



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

Eerste beoordeling van de lucht- kwaliteit rondom Thermphos

Rapport 609039001/2011

M. Mooij



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

Eerste beoordeling van de luchtkwaliteit rondom Thermphos

RIVM Rapport 609039001/2011

Colofon

© RIVM 2011

Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding: 'Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), de titel van de publicatie en het jaar van uitgave'.

M. Mooij (Projectleider), RIVM

Contact:

M. Mooij

Centrum Inspectie Milieu- en Gezondheidsadvisering

martje.mooij@rivm.nl

Dit onderzoek werd verricht in opdracht van de provincie Zeeland en de VROM-Inspectie.

Rapport in het kort

Eerste beoordeling van de luchtkwaliteit rondom Thermphos

Het fosforproducerende bedrijf Thermphos stoot stoffen uit die stank en irritaties aan ogen en luchtwegen kunnen veroorzaken. Deze stoffen zijn aangetroffen in de directe omgeving van Thermphos, waar vooral bedrijven en enkele kantoren zijn gevestigd.

Voor gebieden op grotere afstand dan 1 kilometer, zoals Nieuwdorp, zijn geen meetgegevens beschikbaar. Volgens modelberekeningen worden in dit gebied de gezondheidkundige normen en geurdrempels niet overschreden. In deze berekeningen is echter alleen rekening gehouden met emissies over het jaar en bijvoorbeeld niet met fluctuaties hierin. Het is daardoor onduidelijk wat de resultaten betekenen voor de hoogste concentraties die gedurende korte tijd in gebieden op deze afstand kunnen optreden.

Dit blijkt uit onderzoek van het RIVM in opdracht van de provincie Zeeland en de VROM-Inspectie. De provincie heeft de afgelopen jaren steeds meer klachten over stank en irritatie aan ogen en luchtwegen ontvangen van mensen die nabij het Sloegebied in Zeeland wonen en werken. Daarom wilden de opdrachtgevers inzicht krijgen in de stoffen die het bedrijf uitstoot, de concentraties hiervan in de omgeving en de mogelijke effecten op de gezondheid. Het RIVM heeft de meetresultaten geanalyseerd van enkele bestaande luchtonderzoeken bij bedrijven die in het gebied tot op circa 1 kilometer rond Thermphos zijn gevestigd. Daarnaast heeft het RIVM zelf verspreidingsberekeningen gemaakt op basis van de emissies van Thermphos in 2009.

Er ontbreken diverse gegevens die nodig zijn om meer sluitende conclusies te kunnen trekken over gezondheidseffecten. Er waren geen gegevens beschikbaar over de variaties in de emissies. Het is daardoor onduidelijk wat de resultaten betekenen voor de hoogste concentraties die gedurende korte tijd in gebieden rondom Thermphos kunnen optreden. Hiervoor is meer inzicht nodig in de concentraties van stoffen op leefniveau door representatieve metingen, de fluctuaties van zowel continue als niet-continue emissies (de hoogte van piekemissies en de mate waarin ze voorkomen) en de gegevens over de geuremissies van stoffenmengsels in de pluim.

Trefwoorden:

luchtkwaliteit, verspreidingsberekeningen, gezondheid, stank, irritaties aan luchtwegen en ogen

Abstract

Preliminary assessment of air quality around Thermphos

Thermphos, a phosphorus producing company in the Netherlands, emits chemical substances that may cause unpleasant odours and irritations to the eyes and airways. The substances in question have been found in ambient air in the area surrounding the plant where several mainly industrial company buildings and office buildings are situated.

No measurement data are available for areas at greater distances than 1 kilometre from the plant, such as Nieuwdorp. Model calculations predict no exceedances of health limit values and odour threshold values in this area. These calculations, however, are only based on emissions from the chimneys over the year. Fluctuations in these emissions are unknown. Therefore, it remains unclear what these findings mean for the maximum concentrations that occur during short periods in areas at a greater distance than 1 kilometre.

This is the conclusion from a preliminary assessment carried out by the National Institute for Public Health and the Environment (RIVM) commissioned by the Province of Zeeland and the Ministry of Spatial Planning and the Environment (VROM). In recent years, the Provincial Authorities have received an increasing number of complaints from people working and living in the area. These complaints relate to unpleasant odours and irritation of eyes and airways. For this reason, the commissioners aimed to gain insight into which substances are emitted by the company, their concentrations and the possible effects to human health they could produce. The RIVM therefore analysed existing measurement results from several air pollution studies by companies located in the immediate vicinity of Thermphos (up to a distance of approximately 1 kilometre). In addition, the RIVM has made dispersion calculations based on the emission data from Thermphos for 2009.

