	8	

- 5 Geef de contouren van de verschillende GES-scores voor de verschillende stoffen met GIS of met behulp van grafische software op de kaart weer. De contouren komen parallel langs de weg te liggen en reiken niet verder dan de eerste bebouwingslijn.
- 6 Combineer de contourkaart met de woningkaart en geef de woningen in GES-kleuren op de kaart weer.
- 7 **Bepaal het aantal woningen dat binnen elke GES-score valt.**
Eventueel kunnen andere gebouwen dan woningen gecorrigeerd worden volgens het voorbeeld in de algemene richtlijn van de handleiding. Geef per GES-score het aantal woningen.

Vul vervolgens voor de verschillende stoffen de volgende tabel in:

Stoffen	GES-score	GES-score voor achtergrondconcentratie	Aantal woningen
NO ₂			
PM ₁₀			
PM _{2,5}			

- 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	PM ₁₀	PM _{2,5}
0			
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			

- 9 Vul de GES-scores en bijbehorende aantal woningen in een tabel bij elkaar en/of maak er een grafiek van in Excel.

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 website van Rijkswaterstaat (<http://www.rws.nl/kaarten/geluidcontouren.aspx>) of van PDOK (Publieke Dienstverlening op de Kaart <http://pdokviewer.pdok.nl/> ; vink Geluidkaarten Rijkswegen aan.)

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 geluidbelasting ter plaatse van de bebouwing. Doe dit voor de trajecten die voor de GES een rol spelen.

Zijn deze geluidbelastingen door de gemeente 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 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*	Ernstig	Geluidbelasting	Ernstig	GES-score
------------------	---------	-----------------	---------	-----------

L_{den} dB	gehinderden (%)	L_{night} dB	slaapverstoorden (%)	
<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 gehinderd of slaapverstoord iets hoger is.

- 5 Geef de contouren van de verschillende GES-scores voor de verschillende stoffen met GIS of met behulp van grafische software op de kaart weer.**
- 6 Combineer de contourkaart met de woningkaart en geef de woningen in GES-kleuren op de kaart weer.**
- 7 Bepaal het aantal woningen dat binnen elke GES-score valt.**
Eventueel kunnen andere gebouwen dan woningen gecorrigeerd worden volgens het voorbeeld in de algemene richtlijn van de handleiding. Geef per GES-score het aantal woningen.
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 arcen 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 gezondheidkundige 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:

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

- 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 in een tabel bij elkaar en/of maak er een grafiek van in Excel.

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 in de Regeling basisnet Bijlage I in de Tabel "Basisnet weg" opgezocht worden voor welke wegen een veiligheidszone ($PR = 10^{-6}$ /jaar) en een PR-contour van 10^{-7} /jaar is vastgesteld.

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 de Regeling basisnet Bijlage I in de Tabel "Basisnet weg". 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% letaliteitsgrens 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 **Geef de PR-contouren en de afstand van het invloedsgebied met GIS of met behulp van grafische software op de kaart weer. 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 **Combineer de contourkaart met de woningkaart en geef de woningen in GES-kleuren op de kaart weer.** 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 **Bepaal het aantal woningen dat binnen elke GES-score valt.**
Eventueel kunnen andere gebouwen dan woningen gecorrigeerd worden volgens het voorbeeld in de algemene richtlijn van de handleiding. Geef per GES-score het aantal woningen.

Vul vervolgens de volgende tabel in:

GES-score	Aantal woningen
0	
2	
4	
6	

- 8 **Vul de GES-scores en bijbehorende aantal woningen in een tabel bij elkaar en/of maak er een grafiek van in Excel.**

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 PDOK (Publieke Dienstverlening op Kaart):

<http://pdokviewer.pdok.nl/> (vink Geluidskaarten Spoorwegen aan).

2 Bepaal de geluidbelasting op de afstand van de bebouwing.

3 Bepaal de GES-score aan de hoogst belaste gevel van de woningen

Bepaal de GES-score.. 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 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.

4 Geef de contouren van de verschillende GES-scores voor de verschillende stoffen met GIS of met behulp van grafische software op de kaart weer.

