

Notitie / Memo

HaskoningDHV Nederland B.V.
Transport & Planning

Aan: Anne Knol, Bram van Liere (Milieudefensie)
Van: Loes Geelen (Adviseur Gezonde Omgeving), Ronald Groen (RHDHV),
Datum: 24 september 2018
Kopie:
Ons kenmerk: BG2632TPNT1808101027
Classificatie: Projectgerelateerd

Onderwerp: Achter de norm - welke gezondheidsrisico's accepteren we?

1 Kernboodschap

Milieudefensie heeft behoefte aan een inzicht welke de gezondheidsrisico's voor luchtkwaliteit geaccepteerd worden door de wetgever met de huidige normen én hoe deze risico's zich verhouden tot andere milieuthema's. Deze literatuurstudie laat zien dat er fundamentele verschillen optreden bij de normstelling voor luchtverontreiniging in het milieu in vergelijking met andere domeinen en milieufactoren. Daardoor accepteert de wetgever dat sterfterisico's van fijn stof en NO₂ tot in de ordegrrootte van honderden tot zelfs tienduizenden malen hoger zijn dan de risico's van andersoortige luchtverontreiniging zoals toxische en kankerverwekkende stoffen. Ook accepteert de wetgever daarmee een grotere ziektelast van luchtverontreiniging dan voor andere milieufactoren, zoals geluid.

2 Vraagstelling: Welke risico's worden met luchtnormen geaccepteerd en hoe verhoudt zich dat tot andere normen?

In de loop der jaren zijn er diverse normen voor milieufactoren opgesteld, zoals voor de luchtkwaliteit, geluidsbelasting, of voor externe veiligheid. Een wettelijke norm¹ weerspiegelt het uiterste niveau van een milieufactoor dat nog geaccepteerd wordt door de wetgever. De vaststelling van de wettelijke normen heeft voor verschillende thema's afzonderlijk en op verschillende wijzen plaatsgevonden. Daardoor worden per vakgebied impliciet verschillende gezondheidsrisico's geaccepteerd, wanneer (nog net) aan de norm wordt voldaan. Op hoofdlijnen worden deze verschillen inzichtelijk gemaakt in de rapportage van het RIVM over Gezondheid en veiligheid in de Omgevingswet².

Er komt steeds meer aandacht voor de situatie dat bij luchtkwaliteit de wettelijke normen boven de gezondheidkundige advieswaarden liggen en daarmee worden gezondheidsrisico's geaccepteerd door de blootstelling aan fijnstof (PM₁₀, PM_{2.5}) en stikstofdioxide (NO₂). Dit geldt voor de gehele bevolking en in het bijzonder voor gevoelige groepen. Hoe deze geaccepteerde risiconiveaus zich verhouden tot andere domeinen is echter nog niet eerder met elkaar vergeleken.

¹ Er bestaan veel verschillende (typen) normen, zoals grenswaarden, richtlijnen, streefwaarden, advieswaarden, informatie- en alarmdrempels. De focus binnen deze opdracht ligt op de in Nederland geldende wettelijke normen (de grenswaarden uit de Wet milieubeheer). Zie ook bijlagen 4 en 5 voor meer achtergrondinformatie.

² Gezondheid en veiligheid in de Omgevingswet. Doelen, normen en afwegingen bij de kwaliteit van de leefomgeving. RIVM Rapport 2014-0138.

Behoeftte aan overzicht van geaccepteerde gezondheidsrisico's

Milieudefensie heeft behoefte aan een overzicht van 'geaccepteerde gezondheidsrisico's' voor luchtkwaliteit en meer inzicht in hoe deze risico's zich verhouden tot andere thema's. Met dit overzicht kan input worden gegeven in de huidige landelijke discussies over de kwantitatieve gezondheidsdoelen die in relatie tot de luchtkwaliteit kunnen worden vastgesteld, onder andere in het kader van het Schone Lucht Akkoord en de Omgevingswet.

3 Aanpak

In opdracht van Milieudefensie heeft Royal HaskoningDHV in samenwerking met milieugezondheidskundig expert Loes Geelen een literatuurreview uitgevoerd. Gestart is met een beschouwing over hoe normen worden vastgesteld. Uit studies van De Zwart et al.³ en Geelen et al.⁴ bleek eerder al dat binnen het Nederlandse normstelsel er grote variatie is in welke gezondheidsimpact er optreedt door emissies van Zeer Zorgwekkende Stoffen⁵. Op basis van deze studies, is in deze studie dieper ingegaan op de wettelijke normen voor stoffen in de lucht en zijn de risiconiveaus bepaald die met deze normen samenhangen.

Een overzicht is opgesteld van de gezondheidsrisico's die geaccepteerd worden bij normering van diverse vakgebieden. Het overzicht bevat een vergelijking tussen gezondheidsrisico's gerelateerd aan normen voor fijnstof (PM₁₀ en PM_{2,5}), stikstofdioxide (NO₂) en aanvullend roet (elementair koolstof, EC) enerzijds, met andere domeinen anderzijds:

- Lucht
 - Fijnstof (risico op vervroegde sterfte)
 - NO₂ (risico op vervroegde sterfte)
 - Dieselmotoremissies/elementair koolstof EC (risico op vervroegde sterfte)
 - Benzeen (risico op leukemie)
 - Acrylonitril (risico op longkanker)
 - Arseen (risico op longkanker)
 - Benzo[a]pyreen (risico op longkanker)
 - Cadmium (risico op longkanker)
 - Chroom IV (risico op longkanker)
 - Formaldehyde (risico op kanker)
 - Nikkel (risico op longkanker)
 - Vinylchloride (risico op leverkanker)
 - Radon (risico op longkanker)
 - Asbest (risico op mesothelioom)
- Externe veiligheid
- Geluid
 - Wegverkeer
 - Industrie
 - Railverkeer
 - Vliegverkeer

³ De Zwart, Den Hollander, Geelen, Huijbregts, 2006. *Environmental effect indicators for priority pollutants*. RIVM Rapport 607880006, 2006.

⁴ Geelen LMJ, Huijbregts MAJ, den Hollander H, Ragas AMJ, van Jaarsveld HA, de Zwart D. *Confronting environmental pressure, environmental quality and human health impact indicators of priority air emissions*. *Atmos. Environ.* 2009;43(9):1613-21.