More in-depth assessment of the situation around Thermphos is needed to gain accurate conclusions about the health effects. There was no information about fluctuations in the emissions. It remains unclear what these findings mean for the maximum concentrations that occur during short periods in the surrounding areas of Thermphos. Therefore, more insight is needed into: the emissions from Thermphos through measured concentrations on inhalation level, the fluctuations in both continuous and non-continuous emissions, including the occurrence and the height of peak emissions, and data about odour emissions of the mix of substances in the fumes.

Keywords:

air quality, dispersion calculations, health, odour, irritation on the airways and eyes

Voorwoord

Het RIVM heeft onderzocht welke gegevens beschikbaar zijn over stoffen die Thermphos emitteert en wat daarvan de gevolgen in de omgeving kunnen zijn. In dit rapport zijn de resultaten daarvan beschreven. Het feitelijke werk hiervoor is in de periode juni tot november 2010 uitgevoerd. De resultaten hiervan zijn aan de opdrachtgevers en belanghebbenden begin november 2010 gepresenteerd.

Vlak voor deze presentatie bleek echter dat het RIVM niet geheel correcte gegevens had gekregen en daarmee berekeningen had uitgevoerd. Het RIVM heeft daarop besloten het klaarliggende rapport niet te publiceren. Berekeningen zijn opnieuw gedaan en zijn in dit voorliggend rapport opgenomen. De verkeerde resultaten zijn niet gepubliceerd. De berekeningen hebben echter tijd gekost en met het verstrijken van de tijd zijn er enkele aanvullende gegevens beschikbaar gekomen. Een voorbeeld hiervan is het aantal gemelde klachten in 2010. In het rapport is het aantal klachten in 2010 tot en met juni opgenomen. Inmiddels is het aantal klachten tot eind 2010 bekend. We hebben geen actualisatie van de klachtengegevens uitgevoerd, waardoor dit rapport gebaseerd blijft op de kennis die er was rond de zomer 2010.

Toen eind november bekend werd dat we berekeningen hadden uitgevoerd met niet geheel correcte gegevens, hebben we de invloed hiervan op de resultaten ingeschat. Immers, de presentatie aan opdrachtgevers en belanghebbenden was al gepland. De inschatting was dat de juiste gegevens wel zou leiden tot andere getallen, maar dat de veranderingen beperkt zouden zijn. De hoofdconclusies zouden waarschijnlijk niet anders worden. Het RIVM heeft met dit voorbehoud de resultaten begin november 2010 aan de opdrachtgevers en de belanghebbenden gepresenteerd.

De resultaten nu beziend is deze inschatting juist gebleken. De gepresenteerde conclusies op de bijeenkomsten met opdrachtgevers en belanghebbenden zijn overeind gebleven.

Inhoud

Samenvatting—9

1 Inleiding—11

- 1.1 Aanleiding—11
- 1.2 Doelstelling—11
- 1.3 Aanpak—12
- 1.4 Leeswijzer—12

2 Stoffen en normen—13

- 2.1 Emissies Thermphos—13
- 2.2 Normen voor stoffen die Thermphos emitteert—14
- 2.3 Gemelde klachten—17
- 2.4 Gezondheidsrelevante stoffen—17

3 Bestaande onderzoeken—19

- 3.1 Beoordelingsaspecten van vier luchtonderzoeken—19
- 3.2 Onderzoekopzet en onderzoeksresultaten—19
- 3.3 Beperkingen bestaande luchtonderzoeken—21

4 Verspreidingsberekeningen—23

- 4.1 Doel verspreidingsberekeningen—23
- 4.2 Gegevens gebruikt in de berekeningen—23
 - 4.2.1 Brongegevens—23
 - 4.2.2 Meteorologische gegevens—24
 - 4.2.3 Stofgegevens—24
 - 4.2.4 Scenario's voor pluimgedrag—25
- 4.3 Resultaten verspreidingsberekeningen—26
 - 4.3.1 Resultaten Phast—26
 - 4.3.2 Resultaten Stacks—26
 - 4.3.3 Scenario's voor het pluimgedrag—28
- 4.4 Beperkingen verspreidingsberekeningen—29