5 Combineer de contourkaart met de woningkaart en geef de woningen in GES-kleuren op de kaart weer.

6 Bepaal het aantal woningen dat binnen elke GES-score valt.

Eventueel kunnen andere gebouwen dan woningen gecorrigeerd worden volgens het voorbeeld in de algemene richtlijn van de handleiding. Geef per GES-score het aantal woningen.

Vul vervolgens de volgende tabel in:

GES-score	Woningscore
0	
1	
3	
6	
7	
8	

Worden er vanwege hoge gevelbelastingen extra geluidsisolerende 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 arcen 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.

- 7 Ga na of er gecombineerde belasting aan geluid van een andere bron plaats vindt.**
Bepaal de GES-score van de gecombineerde geluidbelasting (zie Handleiding Module F – Wegverkeer en geluid)
- 8 Vul de GES-scores en bijbehorende aantal woningen. en eventueel deze van de gecombineerde geluidbelasting in een tabel bij elkaar en/of maak er een grafiek van in Excel .**

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 de Tabel "Basisnet spoor" in bijlage II van de Regeling basisnet 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 Tabel "Basisnet spoor" in bijlage II van de Regeling basisnet. Groepsrisico's zijn op kaart weergegeven in de bijlage Basisnettabellen Spoor van het Eindrapport Basisnet Spoor

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

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 een tabel bij elkaar en/of maak er een grafiek van in Excel.**

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.pbl.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

NO ₂ Jaargemiddelde µg/m ³	GES-score		
5 – 7,5	1	1a	
7,5 - 10		1b	
10 – 12,5	2	2a	
12,5 - 15		2b	
15 – 17,5	3	3a	
17,5 - 20		3b	
20 – 22,5	4	4a	
22,5 - 25		4b	
25 – 27,5	5	5a	
27,5 - 30		5b	
30 - 32,5	6	6a	
32,5 - 35		6b	
35 - 37,5	7	7a	
37,5 - 40		7b	
≥ 40	8		Boven WHO advieswaarde Boven jaargemiddelde grenswaarde

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 een tabel bij elkaar en/of maak er een grafiek van in Excel.

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 Module K Waterverkeer en geluidhinder in Deel 1).
- Selecteer het traject waarvoor de GES toegepast moet worden.

2 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.

3 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

4 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 Omgevingslawaaai, 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.

- 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 Vul de GES-scores en bijbehorende aantal woningen in een tabel bij elkaar en/of maak er een grafiek van in Excel.**

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 Tabel Basisnet in bijlage III van de Regeling basisnet of de Eindrapportage Basisnet Water, te downloaden via <https://relevant.nl/display/THEMA/Basisnet> 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 een tabel bij elkaar en/of maak er een grafiek van in Excel.**

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 gezondheidkundige 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 een tabel bij elkaar en/of maak er een grafiek van in Excel.**

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 Luchthavenbesluit voor het betreffende vliegveld is.
- Een Luchthavenbesluit moet de geluidcontouren van 48, 56 en 70 dB bevatten.
- In geval van Schiphol: kijk op de Op de site van PDOK (Publieke Dienstverlening op de Kaart) zijn de geluidskaarten van Schiphol gegeven voor de situatie van 2016 (pdokviewer.pdok.nl vink Geluidskaarten Schiphol aan).

2 Ga na welke geluidcontouren in het Luchthavenbesluit zijn opgenomen

- Ga na of voor het vliegveld Ke-contouren zijn vastgesteld (militaire vliegvelden).
- Ga na of voor het vliegveld L_{den} contouren in een Luchthavenbesluit zijn opgenomen (burgerluchthavens)

3 Bepaal de GES-scores als volgt:

De volgende indelingen worden gehanteerd:

Geluidbelasting		Algemene relatie Ernstig gehinderden (%)	Schiphol relatie Ernstig gehinderden (%)	GES-score
L_{den}	Ke			
<44	<6	<1	<12	0
44 – 47	6 – 13	1 – 3	12 – 15	1
48 – 49	14 – 17	3 – 5	15 – 19	2
50 – 52	18 – 27	5 – 8	19 – 26	4
53 – 57	28 – 34	8 – 15	26 – 41	5
58 – 62	35 – 44	15 – 24	41 – 57	6
≥63	≥ 45	≥24	≥ 57	7