⁵ *Zeer Zorgwekkende Stoffen zijn stoffen die gevaarlijk zijn voor mens en milieu omdat ze bijvoorbeeld kankerverwekkend zijn, de voortplanting belemmeren of zich in de voedselketen ophopen. De Nederlandse overheid pakt Zeer Zorgwekkende Stoffen met voorrang aan. In deze studie zijn de stoffen geselecteerd waarvoor concentratie-respons-relaties beschikbaar zijn voor effecten op gezondheid van mensen.*

De geldende normen zijn verzameld via het 'zoeksysteem Risico's van stoffen' van het RIVM. Deze bundelt informatie over risico's van stoffen, waaronder (milieu)normen en verwijzingen naar wetenschappelijke onderbouwing. In de overzichtstabel in Bijlage 4 staat per stof de verzamelde informatie alsook de geschatte risiconiveaus die met de geldende normen overeenkomen.

Afbakening

Het overzicht is het resultaat uit een screening van een selectie van beschikbare literatuur. Het is bedoeld om de verschillen tussen een aantal vakgebieden te illustreren. Het overzicht is in geen geval bedoeld als een compleet en uitputtend overzicht. Welke stof-specifieke afwegingen -buiten gezondheidsrisico's- een rol speelden in het van proces van normafweging is niet onderzocht.

4 Hoe worden normen vastgesteld?

In het proces van vaststelling van wettelijke normen wordt bekeken hoe gezondheidseffecten voorkómen of beperkt kunnen worden aan de hand van de keten van oorzaak tot effecten.

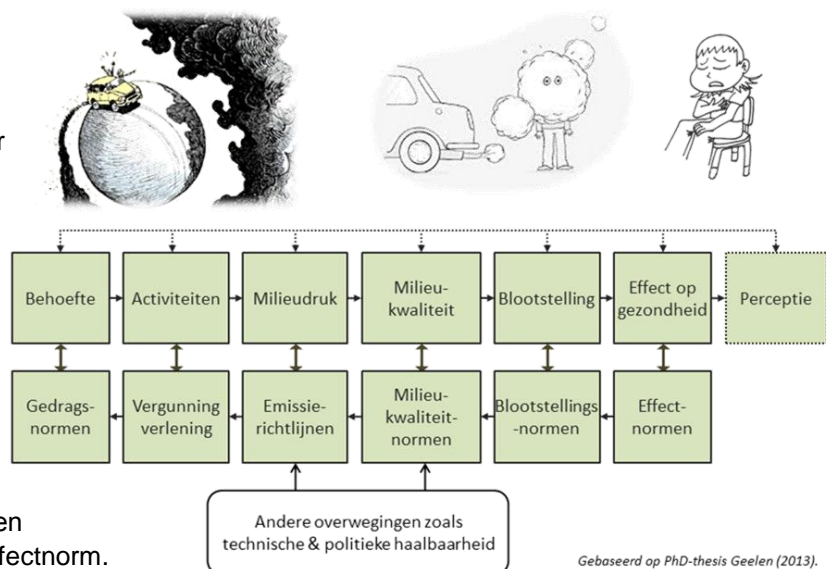
Van oorzaken naar gevolgen...⁶

Het startpunt in de (medische) milieukunde vormt de keten van oorzaken en effecten (Figuur4-1). Laten we beginnen bij het begin en de route afwandelen van oorzaak naar gevolgen aan de hand van de auto als voorbeeld. We hebben behoefte om ons te verplaatsen en daarvoor nemen we vaak de auto. Tijdens de activiteiten van fabricage naar gebruik tot sloop, stoten we allerlei stoffen uit in het milieu. Dat noemen we milieudruk. Deze uitstoot verspreidt zich vervolgens in onze leefomgeving wat leidt tot een slechtere kwaliteit van het milieu: de concentraties in de lucht lopen op. Wanneer de bevolking wordt blootgesteld aan die stoffen, ademt ze die in. Afhankelijk van de samenstelling van stoffen en de hoeveelheden die mensen binnenkrijgen, kunnen zij nadelige gezondheidseffecten ontwikkelen. Denk bijvoorbeeld aan vervroegde sterfte door blootstelling aan fijn stof. Hoe de risico's van luchtverontreiniging beleefd worden, kan sterk verschillen van persoon tot persoon, van bron tot bron en ook de lokale context is belangrijk.

Figuur 4-1 Schematische weergave van proces van normstelling

... en terug

Om de bevolking te beschermen tegen nadelige gezondheidseffecten, worden voor alle stappen in de keten normen opgesteld. Daartoe wordt in beginsel de keten in omgekeerde volgorde afgelopen, startend bij de effecten. Voor kankerverwekkende stoffen bestempelen we een sterfterisico als 'acceptabel' wanneer het kleiner is dan '1 op de miljoen' per jaar. Dat is een voorbeeld van een gezondheidseffectnorm.



⁶ Geelen. Human health indicators for air pollutants - Stepping along the cause-and-effect pathway . PhD thesis Radboud University Nijmegen, The Netherlands, 2013.

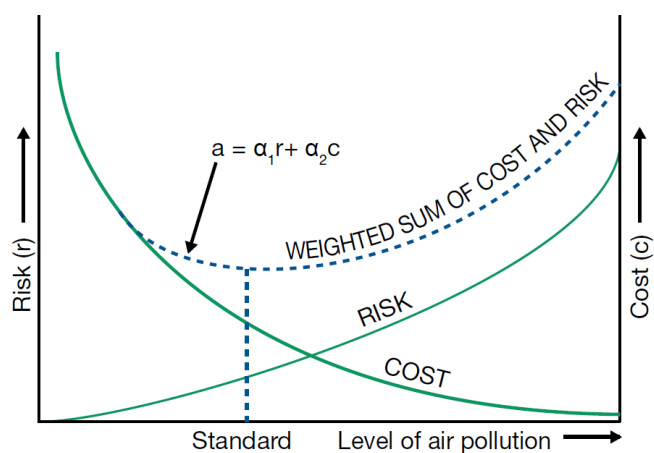
Vanuit dit geaccepteerde risico kunnen we onderzoeken door welke blootstelling dit veroorzaakt wordt. Daar wordt dan de blootstellingsnorm op vastgesteld. Om te voorkomen dat die blootstellingsnorm overschreden wordt, worden eisen gesteld voor onze omgeving: luchtkwaliteitsnormen. Om vervolgens te voorkomen dat die luchtkwaliteitsnorm wordt overschreden, worden beperkingen opgelegd aan de uitstoot van stoffen: er worden op nationaal en internationaal niveau emissiedoelen geformuleerd en er worden richtlijnen opgesteld voor vergunningverlening. Ook door op lokaal niveau de activiteiten te reguleren via vergunningen wordt de uitstoot beperkt. Uiteindelijk wordt gestreefd naar veranderingen aan het begin van de keten. Denk bijvoorbeeld aan schonere technieken, maar ook aan verandering van gedragsnormen. Het op korte afstanden kiezen voor vervoer per fiets is een voorbeeld van zo'n aangepaste gedragsnorm.