5 Gezondheidskundige informatie—31

- 5.1 Gezondheidskundige interpretatie bestaande luchtonderzoeken—31
 - 5.1.1 Metingen Sloecentrale—31
 - 5.1.2 Metingen Zalco—31
 - 5.1.3 Metingen Verbrugge Terminals—32
 - 5.1.4 Metingen Thermphos/DBM—32
 - 5.1.5 Mogelijke mengselwerking van stoffen—32
- 5.2 Gezondheidskundige interpretatie resultaten verspreidingsberekeningen—33
- 5.3 Samenvatting gezondheidskundige interpretatie—33

6 Conclusies—35

Literatuur—37

Bijlage 1 Toxicologische informatie stoffen—41

Bijlage 2 Invoergegevens berekeningen—45

Bijlage 3 Kaarten verspreiding jaargemiddelde concentraties—47

Bijlage 4 Vergelijking resultaten met normen—53

Samenvatting

Aanleiding

De provincie Zeeland heeft de afgelopen jaren een toenemend aantal klachten ontvangen van mensen die nabij het Sloegebied in Zeeland wonen en werken. Inwoners van Nieuwdorp en 's-Heerenhoek meldden vooral stankklachten en irritaties aan ogen en luchtwegen. Volgens de provincie en omwonenden worden de klachten veroorzaakt door het bedrijf Thermphos. Thermphos is mondiaal een van de grootste producenten van fosfor.

Aanpak

De provincie Zeeland en de VROM-Inspectie hebben het RIVM gevraagd inzicht te geven in de stoffen die het bedrijf emitteert en in de mogelijke gezondheidseffecten daarvan. Het RIVM heeft hiervoor de beschikbare data bestudeerd, namelijk de emissiegegevens van Thermphos en de resultaten van 4 eerder uitgevoerde onderzoeken naar de luchtkwaliteit in een straal van 1 kilometer rondom Thermphos in het Sloegebied. Daarnaast heeft het RIVM verspreidingsberekeningen uitgevoerd. De resultaten zijn geëvalueerd om inzicht te krijgen in de mogelijke effecten op de gezondheid van omwonenden.

Resultaten en conclusies

Emissies van Thermphos

Thermphos stootte in 2009 stoffen uit die irritatie kunnen veroorzaken aan de ogen en de luchtwegen. Hiervoor zijn de stoffen ammoniak, formaldehyde, zwaveldioxide, stikstofdioxide, fluoriden, fosforpentoxyde, fosfine en waterstofsulfide mogelijk relevant. De laatste twee stoffen kunnen ook stank veroorzaken. Daarnaast stoot Thermphos stoffen uit die na langdurige blootstelling aan lage concentraties in potentie ook kunnen leiden tot gezondheidseffecten. Dit betreft onder andere benzeen, cadmium en lood. Ook de emissies van dioxine kunnen relevant zijn voor de gezondheid. Deze emissies zijn echter in een ander rapport onderzocht en beschreven (Mennen et al., 2010).

Luchtkwaliteit op het bedrijventerrein

In de 4 bestaande luchtonderzoeken zijn de concentraties van door Thermphos geëmitteerde stoffen tot op circa 1 kilometer van dit bedrijf gemeten; dit is op het bedrijventerrein. Deze onderzoeken kennen verschillende beperkingen, zoals het feit dat niet alle relevante stoffen zijn onderzocht. Verder zijn de toegepaste meetmethoden niet optimaal om concentraties in de buitenlucht te bepalen. Dit komt onder meer doordat deze onderzoeken een ander doel dienden, namelijk het inzichtelijk maken van de arbeidsomstandigheden van werknemers bij bedrijven nabij Thermphos. Ondanks deze beperkingen tonen de resultaten aan dat gezondheidkundige normen en geurdrempels worden overschreden. De modelberekeningen tonen dat concentraties zwaveldioxide en fijn stof boven de gezondheidkundige normen voor kortdurende blootstelling kunnen voorkomen. Verder wordt op het bedrijventerrein de geurdrempel van waterstofsulfide benaderd waardoor stankklachten kunnen optreden. Deze bevindingen zijn in overeenstemming met de klachten van werknemers van omliggende bedrijven over stank en irritaties aan de ogen en de luchtwegen in dit gebied. Aangezien het bedrijf veel continue processen kent en activiteiten die regelmatig worden uitgevoerd, is het aannemelijk dat dergelijke overschrijdingen van gezondheidkundige normen vaker kunnen optreden.