De oude grenswaarde van 35 Ke is omgezet naar een L_{den} -waarde. Voor Schiphol geldt dat 35 Ke 'gemiddeld' overeenkomt met ongeveer 58 dB L_{den} (MNP, 2005). GES-score 6 is aan deze waarde toegekend. Bij andere burgerluchthavens komt 35 Ke overeen met ongeveer 56 dB L_{den} . De 20 Ke-contour komt overeen met 48 dB L_{den} en 65 Ke met 70 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. Hierbij wordt aangetekend 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 $L_{\text{Aeq},23-7}$	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 een tabel bij elkaar en/of maak er een grafiek van in Excel.

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-rondom-Schiphol.html?i=13-90>.

2 Vraag bij de provincie de ligging van de PR-contouren.

Voor burgerluchthavens moet als de Plaatsgebonden Risico (PR) contour van 10^{-6} buiten het luchthavengebied valt, het Rijk of Provinciale Staten een luchthavenbesluit vaststellen met daarin in elk geval een 10^{-5} en 10^{-6} PR-contour.

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 Geef de PR-contouren van de verschillende GES-scores met GIS of met behulp van grafische software op de kaart weer.

5 Combineer de contourkaart met de woningkaart en geef de woningen in GES-kleuren op de kaart weer.

6 Bepaal het aantal woningen dat binnen elke GES-score valt.

Eventueel kunnen andere gebouwen dan woningen gecorrigeerd worden volgens het voorbeeld in de algemene richtlijn van de handleiding. Geef per GES-score het aantal woningen.

Vul vervolgens de volgende tabel in:

GES-score	Aantal woningen
0	
2	
4	
6	

7 Vul de GES-scores en bijbehorende aantal woningen in een tabel bij elkaar en/of maak er een grafiek van in Excel.

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 gechloreerde koolwaterstoffen.
 - **Bodemeigenschappen: het gehalte organisch stof (humus) en het gehalte lutum (kleideeltjes).**
De standaardbodem heeft een gehalte van 10% organisch stof (OS) en 25% lutum (L). Indien het gehalte organisch koolstof (OC) wordt gegeven dient het gehalte organisch stof berekend te worden volgens: $\%OS = \%OC \times 1,724$.
- 2 Kies de bodemfunctie waarvoor de bodem gebruikt wordt of gebruikt gaat worden.**
 - wonen met tuin
 - plaatsen waar kinderen spelen
 - moestuinen/volkstuinen
 - groen met natuurwaarden
- 3a Gebruik de tabellen om voor de beoogde bodemfunctie de HumToxMW en HumToxSanscrit te bepalen.**
De normwaarden zijn met CSOIL2000/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 [^]											
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	210*	360*	70*	120*	1800*	534	727	140	235	3592
		370**	390**	260**							
Zn	140	25517	202594	1842	3651	982689	51033	405188	3685	7303	1965377

*Otte, 2016

** GGD GHOR Kennisnet Lood in bodem advieswaarden, 2016

[^] De beoordelingsmethode voor arseen wordt eind 2017 door RIVM opnieuw vastgesteld. Op dit moment zijn de oude waarden niet meer geldig. Arseen is daardoor voorlopig maatwerk geworden.

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 (op basis van o-xyleen als meest kritische isomeer)	0,2	6280	12000
Tetrachlooretheen	0,01	285	560
Trichlooretheen	24	760	1500
Cis-1,2-dichlooretheen	0,01	77	153

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.rijksoverheid.nl/onderwerpen/milieu-en-gezondheid) en GGD Nederland.

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
Cg<AW2000	0	geen overschrijding Achtergrond/Streefwaarde geen gezondheidsrisico
Cgw<SW	0	
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 gezondheidsrisico waarschijnlijk
Cgw>HumToxSanscrit	6	

*: Cg = concentratie in grond; Cgw = concentratie in grondwater

- 5 Teken de bodemverontreinigingsplekken met GES-score 2, 4 en 6 met behulp GIS of met behulp van grafische software op de kaart weer.
- 6 Combineer de contourkaart met de woningkaart en geef de woningen in GES-kleuren op de kaart weer.
- 7 **Bepaal het aantal woningen dat binnen elke GES-score valt.**
Eventueel kunnen andere gebouwen dan woningen gecorrigeerd worden volgens het voorbeeld in de algemene richtlijn van de handleiding. Geef per GES-score het aantal woningen.
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 een tabel bij elkaar en/of maak er een grafiek van in Excel.