En andere overwegingen!

Het is belangrijk om te realiseren dat normen niet alleen worden vastgesteld op basis van gezondheidskundige overwegingen, maar dat technische en politieke haalbaarheid en sociaaleconomische overwegingen ook een belangrijke rol spelen. Normen zijn dus een compromis. Hierbij wordt een afweging gemaakt tussen het voorkómen of beperken van gezondheidseffecten, en andere factoren zoals achtergrondniveaus, de technische en/of politieke haalbaarheid van reductie-maatregelen, alsmede de (maatschappelijke) kosten en acceptatie van dergelijke maatregelen^{6,7,8}. De

Wereldgezondheidsorganisatie heeft de afweging tussen gezondheidswinst en

kosten van maatregelen, geïllustreerd in Figuur 4-2⁹. Des te verder blootstelling en daaruit volgende risico's voor de gezondheid verkleind worden, des te kostbaarder zijn de maatregelen om dit te bereiken. De figuur schetst de norm (Engels: standard) als een optimum in de afweging tussen gezondheidsrisico's en kosten.



Figuur 4-2 Afwegen risico's versus kosten van maatregelen voor luchtkwaliteit (WHO,2017)

Fundamentele verschillen in risicobeoordeling van stoffen

De risico's voor bevolking van concentraties in de buitenlucht worden berekend volgens verschillende soorten concentratie-respons-relaties. Dat is een relatie die kwantitatief beschrijft welke dosis van een stof een (toename in) gezondheidseffecten veroorzaakt. Voor toxische effecten wordt er gewoonlijk van uitgegaan dat er een drempelwaarde is waaronder geen effecten optreden, een zogenaamd No-Observed-Adverse-Effect-Level. Idealiter houden de milieunormen deze drempelwaarden in acht waarbij vaak veiligheidsfactoren in acht worden genomen om ook gevoelige groepen te beschermen. Stoffen met kankerverwekkende eigenschappen kennen een fundamenteel andere benadering.

Deze effecten kennen geen drempelwaarde omdat ervan uitgegaan wordt dat elke blootstelling tot een risico kan leiden. Deze risico's worden op zichzelf berekend en kunnen bij elkaar opgeteld worden. Uitgangspunt in de normstelling van kankerverwekkende stoffen is dat een maximaal toelaatbaar risico (MTR) risico op maximaal 1 nieuw geval van kanker op miljoen mensen per jaar aanvaard wordt. In

⁷ Brunekreef B, Maynard RL. A note on the 2008 EU standards for particulate matter. *Atmos. Environ.* 2008;42(26):6425-30.

⁸ VROM. Nationaal Milieubeleidsplan 4 (Fourth national environmental policy plan. In Dutch.). The Hague, The Netherlands: Netherlands Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment (VROM), vrom 01.0433 14548/176, 2001.

⁹ Evolution of WHO air quality guidelines: past, present and future. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe; 2017.

Bijlage 1 is de formule weergegeven waarmee bepaald kan worden hoe hoog de buitenluchtconcentratie mag zijn om beneden het maximaal toelaatbaar kankerrisico van 1 op de miljoen te blijven. De *klassieke stoffen uit luchtverontreiniging* kennen weer een andere benadering. Voor fijnstof en NO₂ wordt gewoonlijk gewerkt met relatieve risico's waarbij inademing van stoffen ervoor gezorgd heeft dat de sterfte toegenomen is met een *factor* x ten opzichte van een 'achtergrondincidentie van sterfte'.¹⁰ Uitgangspunt in de milieunormstelling is niet een vooraf vastgesteld maximaal toelaatbaar risico, maar de afweging tussen gezondheidsrisico's en andere aspecten zoals kosten, technische haalbaarheid en politieke haalbaarheid zoals in voorgaande paragraaf is beschreven. In Bijlage 1 is de formule weergegeven waarmee bepaald kan worden hoe hoog het sterfterisico is afhankelijk van de buitenluchtconcentratie. Naast het verschil in type gezondheidseffecten en concentratie-respons-relaties, is er ook verschil in benadering tussen verschillende domeinen. Bij *milieublootstelling* wordt uitgegaan van algemene bevolking die continu wordt blootgesteld aan buitenluchtconcentraties dan wel dat de buitenluchtconcentratie een proxy is voor daadwerkelijke blootstelling in buiten- en binnenmilieu. Bij normen voor *werkplek* wordt juist gewerkt met blootstellingsjaren voor een individu. Bovendien vormen vooraf vastgestelde geaccepteerde risiconiveaus het uitgangspunt bij de afleiding van normen voor de werkplek.

Voorbeelden

- Een toename in fijnstof van 10 µg/m³ PM_{2.5} in de buitenlucht zorgt ervoor dat het jaarlijks sterfterisico toeneemt met een factor 1,06 (dit betekent 6% hogere sterfte dan 'normaal').¹¹ Bij een buitenluchtconcentratie van 25 µg/m³ PM_{2.5} is een sterfterisico van circa 1 op de 880 blootgestelde mensen per jaar te wijten aan deze blootstelling.
- Levenslange blootstelling aan 1 µg/m³ benzeen zorgt ervoor dat je jaarlijks een extra risico hebt om kanker te ontwikkelen van 0,00000075 (ofwel circa 1 op de 13 miljoen¹²). Dit betekent dat een maximaal toelaatbaar risico van 1 op de miljoen overeenkomt met een blootstelling aan een buitenluchtconcentratie van 13 µg/m³.

5 Resultaten: luchtnormen vergeleken

Geaccepteerde risiconiveaus lopen sterk uiteen

In Tabel 5-1 zijn de normen, gezondheidkundige advieswaarden en corresponderende risiconiveaus voor de verschillende milieufactoren opgenomen. In bijlage 4 is de uitgebreide tabel opgenomen. Er blijken grote verschillen te zijn tussen de risiconiveaus die met de geldende normen overeenkomen. De geaccepteerde gezondheidsrisico's door fijnstof en NO₂ ligt tot in de orde grootte van honderden tot zelfs tienduizenden malen hoger dan dat van toxische en kankerverwekkende stoffen. Alleen van de blootstelling aan radon worden vergelijkbare risiconiveaus geaccepteerd. We verwachten dat de verschillen in werkelijke ziektelast nog groter zullen zijn, gezien verschillen in de hoogte van de actuele blootstellingen én verschillen in de aantallen blootgestelde mensen: aan luchtvervuiling door fijnstof en NO₂ worden veel meer mensen blootgesteld aan veel hogere concentraties dan bij de andere stoffen het geval is. Het blijkt dus dat de wetgever juist voor stoffen waar zeer veel mensen in hoge mate aan worden blootgesteld minder 'streng' is dan voor andere stoffen.