Luchtkwaliteit in Nieuwdorp

Wat de op het bedrijventerrein verzamelde meetgegevens betekenen voor mensen die in de woonomgeving verblijven, bijvoorbeeld in Nieuwdorp, is

vooralsnog onduidelijk. Meetgegevens voor deze gebieden ontbreken en de bestaande luchtonderzoeken zijn niet nauwkeurig en betrouwbaar genoeg om ze te kunnen extrapoleren naar de woonkernen. De uitgevoerde verspreidingsberekeningen tonen geen overschrijdingen van gezondheidkundige normen en geurdrempels, maar houden weinig rekening met mogelijke laaghangende pluimen en fluctuaties in de emissies. Het is daardoor echter onduidelijk wat de resultaten betekenen voor de hoogste concentraties die gedurende korte tijd in gebieden op grotere afstand optreden.

Suggesties voor vervolgonderzoek

Er ontbreken diverse gegevens die nodig zijn om meer sluitende conclusies te kunnen trekken over mogelijke gezondheidseffecten. Er waren geen gegevens beschikbaar over de variaties in de emissies. Het is daardoor onduidelijk wat de resultaten betekenen voor de hoogste concentraties die gedurende korte tijd in gebieden rondom Thermphos kunnen optreden. Hiervoor is meer inzicht nodig in de concentraties van stoffen op leefniveau door representatieve metingen, de fluctuaties van zowel continue als niet-continue emissies (de hoogte van piekemissies en de mate waarin ze voorkomen) en de gegevens over de geuremissies van stoffenmengsels in de pluim.

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

De provincie Zeeland heeft de afgelopen jaren een toenemend aantal klachten ontvangen van mensen die nabij het Sloegebied in Zeeland wonen en werken. Inwoners van Nieuwdorp en 's-Heerenhoek meldden vooral stankklachten en irritaties aan ogen en luchtwegen. Ook spraken zij hun zorg uit over mogelijke effecten op de gezondheid. De klachten worden niet continu ervaren, maar met name bij zuidwestenwind. Dan wordt door omwonenden vaak een laaghangende blauwgrijze wolk waargenomen.

Volgens de provincie en omwonenden worden de klachten veroorzaakt door het bedrijf Thermphos (Figuur 1). Thermphos International is mondiaal een van de grootste producenten van fosfor. De producten worden onder meer toegepast in de farmaceutische industrie, in de industriële of huishoudelijke schoonmaak en reiniging, als brandvertragers, gewasbeschermers en als toevoegingen voor voeding en voedingsmiddelen. Bij de productieprocessen komen diverse stoffen, zoals fluoride, fosfine, fosforpentoxide, zwaveldioxide en stof, via de schoorstenen in de atmosfeer terecht.



Figuur 1 Het bedrijf Thermphos

1.2 Doelstelling

De provincie Zeeland en de VROM-Inspectie hebben het RIVM gevraagd inzicht te geven in de stoffen die Thermphos emitteert en in de mogelijkheid dat door deze emissies gezondheidseffecten ontstaan.

Voor dit doel zijn twee onderzoeksvragen geformuleerd:

1. a) Welke stoffen komen voor in de blauwe wolk, en eventueel andere bronnen van Thermphos, en b) in welke concentraties?
2. Kan dit tot gezondheidsschade leiden?

In het huidige onderzoek baseert het RIVM zich op de informatie uit bestaande luchtonderzoeken en op verspreidingsberekeningen waarvoor de door Thermphos ter beschikking gestelde emissiegegevens zijn gebruikt. Het RIVM heeft de uitkomsten daarvan gezondheidkundig beoordeeld. Omdat voor dioxinen een aparte studie is uitgevoerd (Mennen et al., 2010), is deze stof niet in dit onderzoek meegenomen.