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

www.rivm.nl/milieuportaal/dossier/hoogspanningslijnen na wat de exacte ligging is van de bovengrondse hoogspanningslijn.

Ga voor het deel van de hoogspanningslijn dat in de GES opgenomen moeten worden na wat het spanningsniveau is (50 kV, 110 kV, 150 kV, 220 kV of 380 kV) en lees (via de informatiekноп) 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 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.

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 Geef de contouren van de verschillende GES-scores met GIS of met behulp van grafische software op de kaart weer.

7 Combineer de contourkaart met de woningkaart en geef de woningen in GES-kleuren op de kaart weer.

8 Bepaal het aantal woningen dat binnen elke GES-score valt.

Eventueel kunnen andere gebouwen dan woningen gecorrigeerd worden volgens het voorbeeld in de algemene richtlijn van de handleiding. Geef per GES-score het aantal woningen.

Vul vervolgens de volgende tabel in:

GES-score	Aantal woningen
0	
2	
4	
6	

9 Vul de GES-scores en bijbehorende aantal woningen in een tabel bij elkaar en/of maak er een grafiek van in Excel.

R - Buisleidingen en externe veiligheid

1 Ga na of externe veiligheid een rol speelt.

- Ga bij de provincie of gemeente na of in het gebied buisleidingen lopen waardoorheen gevaarlijke stoffen getransporteerd worden;
- Kijk op de risicokaart (www.risicokaart.nl);
- Raadpleeg de Structuurvisie Buisleidingen 2012-2035. Hierin worden hoofdverbindingen aangewezen waar ruimte moet worden vrijgehouden voor buisleidingen.

2a Ga de ligging van de PR-contouren voor 10^{-6} /jaar en de waarden van het Groepsrisico na.

De risico's van het transport van gevaarlijke stoffen door buisleidingen zijn opgenomen in het Risico Register Gevaarlijke Stoffen (RRGS). Vraag bij provincie of gemeente de ligging van de PR-contour en de oriëntatiewaarde van het groepsrisico na.

2b Bij wijziging van de bebouwing wijzigt het Groepsrisico. Laat vaststellen wat het Groepsrisico in de nieuwe situatie is.

3a Ga eerst na of de normlijn voor Groepsrisico's overschreden wordt.

De normlijn voor het Groepsrisico voor buisleidingen is:

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

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

Kans van 10^{-8} /jaar op 1000 slachtoffers per km buisleiding 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 Ga de grootte van het invloedsgebied na

Voor de berekening van het groepsrisico worden de personen die aanwezig zijn in het invloedsgebied meegeteld. Dit is het gebied tot de grens waarop de letaliteit van die personen 1% is. Het invloedsgebied reikt bij brandbare vloeistoffen tot net buiten de 10^{-6} contour, voor leidingen met aardgas en chemicaliën moet dat per geval berekend worden. Voor hogedrukaardgastransportleidingen kan hiervoor tabel 5.1 uit het Handboek Buisleidingen in bestemmingsplannen gebruikt worden (zie deel I Module R). In deze tabel is de 1% letaliteitsgrens gegeven bij verschillende diameter en druk van deze transportleidingen.

3b Bepaal vervolgens de GES-score en de bijbehorende afstand als volgt:

Plaatsgebonden Risico	Groepsrisico Invloedsgebied Oriëntatiewaarde	GES-score	Afstand (m)
$< 10^{-8}$	Buiten invloedsgebied	0	
$10^{-8} - 10^{-7}$	Binnen invloedsgebied	2	
$10^{-7} - 10^{-6}$	0,5 - 1	4	
$> 10^{-6}$	> 1	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.

- 4 Geef de PR-contouren en de afstand van het invloedsgebied op een kaart weer. 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 buisleiding.