¹⁰ Tornqvist M, Ehrenberg L. On cancer risk estimation of urban air pollution. *Environ. Health Perspect.* 1994;102 Suppl 4(173-82).

¹¹ Hoek, et al. Long-term air pollution exposure and cardio-respiratory mortality: a review. *Environmental Health* 2013, 12:43.

¹² WHO, 2000. *Air quality guidelines for Europe; second edition*

Tabel 5-1 Wettelijke normen, gezondheidkundige advieswaarden en risiconiveaus

Stof of factor (jaargemiddelde blootstelling)	Norm	Gezondheidkundige advieswaarde WHO	Effect	Geaccepteerd extra risico per jaar van 1 op de ...
Radon	Geen norm maar een EU-referentiewaarde 300 Bq/m ³	"no safe level"; Referentie 100 Bq/m ³	Longkanker	~560
NO₂	40 µg/m ³	40 µg/m ³ of ¹³ 20 µg/m ³	Sterfte	~720 ¹⁴
Fijnstof PM_{2,5}	25 µg/m ³	10 µg/m ³	Sterfte	~880
Fijn stof PM₁₀	40 µg/m ³	20 µg/m ³	Sterfte	~1.100
Dieselmotor-emissies (EC)	Geen milieunorm; voorstel werkplek: ¹⁵ 0,4 µg/m ³ tot 2 µg/m ³ .	"no safe level "	Sterfte	~4.800 tot ~1.100
Asbest chrysotile	100.000 V/m ³ ¹⁶	"no safe level"	Kanker	~28.000
Asbest amfibool	10.000 V/m ³ ¹⁷	"no safe level"	Kanker	~30.000
Acrylonitril	10 µg/m ³	"no safe level"	Kanker	~400.000
Formaldehyde	10 µg/m ³	Geen advieswaarde voor lange termijn blootstelling	Kanker	~620.000
Chroom VI & chroom VI verbindingen	0,0025 µg/m ³	"no safe level"	Kanker	~800.000
Externe veiligheid	plaatsgebonden risico 10 ⁻⁶ per jaar	-	Sterfte	1.000.000
Benzo[a]pyreen	0,001 µg/m ³	"no safe level"	Kanker	~920.000
Benzeen	5 µg/m ³	"no safe level"	Kanker	~2.700.000
Arseen (As)	0,006 µg/m ³	"no safe level"	Kanker	~8.900.000
Cadmium & cadmium-verbindingen	0,005 µg/m ³	0,005 µg/m ³	Kanker en nieraandoeningen	~8.900.000
Nikkel & nikkel-verbindingen	0,02 µg/m ³	"no safe level"	Kanker	~11.000.000
Vinylchloride	3,6 µg/m ³	"no safe level"	Kanker	~22.000.000

Ziektelast door slechte luchtkwaliteit hoger dan geluidshinder

Uit de laatste Volksgezondheid Toekomst Verkenning blijkt dat geluid de andere milieufactor is die in grote mate bijdraagt aan de ziektelast in Nederland (VTV, 2018). Geluid in de leefomgeving veroorzaakt hinder en slaapverstoring. Risico's op hinder en slaapverstoring laten zich echter moeilijk vergelijken met sterfterisico's. Daarvoor worden de risico's gewogen naar de ernst van het effect, dat kan bijvoorbeeld met de Milieu Gezondheids Risico-indicator (MGR). De MGR combineert blootstelling-respons-relaties, het aantal verloren gegane jaren door sterfte of een mindere kwaliteit van leven en een wegingsfactor voor de ernst van het gezondheidseffect. Op die manier kunnen gezondheidseffecten die variëren in

¹³ Deze advieswaarde is momenteel onder studie om te worden herzien. Gezondheidseffecten treden op bij lagere NO₂ concentraties. De WHO benadrukt dat de huidige advieswaarde is opgesteld om te beschermen tegen effecten van NO₂ zelf. Voor NO₂ als indicator voor stoffen die vrijkomen bij verbrandingsprocessen, zou een lagere advieswaarde gebruikt moeten worden. Aangepaste gezondheidsnorm van 20 µg/m³ zou te rechtvaardigen zijn o.b.v. HRAPIE NO₂ studie (ERS Masterclass air pollution, 2017).

¹⁴ Ten opzichte van drempelwaarde van 5 µg/m³ (VTV, 2018)

¹⁵ Voorstel: omdat het blootstellingsniveau dat overeenkomt met het verbodrisiconiveau al wordt overschreden bij achtergrondniveaus in het algemene milieu adviseert de commissie dat blootstelling van werknemers niet hoger zou mogen zijn dan het achtergrondniveau van 0,4 - 2 µg/m³.

¹⁶ Norm wordt herzien en (waarschijnlijk) gelijk gesteld aan norm werkplek.

¹⁷ Norm wordt herzien en (waarschijnlijk) gelijk gesteld aan norm werkplek.

ernst, duur en aantal mensen dat eraan leidt toch vergeleken worden. De MGR is uitgedrukt in percentage bijdrage aan de totale ziektelast in Nederland¹⁸.

Tabel 5-2 laat zien dat de relatieve bijdrage van luchtverontreiniging groter is dan van geluid van wegverkeer, industrie en railverkeer. Van luchtkwaliteit accepteren we dus ook aanzienlijk meer ziektelast, en dat wordt veroorzaakt door de minder strenge normen.

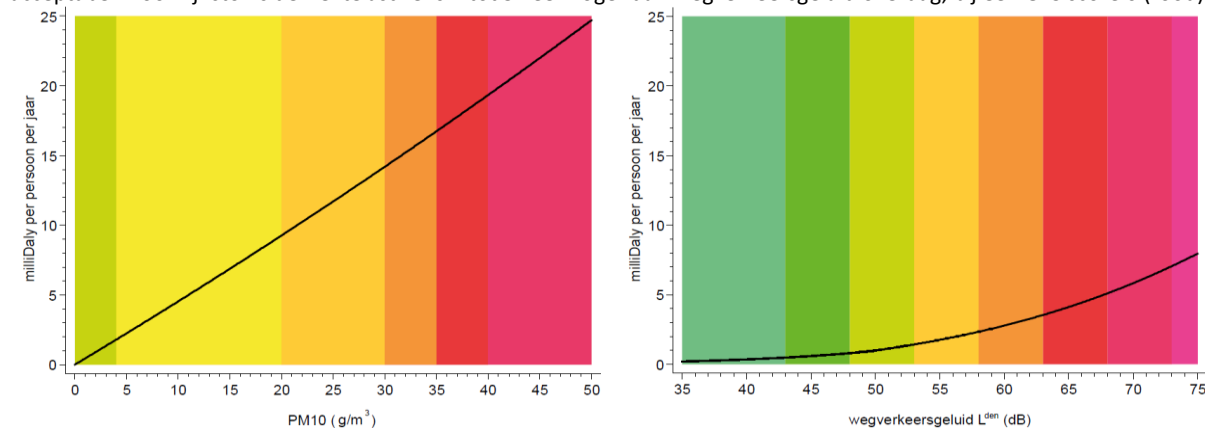
Tabel 5-2 Ziektelast bij blootstelling aan de norm voor lucht en geluid (Milieu Gezondheid Risico index)