1.3 Aanpak

In deze studie heeft het RIVM de volgende aanpak gehanteerd. De emissiegegevens 2009 van Thermphos zijn opgevraagd. Voor de stoffen die Thermphos emitteert, is bekeken welke hiervan gezondheidkundig relevant zijn. Voor die stoffen is bekeken wat hierover via reeds verrichte onderzoeken al bekend is. Daarnaast heeft het RIVM deze gegevens gebruikt om de luchtkwaliteit in de omgeving van Thermphos te berekenen. De berekende luchtkwaliteit is vervolgens vergeleken met gezondheidkundige normen voor zowel kortdurende als langdurige blootstelling. Alle resultaten zijn geëvalueerd om inzicht te krijgen in de mogelijke effecten op de gezondheid van omwonenden.

1.4 Leeswijzer

De emissiegegevens en de normen voor de geëmitteerde stoffen staan in hoofdstuk 2. In hoofdstuk 3 worden de resultaten van vier eerder uitgevoerde luchtonderzoeken beschreven en geïnterpreteerd. De verspreidingsberekeningen, uitgevoerd met twee modellen, staan in hoofdstuk 4. In hoofdstuk 5 is uitgewerkt wat dit betekent voor de gezondheid. De conclusie is te lezen in hoofdstuk 6. De bijlagen geven meer informatie over de toxicologische eigenschappen van de stoffen en over de resultaten van de verspreidingsberekeningen.

2 Stoffen en normen

2.1 Emissies Thermphos

Om inzicht te krijgen in de emissies zijn de gegevens opgevraagd die Thermphos in het kader van de emissieregistratie rapporteert (het Milieujaarverslag). Deze zijn door de provincie Zeeland aangeleverd (Provincie Zeeland, 2010). Hieruit blijkt dat de *continue bedrijfsprocessen* van Thermphos in vier belangrijke fabrieken onder te verdelen zijn, namelijk:

- sinterfabriek: sinteren van fosfaaterts;
- fosforfabriek: productie van fosfor uit pellets;
- zuurfabriek: productie van fosforzuur uit fosfor en het reinigen van natzuur;
- zoutfabriek: productie van NTPP (natriumtripolyfosfaat) uit fosforzuur.

Deze vier fabrieken bevatten een of meer *puntbronnen* van waaruit de stoffen naar de buitenlucht geëmitteerd worden. Naast de emissies van stoffen uit de puntbronnen vinden ook emissies plaats bij *diffuse en niet-continue activiteiten* in de open lucht. Het legen van de slakkenpannen en de ijzerafsteek zijn voorbeelden van deze diffuse en niet-continue activiteiten.

In het Milieujaarverslag rapporteert Thermphos elk jaar welke stoffen in welke hoeveelheden worden geëmitteerd. De meeste emissies worden bepaald door middel van emissiemetingen. De emissies van formaldehyde en de vluchtige organische stoffen als benzeen en toluen worden bepaald op basis van de invoer van brandstoffen. De emissies zijn door de provincie gevalideerd en akkoord bevonden. In Tabel 1 zijn de gerapporteerde emissies uit 2009 vermeld (Provincie Zeeland, 2010). Deze zijn vergelijkbaar met de emissies in de jaren daarvoor, op een paar uitzonderingen na. De emissie van fijn stof is circa 25% lager dan de jaren ervoor en de emissie van fluoriden is 50% lager. De emissies van zink en koolstofmonoxide zijn hoger. De emissie van zwavelwaterstof is in 2009 tweemaal zo hoog als in 2008 en 2007, maar lager dan in 2006.

Tabel 1 Overzicht emissies van stoffen uit de puntbronnen bij Thermphos (bron: Provincie Zeeland, 2010)

Stof	Emissie 2009 (ton)
Stofgroep: totaal en fijn stof	
Fijn stof < 2,5 µm (PM _{2,5})	0,6
Fijn stof < 10 µm (PM ₁₀)	34
Totaal stof (TSP)	39,5
Stofgroep: Vluchtige organische stoffen (VOS)	
Benzeen	2,9
Tolueen	5,8
Etheen	29
Methaan	174
Niet-methaan vluchtige organische stoffen (NMVOS)	177
Stofgroep: Aldehyden	
Formaldehyde (methanal)	0,29
Stofgroep: Zware metalen	
Cadmium (Cd)	0,67
Lood (Pb)	1,4
Zink (Zn)	6,7
Kwik (Hg)	0,006
Koper (Cu)	1,0
Chroom en verbindingen (als Cr)	0,06
Stofgroep: Overige stoffen	
Stikstofoxiden (NO _x)	229
Zwavedioxide (SO ₂)	61
Koolstofmonoxide (CO)	1822
Kooldioxide (CO ₂)	167.659
Waterstofsulfide (H ₂ S)	1,2
Fosfine (PH ₃)	3
Fluoriden (F)	20
Fosforpentoxide (P ₂ O ₅)	129
Trinatriumfosfaat (Na ₃ PO ₄)	2
Dioxinen en furanen	1 g TEQ ¹
Ammoniak (NH ₃)	32
Gehalogeneerde fluorkoolwaterstoffen (HFK)	0,025