- 5 Geef de contouren van de verschillende GES-scores met GIS of met behulp van grafische software op de kaart weer.**

- 6 Combineer de contourkaart met de woningkaart en geef de woningen in GES-kleuren op de kaart weer.**

- 7 Bepaal het aantal woningen dat binnen elke GES-score valt.**

Eventueel kunnen andere gebouwen dan woningen gecorrigeerd worden volgens het voorbeeld in de algemene richtlijn van de handleiding. Geef per GES-score het aantal woningen.

Vul vervolgens de volgende tabel in:

GES-score	Aantal woningen
0	
2	
4	
6	

- 8 Vul de GES-scores en bijbehorende aantal woningen in een tabel bij elkaar en/of maak er een grafiek van in Excel.**

Bijlagen

1. 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			
	Stank			
	Geluid			
	Externe veiligheid			
Wegverkeer	Luchtverontreiniging PM ₁₀			
	PM _{2.5}			
	NO ₂			
	Geluid			
	Externe veiligheid			
Railverkeer	Geluid			
	Externe veiligheid			
Waterverkeer	Luchtverontreiniging NO ₂			
	Geluid			
	Externe veiligheid			
Vliegverkeer	Stank			
	Geluid			
	Externe veiligheid			
Bodemverontreiniging	Stof 1			
	Stof 2			
	Stof 3			
	Stof 4			
Bovengrondse hoogspanningslijnen	Elektromagnetische velden			
Buisleidingen	Externe veiligheid			

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 2,23 personen per woning (CBS, 2009).

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:	

2. Grafische presentatie

De GES-scores kunnen op verschillende manieren grafisch gepresenteerd worden met als doel inzicht te verkrijgen in de mogelijke gezondheidskundige 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 GIS of een grafisch tekenprogramma

De kracht van een GES ligt 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 gezondheidskundige 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. Daarnaast kan een grafisch software pakket Surfer gebruikt worden. Deze programma's werden veelvuldig gebruikt in de vorige GES versies. De meeste instanties hebben nu de beschikking over GIS. Voor degenen die nog gebruik willen maken van Surfer en XaraX staat in een apart document beschrijving gegeven van de mogelijkheden van Surfer, 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 wenselijk 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.

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 TPG 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.

3. Gebruik Excel grafiekbestand

De gegevens van de verzamelstaat vormen het totale overzicht van de verschillende componenten die in deze GES methode zijn opgenomen. Deze gegevens kunnen ook grafisch gepresenteerd worden in de vorm van Excel tabellen en grafieken.

Het is denkbaar dat niet altijd alle gegevens van belang zijn voor het doel waarvoor de GES is uitgevoerd. Ook zullen niet altijd alle gegevens beschikbaar zijn.

De gegevens uit een tabel met overzicht 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.

In bijlage 4 staan enkele voorbeelden van tabellen en grafieken die zijn toegepast in het voorbeeld van uitvoering van een GES.

De tabel is ingevuld met getallen voor de GES-score en het aantal woningen. Zodra een score of aantal modules 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). Bij sommige modules wordt gebruikt gemaakt van extra tussenklassen. Er kan gekozen worden voor weergave in dezelfde GES-score of met een arcering .

Aan het eind van Bijlage 4 van de GES Handleiding staan de voorbeelden van de verschillende grafische mogelijkheden afgedrukt.

Tevens is aangegeven hoe de tabel ingevuld moet worden.

4. Voorbeeld van uitvoering van een GES

Inleiding

In deze handleiding wordt een voorbeeld gepresenteerd van de uitvoering van een GES in een gefingeerde 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 gezondheidkundige 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	Milieugezondheidskundige betekenis
0	Zeer goed	Milieubelasting beneden de streefwaarde Geen hinder
1	Goed	Geurhinder: 0 – 5% gehinderden, 0% ernstig gehinderden Geluidhinder: 0 – 3% ernstig gehinderden
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 milieugezondheidskundige aspecten