Stof of factor	Gezondheidseffecten	Bijdrage aan ziektelast bij blootstelling aan norm in heel NL (MGR)
Fijn stof PM ₁₀	Vroegtijdige sterfte.	5,8%
NO ₂	Vroegtijdige sterfte, astma.	2,5%
Geluid van wegverkeer* L _{den} (65 dB) L _{night} (65 dB)	Ernstige slaapverstoring, hart- en vaatziekten, sterfte aan hart- en vaatziekten.	0,25% 2,8%
Geluid van industrie* L _{den} (60 dB) L _{night} (40 dB)	Ernstige slaapverstoring, hart- en vaatziekten, sterfte aan hart- en vaatziekten.	0,17% 0,41%
Geluid van railverkeer* L _{den} (70 dB) L _{night} (70 dB)	Ernstige slaapverstoring, hart- en vaatziekten, sterfte aan hart- en vaatziekten.	0,34% 1,5%
Geluid van vliegverkeer* L _{den} (70 dB) L _{night} (50 dB)	Ernstige slaapverstoring, hart- en vaatziekten, sterfte aan hart- en vaatziekten, leesachterstand.	0,50% 3,4%

* De maximaal toelaatbare geluidsniveaus variëren per type bron, omgeving, en tijd. Geluidsnormering is tamelijk complex van opzet en is in de tabel sterk versimpeld weergegeven.

Maximaal Toelaatbaar Risico of 'MTR'?

De klassieke betekenis van het MTR komt overeen met een risico van 10^{-6} per jaar blootstelling. De term MTR wordt echter ook gebruikt in verschillende vakgebieden om risicomaten met elkaar te vergelijken; voor externe veiligheid is dit vertaald naar een plaatsgebonden risico van 10^{-6} . Tegenwoordig wordt de term MTR echter ook gebruikt voor gezondheidskundige advieswaarden terwijl daar niet zondermeer een risiconiveau van 10^{-6} aan gekoppeld is. Daardoor kan verwarring ontstaan over wat het daadwerkelijke risiconiveau van een MTR is. Dit is ook het geval in de veel gebruikte scoringsmethodiek Gezondheidseffectscreening (GES) waar blootstelling boven het 'MTR' een rode kleurcode krijgt¹⁹. Onderstaande figuur maakt duidelijk dat er veel hogere ziektelast geassocieerd is met de 'GES-MTR' voor lucht dan voor geluid (uitgedrukt in miliDALY/p/jr).² Met andere woorden: wat we binnen de Gezondheidseffectscreening onacceptabel vinden voor geluid, vinden we voor fijnstof nog acceptabel. Voor fijnstof is de ziektelast zelfs 4 tot 5 keer hoger dan wegverkeersgeluid overdag, bij een GES score 6 (rood).



¹⁸ Handleiding Milieugezondheidsrisico MGR. T. van Alphen, T. Fast, D. Houthuijs, W. Swart; 2016.

¹⁹ Gezondheidseffectscreening Stad & Milieu. T. Fast en D.H.J. van de Weerd; 2018

Bijlage 1 - Formules om risiconiveaus af te leiden

De formules om de risiconiveaus te berekenen die overeenkomen met de concentratieniveaus waarop de normen zijn vastgesteld, zijn hieronder opgesomd. Voor uitgebreidere toelichting verwijzen we naar het originele document van Geelen in voetnoot 6 (PhD-thesis Radboud University 2013).

Op basis van relatieve risico's (fijnstof en NO₂)

$$ERL_{x,e,i}^{RR} = \frac{(RR_{x,e} - 1) \times C_{x,i}}{((RR_{x,e} - 1) \times C_{x,i}) + 1} \times F_{inc,e}$$

- $ERL_{x,e,i}^{RR}$: Jaarlijks extra risico per blootstellingsjaar uitgaande van levenslange blootstelling, op basis van RR op ontwikkelen van ziekte *e* na blootstelling aan stof *x* op locatie *i* (jaar⁻¹)
- $RR_{x,e}$: Relatief Risico op ontwikkelen van ziekte *e* na blootstelling aan 1 µg.m⁻³ van stof *x* (-)
- $C_{x,i}$: Concentratie aan stof *x* op locatie *i* (µg.m⁻³).
- $F_{inc,e}$: Fractie van de Nederlandse bevolking die ziekte *e* ontwikkelt (jaar⁻¹)

Indien er uitgegaan wordt van een drempelwaarde dient die eerst van de concentratie / norm afgetrokken te worden. Van welke drempelwaarde dient te worden uitgegaan kan verschillen. Dit is in de overzichtstabel weergegeven. Hierbij zijn de drempelwaarden overgenomen zoals toegepast in de Volksgezondheid Toekomst Verkenning (VTV, 2018) en Wereldgezondheidsorganisatie.

Bij NO₂, fijnstof en EC is bij de incidentiefractione uitgegaan van het Nederlandse sterftecijfers, de zogenaamde 'all-cause mortality'. Voor 2017 gaat het om zo'n 150.000 sterfgevallen op 17.200.000 inwoners (CBS Statline).

Op basis van unit risk factor (kankerverwekkende stoffen)

$$ERL_{x,e,i}^{UR} = \frac{UR_{x,e}}{LT} \times C_{x,i}$$

- $ERL_{x,e,i}^{UR}$: Jaarlijks extra risico uitgaande van levenslange blootstelling, op basis van UR, op ontwikkelen van ziekte *e* na blootstelling aan stof *x* op locatie *i* (jaar⁻¹).
- $UR_{x,e}$: Humaan-equivalent unit risk factor van stof *x*: geschat kankerrisico voor gehele leven bij levenslange blootstelling *e* aan een concentratie van 1 µg.m⁻³ van stof *x* (m³/µg⁻¹).
- LT: Levensduur (jaar)

Bijlage 2 – Milieukwaliteitsnormen

Bron: <https://rvs.rivm.nl/normen/milieu/milieukwaliteitsnormen>

Milieukwaliteitsnormen richten zich op het beschermen van de algemene milieukwaliteit. Er zijn milieukwaliteitsnormen voor stoffen in oppervlaktewater, grondwater, sediment, bodem en lucht.