¹ In opdracht van Thermphos zijn in 2010 nieuwe emissiemetingen van dioxinen uitgevoerd door Pro Monitoring. Deze metingen tonen veel hogere waarden dioxinen dan in het Milieujaarverslag 2009 gerapporteerd (Pro Monitoring, 2010a; 2010b). Het RIVM heeft in een andere studie de dioxinesituatie onderzocht (Mennen et al., 2010).

2.2 Normen voor stoffen die Thermphos emitteert

Of gezondheidseffecten door blootstelling aan stoffen daadwerkelijk optreden, is afhankelijk van de concentraties en van de duur van blootstelling. In Tabel 2 zijn beschikbare, in Nederland geldende gezondheidkundige normen opgenomen voor de stoffen die Thermphos emitteert.

Tabel 2 Gezondheidskundige normen voor blootstelling via de lucht

Stof	Gezondheidskundige normen voor blootstelling van korte duur	Gezondheidskundige normen voor blootstelling van lange duur	Status van de normen
Stofgroep: totaal en fijn stof			
Fijn stof <2,5 µm (PM _{2,5})	25 µg/m ³ als daggemiddelde (99 percentiel)	25 µg/m ³ 10 µg/m ³	EU-richtlijn (milieu-eis) geldend vanaf 2015 WHO-advieswaarden
Fijn stof < 10 µm (PM ₁₀)	De 24-uursgemiddelde concentratie van 50 µg/m ³ mag niet vaker dan 35 dagen per jaar worden overschreden	Jaargemiddelde: 40 µg/m ³	Dit zijn grenswaarden vermeld in de Wet milieubeheer. Data wijzen op afwezigheid werkingsdrempel
Totaal stof (TSP)	Niet beschikbaar	Niet beschikbaar	
Stofgroep: vluchtige organische stoffen (VOS)			
Benzeen	14 dagen: 30 µg/m ³	Jaargemiddelde: 5 µg/m ³	Het jaargemiddelde is een grenswaarde. De norm voor de kortdurende blootstelling is een waarde van het ATDSR en is niet geëvalueerd door RIVM
Tolueen	3.000 µg/m ³ voor daggemiddelden	400 µg/m ³ (Baars et al., 2001)	Gezondheidskundige norm voor langdurige blootstelling
Etheen	Niet voor gezondheidseffecten beschikbaar	80 µg/m ³ (RIVM, 1999)	Gezondheidskundige norm voor langdurige blootstelling
Methaan	Niet beschikbaar	Niet beschikbaar	
Niet-methaan vluchtige organische stoffen (NMVOS)	Niet beschikbaar	Niet beschikbaar	
Stofgroep: aldehyden			
Formaldehyde (methanal)	100 µg/m ³ als 30 minuten gemiddelde	100 µg/m ³	Gezondheidskundige norm van de WHO (2000) voor langdurige blootstelling
Stofgroep: metalen			
Cadmium (Cd)	Niet beschikbaar	5 ng/m ³	Richtwaarde Wet milieubeheer
Lood (Pb)	Niet beschikbaar	0,5 µg/m ³	Grenswaarde Wet milieubeheer
Zink (Zn)	Niet beschikbaar	Niet beschikbaar	
Kwik (Hg)	Niet beschikbaar	0,2 µg/m ³	Gezondheidskundige norm voor langdurige blootstelling van Baars et al., 2001
Koper (Cu)	Niet beschikbaar	1 µg/m ³	Gezondheidskundige norm voor langdurige blootstelling van Baars et al., 2001