In het kader van de herontwikkeling van een voormalig bedrijfsterrein, is in opdracht van de gemeente een stedenbouwkundig plan ontwikkeld. In het plan is sprake van woonbebouwing, kantoorruimte en kleinschalige bedrijvigheid. Rondom het gebied zijn diverse milieubelastende bronnen gesitueerd, zoals een drukke verkeersweg, een spoorlijn en industrie. Deze bronnen beïnvloeden in meer of mindere mate de lokale milieukwaliteit en daarmee mogelijk ook de gezondheid. De gemeente streeft ernaar om in de ruimtelijke planvorming in een vroegtijdig stadium rekening te houden met milieu- en gezondheidsaspecten, om op deze wijze toekomstige milieurisico's voor de gezondheid te vermijden en een optimaal leefklimaat te realiseren. Daartoe is in het stedenbouwkundig plan 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 milieugezondheidskundige 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 ademhalingsstoornissen, misselijkheid, hoofdpijn, slapeloosheid, hart- en vaatziekten etc.

De GES-indeling hanteert voor het textielbedrijf als bovengrens 10 ge/m^3 of 5 ouE/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) (ouE/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 (ouE/m^3)	GES-score
Alle	0	0
Alle	0 – 1	1
Diervoederindustrie	$0,7 – 1,4 \text{ ouE/m}^3$	4
	$\geq 1,4 \text{ ouE/m}^3$	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:

- NO₂ (stikstofdioxide)
- Fijn stof (PM₁₀, PM_{2,5} en kleinere fracties)

Elk van deze stoffen komt in andere concentratieniveaus voor in de buitenlucht en heeft een eigen gezondheid beïnvloedende eigenschap. In dit voorbeeld wordt PM₁₀ beschreven.

PM₁₀

De achtergrondconcentratie van PM₁₀ ligt voor grote delen van Nederland gemiddeld rond de 20 µg/m³ (2015). In de tabel staat de koppeling tussen concentraties en de GES-score weergegeven. (N.B. Concentraties worden beoordeeld zonder zeezoutaf trek!)

De GES-score indeling voor PM₁₀ is als volgt:

PM₁₀

PM ₁₀ jaargemiddelde µg/m ³	GES-score		
<2	1	1a	
2 - 4		1b	
4 - 6	2	2a	
6 - 8		2b	
8 - 10	3	3a	
10 - 12		3b	
12 - 14	4	4a	
14 - 16		4b	
16 - 18	5	5a	
18 - 20		5b	
20 - 22,5	6	6a	Boven WHO advieswaarde
22,5 - 25		6b	
25 - 27,5	7	7a	
27,5 - 30		7b	
≥ 30	8		

Milieubelasting

Voor de 3 nieuwe wegen door het gebied zijn door de gemeente de concentraties PM₁₀ berekend. De bijdrage van PM₁₀ aan de lokale achtergrondconcentratie (14 µg/m³) bedraagt 2 µg/m³. De totale PM₁₀-concentratie komt dan uit op 16 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 milieugezondheidskwaliteit (GES-score 4) omdat deze zodanig is dat gezondheidseffecten kunnen optreden in de bevolking. Bij woningen die gesitueerd zijn op korte afstand tot wegen kan de GES-score 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 milieugezondheidskwaliteit.

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 wegverkeerslawaai voor het plan wordt gevormd door het verkeer ten westen van het gebied. Daarnaast kunnen lokale wegen, nabij en door het plangebied, invloed hebben op de geluidbelasting, hetgeen vooral afhankelijk is van de verkeersintensiteit en rijsnelheid.

Gezondheidseffecten en beoordelingskader

Hinder en slaapverstoring zijn de belangrijkste gezondheidseffecten van blootstelling aan omgevingsgeluid. Als de L_{den}-waarde bekend is, wordt de GES-score daarop gebaseerd.

De volgende indeling wordt gehanteerd:

Geluidbelasting	Ernstig gehinderden	Geluidbelasting	Ernstig slaapverstoorden	GES-score
L _{den} dB	(%)	L _{Aeq,23-7} dB	(%)	
<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	Milieugezondheid kwaliteit	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 wegverkeerslawaaï 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 wegverkeerslawaaï. 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 geluid onbelaste 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 wegverkeersgeluid. 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/geluidskaat/geluidkaart.htm.