De overheid gebruikt milieukwaliteitsnormen bijvoorbeeld voor:

- de vergunningverlening in het kader van onder meer de Wet milieubeheer en de Waterwet
- de beoordeling van de milieukwaliteit
- de formulering van beleid om normoverschrijding terug te dringen
- het saneringsbeleid

Welke normen zijn er?

MTR: Maximaal toelaatbaar risiconiveau

Het maximaal toelaatbaar risiconiveau (MTR) is de concentratie van een stof in water, sediment, bodem of lucht waar beneden geen negatief effect is te verwachten. Voor oppervlaktewater worden er tegenwoordig geen MTR-waarden meer afgeleid.

VR: Verwaarloosbaar risiconiveau

Het verwaarloosbaar risiconiveau (VR) geeft het niveau aan waarbij we spreken van duurzame milieukwaliteit op lange termijn. Deze norm houdt rekening met gelijktijdige blootstelling aan meerdere stoffen. Het VR ligt meestal op een honderdste van het MTR. Uitzonderingen zijn bijvoorbeeld stoffen die van nature voorkomen in gehalten die hoger zijn dan het MTR/100.

Lees meer over [Luchtkwaliteitsnormen](#) (zie Bijlage 3)

Wettelijk kader

De milieukwaliteitsnormen die zijn afgeleid vanuit de Kaderrichtlijn Water (zie ook [Prioritaire stoffen KRW](#)), zijn opgenomen in het Nederlandse Besluit kwaliteitseisen en monitoring water 2009 (Bkmw). Daarnaast zijn er normen voor monitoring opgenomen in de Regeling monitoring KRW. Er zijn ook normen die niet in regelgeving zijn vastgelegd, zie [Milieu](#).

Hoe normen afleiden?

Europese waterkwaliteitsnormen worden afgeleid onder verantwoordelijkheid van de Europese commissie en op EU niveau vastgesteld. Voor stoffen die voor Nederland relevant zijn, leidt de Nederlandse overheid normen af volgens de [Handleiding normafleiding](#). Deze handleiding volgt de EU methode 'TGD, Technical Guidance Documents -EQS, Environmental Quality Standards EC 2011', aangevuld op punten waar de Europese methodiek niet in voorziet. In de handleiding staat ook hoe fysisch/chemische eigenschappen van de stoffen worden geselecteerd. Daarnaast gebruikt de Nederlandse overheid een methode om snel indicatieve milieurisicogrenzen af te leiden (zie 'Handleiding afleiding indicatieve milieurisicogrenzen'). Dat kan bijvoorbeeld nodig zijn voor een vergunningaanvraag. Vergunningverleners kunnen via de [helpdesk](#) verzoeken indienen om dergelijke normen af te leiden. Bedrijven kunnen ook zelf een norm afleiden en deze inbrengen in de procedure om te laten vaststellen. Dit kan door een melding via de helpdesk. Zie verder de 'Procedure afleiden normen'.

Blootstelling

Bij de afleiding van normen wordt rekening gehouden met effecten op het milieu en op de mens. De berekeningen voor de mens gaan in principe uit van levenslange blootstelling aan het buitenmilieu. Vanwege de blootstellingsperiode of vanwege het beschermingsdoel kunnen milieukwaliteitsnormen sterk afwijken van bijvoorbeeld normen op de werkplek (zie [Grenswaarden voor de werknemer](#)), normen voor vervuilde locaties (zie [Bodeminterventiewaarden](#)), of voor normen voor blootstelling na incidenten (zie [Rampen en incidenten](#)).

Specifieke locatie

Milieukwaliteitsnormen gelden in principe overal in Nederland en zijn berekend voor water, bodem en sediment met een bepaalde samenstelling. Aan de hand van de karakteristieken van specifieke locaties kan men de normen omrekenen voor toepassing op deze locaties. Uitleg hierover en over enkele andere aspecten, zoals de detectielimiet is te vinden in de 'Toelichting toepassing op locaties'. Daarin staat ook hoe de norm, als die is uitgedrukt als opgeloste fractie, kan worden omgerekend naar de totaal concentratie.

Bijlage 3 – Luchtkwaliteitsnormen

Bron: <https://rvs.rivm.nl/normen/milieu/luchtkwaliteitsnormen>

Luchtkwaliteitsnormen geven de risicogrenzen aan voor stoffen in de buitenlucht. Ze zijn gericht op de bescherming van mens en ecosysteem.

Welk type normen?

De Wet milieubeheer onderscheidt grenswaarden en richtwaarden. Grenswaarden moeten binnen een bepaalde termijn worden bereikt. Wanneer ze eenmaal zijn bereikt, mogen ze niet meer worden overschreden. Richtwaarden moeten voor zover mogelijk binnen een bepaalde termijn worden bereikt.

In de Wet milieubeheer staan luchtkwaliteitsnormen voor zwaveldioxide, stikstofdioxide, stikstofoxiden, fijn stof (PM10 en PM2,5), lood, koolmonoxide, benzeen, ozon, arseen, cadmium, nikkel en polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK's).

Daarnaast staan in de Wet milieubeheer informatiedrempels (voor ozon) en alarmdrempels (voor ozon, zwaveldioxide en stikstofdioxide). Het bevoegd gezag waarschuwt de bevolking bij overschrijding van deze drempels. De informatiedrempel heeft betrekking op gevoelige groepen, terwijl de alarmdrempel betrekking heeft op de algemene bevolking.

Beleidsmatige luchtkwaliteitsnormen

Voor een aantal stoffen zijn in Nederland beleidsmatige normen (**MTR en VR**) vastgesteld. Veel van deze normen zijn indicatieve normen. Indicatieve normen zijn afgeleid via een versnelde procedure, omdat er vanuit de vergunningverlening behoefte bestond aan normen voor deze stoffen.

De beleidsmatige normen spelen een rol bij de vergunningverlening, in het kader van het Activiteitenbesluit. Met name voor **Zeer Zorgwekkende Stoffen (ZZS)** moet aan de beleidsmatige milieukwaliteitsnormen worden getoetst.