Stof	Gezondheidskundige normen voor blootstelling van korte duur	Gezondheidskundige normen voor blootstelling van lange duur	Status van de normen
Stofgroep: metalen			
Chroom en verbindingen	Niet beschikbaar	60 µg/m ³	Gezondheidskundige norm voor langdurige blootstelling van Baars et al., 2001
Stofgroep: overige stoffen			
Stikstofoxiden (NO _x)	1 uur: 200 µg/m ³	Jaargemiddelde NO ₂ : 40 µg/m ³	Grenswaarde Wet milieubeheer
Zwavel dioxide (SO ₂)	1 uur: 350 µg/m ³ 24 uur: 125 µg/m ³	Niet beschikbaar	Dit zijn grenswaarden Wet milieubeheer; de 24-uursnorm mag drie dagen per jaar worden overschreden
Koolstof-monoxide (CO)	8 uur: 10 mg/m ³	10 mg/m ³	Grenswaarde vermeld in de wet milieubeheer. Deze waarde geldt tevens als MTR
Kooldioxide (CO ₂)	Niet beschikbaar	Niet beschikbaar	
Waterstof-sulfide (H ₂ S)	8 uur: 460 µg/m ³ 14 dagen: 100 µg/m ³ (ATSDR, 2006) Geurdrempel ² : 0,9 µg/m ³	Levenslang: 2 µg/m ³ (US-EPA, 2003)	
Fosfine (PH ₃)	8 uur: 350 µg/m ³ 24 uur: 20 µg/m ³ Geurdrempel ² : 14 µg/m ³	Levenslang: 7,5 µg/m ³	
Fluoriden (F)	1 uur: 600 µg/m ³	Levenslang: 1,6 µg/m ³	
Fosforpen-toxide (P ₂ O ₅)	Geschatte acute drempel voor irritatie: 300 µg/m ³	Niet beschikbaar	Systemische ¹ effecten anders dan lokale irritatie-effecten worden niet verwacht. Geschatte drempel voor irritatie zeer beperkt onderbouwd (beperkt betrouwbaar)
Trinatrium-fosfaat	Niet beschikbaar	Niet beschikbaar	
Ammoniak (NH ₃)	14 dagen: 1200 µg/m ³	Levenslang: 100 µg/m ³	
Gehalogeneerde fluorkool-waterstoffen (HFK)	Niet beschikbaar	Niet beschikbaar	

¹ Met systemische effecten worden de effecten bedoeld in inwendige organen/weefsels (in tegenstelling tot lokale effecten op het punt van contact met het lichaam, dat wil zeggen in longen, maag-darmkanaal of huid). ² Bron geurdrempels: Chemiekaarten, 2010.

2.3 Gemelde klachten

Omwonenden en mensen die bij bedrijven in de omgeving van Thermphos werken, hebben klachten gemeld bij het daarvoor beschikbare meldpunt bij de provincie Zeeland. Uit het klachtenoverzicht blijkt dat het aantal klachten en het aantal klagers de afgelopen drie jaren zijn toegenomen (zie Tabel 3). De meeste klachten gaan over geuroverlast en betreffen stank en scherp prikkende lucht. Andere klachten zijn irritatie en prikkeling van de luchtwegen, droge ogen en keelpijn. In een aantal gevallen meldden mensen een blauwe walm te zien, afkomstig van Thermphos.

Tabel 3 Overzicht gemelde klachten per jaar uit de omgeving van Thermphos

Jaar	Aantal klachten	Aantal adressen
2000	1	1
2001	3	3
2002	6	5
2003	2	2
2004	2	2
2005	6	5
2006	3	3
2007	6	5
2008	32	12
2009	64	11
2010 (t/m juni)	120	29

Bron: Milieuklachtenregistratie van de provincie Zeeland.

Op basis van de stoffen die Thermphos emitteert, kunnen de volgende stoffen relevant zijn voor klachten over irritatie aan luchtwegen of ogen: ammoniak, formaldehyde, fosfine, waterstofsulfide, zwaveldioxide, stikstofdioxide, fluoriden en fosforpentoxide. Voor wat betreft stoffen die geurklachten kunnen veroorzaken, zijn vooral waterstofsulfide en fosfine van belang. Of deze effecten optreden, hangt af van de mate waarin mensen worden blootgesteld. De blootstelling wordt bepaald door de concentraties die men inademt en door de duur van de blootstelling.

Bijlage 1 geeft een korte beschrijving van deze stoffen die toxicologisch gezien de gemelde klachten (stank, irritaties aan ogen en luchtwegen) kunnen veroorzaken.