Deze gegevens zijn beschikbaar in de 5 dB klassen die op grond van de EU-Richtlijn Omgevingslawaaï zijn bepaald. Er wordt dan gebruik gemaakt van de volgende indeling.

Geluidbelasting	Ernstig gehinderden (%)	Geluidbelasting	Ernstig slaapverstoorden (%)	GES-score
L_{den} dB		$L_{Aeq,23-7}$ 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	Milieugezondheid kwaliteit	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 340 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	210* 370**	360* 390**	534	727
B(a)P	0,12	1,4	3,7	279	371

*Otte, 2016

** GGD GHOR Kennisnet Lood in bodem advieswaarden, 2016

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	Milieukwaliteitsfactor	GES-score	GES-score achtergrond	Aantal woningen
Bedrijven	Geurhinder	0		510
		4		320
Bedrijven	Geluidhinder	0		810
		1		20
Wegverkeer	Luchtverontreiniging PM ₁₀	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 gezondheidkundig 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 geluid reducerende 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 geluid reducerende 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.

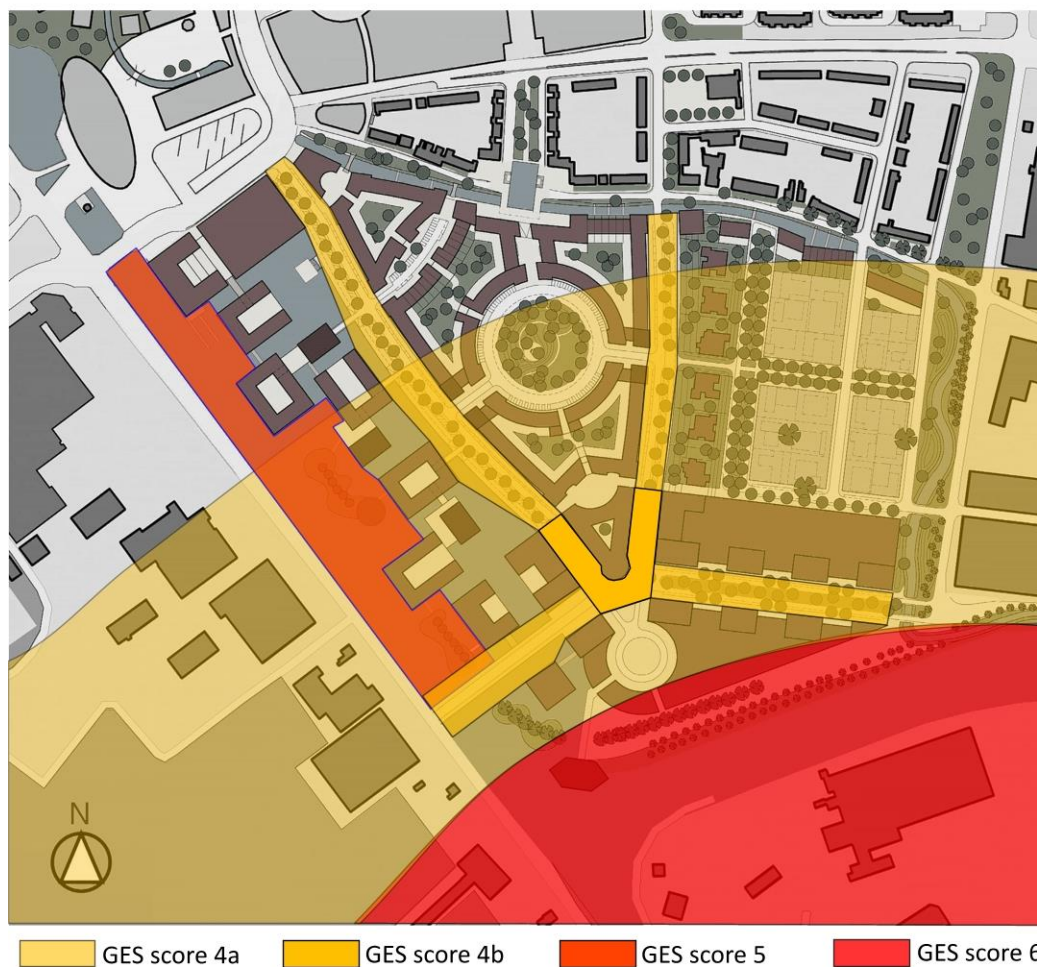
Ten aanzien van veiligheid wordt opgemerkt dat door de realisatie van een fors aantal nieuwe woningen aan de spoorzijde overschrijding van Groepsrisiconormen mogelijk is. Het verdient aanbeveling om dit nader te laten onderzoeken.