Normoverschrijding

Als grenswaarden (dreigen te) worden overschreden, dan moeten de verantwoordelijke overheden een luchtkwaliteitsplan maken. Daarin geven zij de maatregelen aan waarvan verwacht mag worden dat daarmee de grenswaarden tijdig kunnen worden bereikt. De luchtkwaliteitsplannen van gemeenten, provincies en rijk zijn samengebracht in het Nationaal Samenwerkingsprogramma Luchtkwaliteit (NSL). Overschrijding van de beleidsmatig vastgestelde normen kan gevolgen hebben voor de vergunningverlening.

Wettelijk kader

EU: Europese unie wetgeving

Richtlijn 2008/50/EG Europese Gemeenschap bevat normen voor de concentraties van een aantal stoffen in de buitenlucht. De vierde dochterrichtlijn 2004/107/EG (metalen en PAK's) zal naar verwachting later ook worden ondergebracht in de nieuwe richtlijn.

Nederlandse wetgeving

De normen uit de EU richtlijnen zijn in Nederland opgenomen in de Wet milieubeheer, Titel 5.2 Luchtkwaliteitseisen, bijlage 2. De EU onderscheidt grenswaarden en streefwaarden, die in de Wet milieubeheer zijn opgenomen als grenswaarden en richtwaarden. Een aantal beleidsmatige luchtnormen is opgenomen in de activiteitenregeling, bijlage 13.

Overige luchtkwaliteitsnormen

Er zijn binnenluchtnormen afgeleid door de WHO Wereld gezondheidsorganisatie en door het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM). Binnenluchtnormen hebben geen officiële status, en worden daarom niet op deze website vermeld. Lees meer over [Binnenmilieu](#).

Lees meer over [grenswaarden voor de werknemer](#).
Lees meer over [normen voor rampen en incidenten](#).

Voor de meeste stoffen heeft de luchtkwaliteitsnorm betrekking op langdurige blootstelling en wordt die uitgedrukt als jaargemiddelde concentratie. Voor sommige stoffen is een periodieke of kortdurende blootstelling relevanter (bijvoorbeeld koolmonoxide). Dit staat dan aangegeven bij de betreffende normen.

Meer informatie over de verschillende luchtkwaliteitsnormen is te vinden via het Compendium voor de leefomgeving, de rijksoverheid en InfoMil.

Lees meer over de status van luchtnormen in het rapport Luchtnormen geordend.

Bijlage 4 – Overzichtstabel

Overzichtstabel

Stof of factor (jaargemiddelde blootstelling)	Domein. Waar gaat het over?	Toelichting grenswaarde	Bescherm-doel	Norm	Gezondheids-kundige advieswaarde WHO	Kritisch effect milieubloot-stelling	Blootstelling-respons-relatie WHO/IRIS in mensen	Geaccepteerd extra risico per jaar van milieunorm in algemene bevolking	Komt overeen met 1 op de ...
Fijn stof PM10	Milieu – lucht EU-grenswaarde. Concentratie van stofdeeltjes in buitenlucht als indicatie voor het mengsel luchtverontreiniging.	Toelichting ontbreekt in RVS.	Gezondheid	40 µg/m ³	20 µg/m ³	Sterfte	Relatief risico 1,0034 per µg/m ³	9,3E-04 t.o.v. 5 µg/m ³ (VTV) ²⁰	~1.100
Fijnstof PM2.5	Milieu – lucht EU-grenswaarde. Concentratie van stofdeeltjes in buitenlucht als indicatie voor het mengsel luchtverontreiniging.	Toelichting ontbreekt in RVS.	Gezondheid	25 µg/m ³	10 µg/m ³	Sterfte	Relatief risico 1,0060 per µg/m ³	1,1E-03 zonder drempelwaarde ²¹	~880
NO2	Milieu – lucht EU-grenswaarde. Concentratie van NO ₂ in buitenlucht als indicatie voor het mengsel luchtverontreiniging.	De EU-grenswaarde is conform WHO-advieswaarde voor NO ₂ . Echter benadrukt WHO dat deze waarde geldt voor gasvormig NO ₂ zelf; Voor NO ₂ als indicator voor stoffen die vrijkomen bij verbrandingsprocessen, zou een lagere grenswaarde gebruikt moeten worden (WHO, 2005).	Gezondheid	40 µg/m ³	40 µg/m ³ ²²	Sterfte	Relatief risico 1,0054 per µg/m ³	1,4E-03 t.o.v. 5 µg/m ³ (VTV) ²⁰ 8,5E-04 t.o.v. 20 µg/m ³ (WHO HRAPIE en Gezondheidsraad) ²³	~720 ~1.200
Dieselmotor-emissies (EC)	Geen buitenlucht-norm.	Gezondheidsraad is om advies gevraagd voor norm voor de werkplek. GR heeft een conceptversie openbaar gemaakt voor publiek commentaar (1 mei 2018). Zij heeft streefrisico en verbodrisico afgeleid; echter deze liggen lager dan bestaande achtergrondniveaus in NL.	Gezondheid werknemers.	Voorstel: ²⁴ Geen extra blootstelling bovenop achtergrondconcentratie van 0,4-2 µg/m ³ .	N/A	Sterfte	Relatief risico sterfte 1,061 per µg/m ³	2,1E-04 uitgaande van 0,4 µg/m ³ 9,5E-04 uitgaande van 2 µg/m ³	~4.800 ~1.100
Benzeen	Milieu – lucht EU-grenswaarde. Concentratie in de buitenlucht van chemische stof.	EU-grenswaarde met afweging tussen conservatieve risicobenadering (0,2 µg/m ³) en haalbaarheid van norm in 2010. De norm vertegenwoordigt een minder conservatieve benadering van MTR, uitgaande van extra kankerrisico van 10 ⁻⁶ per jaar.	Gezondheid	5 µg/m ³	“no safe level”	Leukemie	Unit risk 6,0E-06 per µg/m ³	3,8E-07	~2.700.000
Acrylonitril	Milieu – Lucht MTR (maximaal toelaatbaar risico). Concentratie in de buitenlucht van chemische stof, te weten een Zeer Zorgwekkende Stof.	Beleidsmatig ‘gedegen’ vastgestelde MTR, uitgaande van extra kankerrisico van 10 ⁻⁶ per jaar.	Gezondheid	10 µg/m ³	“no safe level”	Longkanker	Unit risk 2,0E-05 per µg/m ³	2,5E-06	~400.000
Arseen	Milieu – lucht EU-streefwaarde	EU-streefwaarde. MTR eerder afgeleid op 0,5 µg/m ³ en VR op 0,005 µg/m ³ .	Gezondheid	0,006 µg/m ³	“no safe level”	Longkanker	1,5E-03	1,1E-07	~8.900.000
Benzo[a]pyreen	Milieu – lucht EU-streefwaarde. Concentratie in de buitenlucht chemische stof, te weten als indicator van mengsel polycyclische aromatische koolwaterstoffen, een Zeer Zorgwekkende Stof.	EU-streefwaarde; komt overeen met extra kankerrisico van 1 op de 10.000 gedurende het leven, ofwel MTR, uitgaande van extra kankerrisico van 10 ⁻⁶ per jaar.	Gezondheid	0,001 µg/m ³	“no safe level”	Longkanker	Unit risk 8,7E-02 per µg/m ³	1,1E-06	~920.000