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.

5. Gebruiksaanwijzing Excel grafiekbestand

De grafieken dienen alleen als voorbeeld voor het grafisch weergeven van de GES-scores. In ieder ander spreadsheetprogramma of database kunnen vergelijkbare grafieken gemaakt worden.

De bijgevoegde voorbeelden zijn zo opgesteld dat door het invullen van de getallen de grafieken zichzelf aanpassen. Vervolgens kunnen de grafieken gekopieerd worden en in een rapport verwerkt worden. Op de website van de GES staat een bestand met de Excel werkmappen.

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 in het voorbeeld is een automatische kleurstelling van Excel.

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.

In het tabblad Radargrafiek GES-score worden 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.

In het tabblad Tabel GES staat een voorbeeld van de grafiek in de kleuren van Excel. Zie ook volgende pagina.

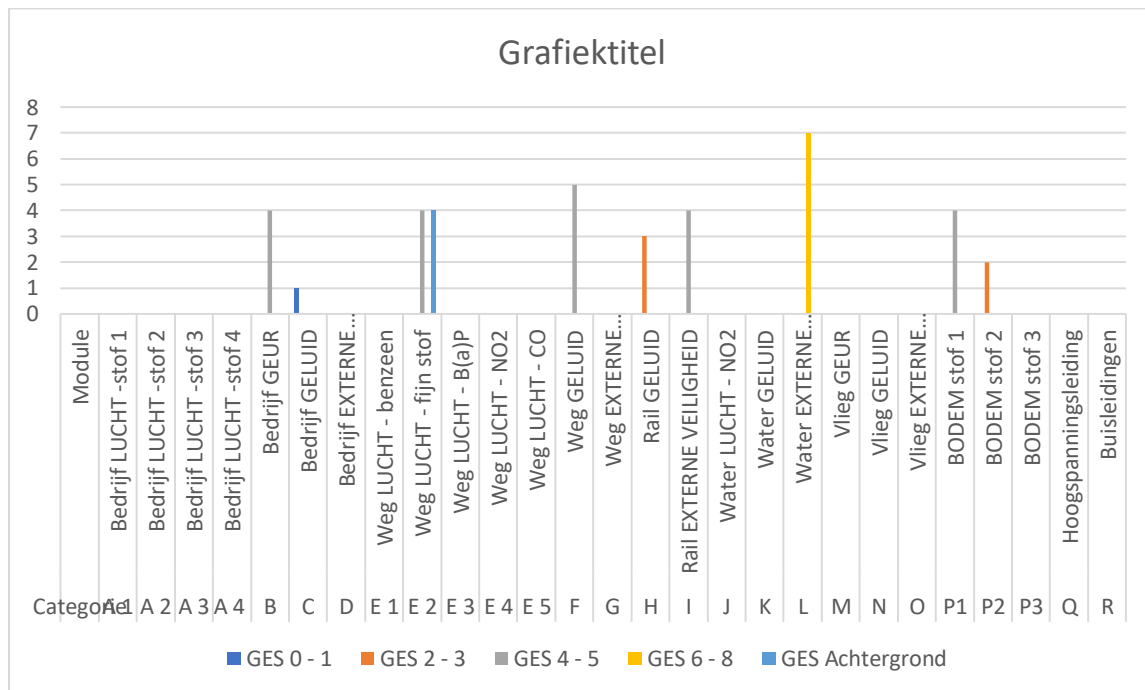
Tabblad: Staafdiagram GES

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. De kleurstelling is idem aan de hierboven beschreven wijze.

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.

6. Voorbeeld van een staafdiagram gemaakt in Excel



Voorbeeld van een radargrafiek gemaakt in Excel.