²⁰ VTV: “Hoewel er geen reden is om aan te nemen dat er een waarde te identificeren valt waaronder geen effecten meer optreden (en we er vooralsnog van uitgaan dat al vanaf de laagst onderzochte buitenluchtconcentraties effecten zichtbaar zijn), is er bij de berekening voor gekozen om vanaf een niveau van 5 µg/m³ PM10 of NO₂ de effecten te berekenen. Achterliggend idee hierbij is dat er altijd natuurlijk geproduceerd PM10 of NO₂ in de atmosfeer aanwezig zal zijn en het dus irreëel is om een niveau van 0 µg/m³ te veronderstellen.”

²¹ WHO HRAPIE: “The impacts should be calculated at all levels of PM_{2.5}.”

²² Deze advieswaarde is momenteel onder studie om mogelijk te worden herzien. Ingewijden refereren hiervoor aan de HRAPIE-studie. Aangepaste gezondheidsnorm van 20 µg/m³ zou te rechtvaardigen zijn o.b.v. HRAPIE NO₂ studie (ERS Masterclass air pollution, 2017).

²³ WHO HRAPIE: “It is recommended that the NO₂ impact should be calculated for levels above 20 µg/m³.”

²⁴ Voorstel: omdat het blootstellingsniveau dat overeenkomt met het verbodrisiconiveau al wordt overschreden bij achtergrondniveaus in het algemene milieu adviseert de commissie dat blootstelling van werknemers niet hoger zou mogen zijn dan het achtergrondniveau.

Cadmium & cadmium-verbindingen	Milieu – lucht EU-streefwaarde. Concentratie in de buitenlucht van chemische stof, te weten een Zeer Zorgwekkende Stof.	Bij deze EU-streefwaarde treden geen nieraandoeningen op. Deze waarde wordt ook “appropriate” geacht bij bescherming kanker.	Gezondheid	0,005 µg/m ³	0,005 µg/m ³	Longkanker en nieraandoeningen	Unit risk 1,8E-03 per µg/m ³	1,1E-07	~8.900.000
Chroom VI & chroom VI verbindingen	Milieu – lucht MTR. Concentratie in de buitenlucht van chemische stof, te weten een Zeer Zorgwekkende Stof.	Beleidsmatig ‘gedegen’ vastgestelde MTR≈10 ⁻⁶ per jaar	Gezondheid	0,0025 µg/m ³	“no safe level”	Longkanker	Unit risk 4,0E-02 per µg/m ³	1,3E-06	~800.000
Formaldehyde	Milieu – lucht beleidsmatig MTR	Toelichting ontbreekt in RVS.	Gezondheid	10 µg/m ³	Geen advieswaarde voor lange termijn blootstelling	Sensorische effecten; kanker neus/keelgebied	Unit risk 1,3E-05 ²⁵	1,6E-06*	~620.000*
Nikkel & nikkel-verbindingen	Milieu – lucht EU-streefwaarde. Concentratie in de buitenlucht van chemische stof, te weten een Zeer Zorgwekkende Stof.	EU-streefwaarde; beschermend voor toxische, niet-carcinogene effecten.	Gezondheid	0,02 µg/m ³	“no safe level”	Longkanker	Unit risk 3,8E-04 per µg/m ³	9,5E-08	~11.000.000
Vinylchloride	Milieu – lucht MTR. Concentratie in de buitenlucht van chemische stof, te weten een Zeer Zorgwekkende Stof.	Beleidsmatig ‘gedegen’ vastgestelde MTR, uitgaande van extra kankerrisico van 10 ⁻⁶ per jaar. Deze wordt ook beschermend geacht tegen niet-carcinogene effecten.	Gezondheid	3,6 µg/m ³	“no safe level”	Leverkanker en andere	Unit risk 1,0E-06 per µg/m ³	4,5E-08	~22.000.000
Radon	Geen norm maar een “referentiewaarde EU”	Niet in RVS.	Gezondheid	EU-referentiewaarde 300 Bq/m ³	“no safe level” Referentie van 100 Bq/m ³	Longkanker	Excess lifetime risk ²⁶ 0,6E-05 per Bq/m ³ (niet-rokers) 15E-05 per Bq/m ³ (rokers)	1,8E-03 voor niet-rokers 4,5E-02 voor rokers	~560 ~22
Asbest	Milieu – lucht MTR en VR	Beleidsmatige MTR en VR afgeleid in 1989. Norm is in herziening. In 2010 heeft Gezondheidsraad nieuwe gezondheidskundige MTR en VR concentraties gepubliceerd.	Gezondheid	MTR 100.000 veq/m ³ VR 1.000 veq/m ³ . Norm wordt herzien en (wrsch?) gelijk gesteld aan norm werkplek: 2.000 V/m ³ .	“no safe level”	Mesothelioom	Risicoschatting op basis van extrapolatie nieuwe MTR’s. Chrysotiel MTR: 2.800 V/m ³ VR: 28V/m ³ Amfibool MTR: 300 V/m ³ VR: 3 V/m ³	Chrysotiel 3,6E-05 o.b.v. 100.000 V/m ³ 7,1E-07 o.b.v. 2.000 V/m ³ 3,6E-07 o.b.v. 1.000 V/m ³ Amfibool 3,3E-05 o.b.v. 10.000 V/m ³ 6,7E-06 o.b.v. 2.000 V/m ³ 3,3E-07 o.b.v. 100 V/m ³	~28.000 ~1.400.000 ~2.800.000 ~30.000 ~150.000 ~3.000.000
Externe veiligheid	Plaatsgebonden risico 10 ⁻⁶ per jaar	Het Plaatsgebonden is het risico dat één persoon die zich onafgebroken en onbeschermd op die plaats bevindt, overlijdt als rechtstreeks gevolg van een calamiteit met een gevaarlijke stof.	Gezondheid	10 ⁻⁶	N.v.t.	Sterfte	N.v.t.	1E-06	1.000.000

²⁵ Voor Formaldehyde is geen humane unit risk beschikbaar; voorlopig afgeleid op basis van proefdierdata en dus onzekerder.

²⁶ Voor Radon is geen unit risk beschikbaar; risicoschatting op basis van extrapolaties WHO.