2.4 Gezondheidsrelevante stoffen

Voor een gezondheidskundige beoordeling zijn de stoffen vermeld in Tabel 4 relevant. Deze stoffen zijn geselecteerd aan de hand van de stoffen die Thermphos emitteert (Tabel 1) en de beschikbare gezondheidskundige normen voor blootstelling via de lucht (Tabel 2).

Tabel 4 Overzicht van stoffen die door Thermphos worden geëmitteerd en de selectie van stoffen die op gezondheidsrelevantie worden beoordeeld

Stoffen meegenomen in de beoordeling	Stoffen niet meegenomen in de beoordeling
<p>Wel gezondheidkundige normen voor:</p> <p>Fijn stof < 2,5 µm</p> <p>Fijn stof < 10 µm</p> <p>Benzeen</p> <p>Tolueen</p> <p>Etheen</p> <p>Formaldehyde</p> <p>Cadmium</p> <p>Lood</p> <p>Kwik</p> <p>Koper</p> <p>Chroom en verbindingen</p> <p>Stikstofoxiden</p> <p>Zwavedioxide</p> <p>Koolmonoxide</p> <p>Waterstofsulfide</p> <p>Fosfine</p> <p>(Waterstof)fluoride</p> <p>Fosforpentoxide</p> <p>Ammoniak</p>	<p>Geen gezondheidkundige normen voor:</p> <p>Totaal stof</p> <p>Methaan</p> <p>NMVOS</p> <p>Zink</p> <p>Kooldioxide</p> <p>Trinatriumfosfaat</p> <p>HFK's</p> <p>Dioxinen en furanen zijn apart beoordeeld (Mennen et al., 2010)</p>

3 Bestaande onderzoeken

3.1 Beoordelingsaspecten van vier luchtonderzoeken

Het RIVM had de beschikking over de volgende vier onderzoeken:

- Sloecentrale BV; uitgevoerd op drie dagen in 2007 door RPS Advies BV in opdracht van Sloecentrale (RPS Advies, 2007);
- Zalco Terminals; uitgevoerd op één dag (22-9-2009) door SGS in opdracht van Thermphos (SGS, 2009);
- Verbrugge Terminals; uitgevoerd op één dag (21-12-2009) door SGS in opdracht van Thermphos (SGS, 2010a);
- Thermphos en DBM; uitgevoerd op één dag (4-2-2010) door SGS in opdracht van Thermphos (SGS, 2010b).

Deze onderzoeken zijn uitgevoerd omdat werknemers van omliggende bedrijven stank en irritaties aan de luchtwegen meldden. In dit hoofdstuk worden de data uit deze bestaande vier luchtonderzoeken geïnterpreteerd om zicht te krijgen op welke stoffen zijn aangetroffen in de omgeving van Thermphos (onderzoeksvraag 1).

Het RIVM richt zich bij de interpretatie van deze bestaande luchtonderzoeken op de volgende punten:

- Bedrijfsprocessen en emissiepunten: worden alle bedrijfsprocessen en relevante emissiepunten van Thermphos belicht?
- Stoffen: zijn alle stoffen gemeten die Thermphos emitteert en die klachten kunnen veroorzaken?
- Gezondheid: zijn alle gezondheidsrelevante stoffen gemeten en welke informatie levert dit?

Er is overigens ook een meetpunt van het RIVM in Nieuwdorp waarop sinds oktober 2009 de concentraties van fijn stof worden gemeten. Er is nog geen rapportage beschikbaar over deze metingen. De gegevens zijn wel via internet toegankelijk en kunnen worden geraadpleegd (Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit (LML), 2010).

3.2 Onderzoekopzet en onderzoeksresultaten

De vier onderzoeken waren gericht op het in beeld brengen van de arbeidsomstandigheden. De meetmethoden die daarvoor zijn gebruikt, zijn dan ook bedoeld om de concentraties op de werkplek te bepalen. Weliswaar betreft het gevalideerde methoden, maar de detectielimieten liggen in de orde van tientallen $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (voor de meeste gassen en voor fijn stof) en dat is vaak boven de concentraties die in de buitenlucht voorkomen. Piekconcentraties in de buitenlucht zijn met deze methoden in theorie meetbaar, maar ook die liggen vaak niet ver boven de detectielimiet. Daardoor zijn de gebruikte meetmethoden minder geschikt voor omgevingsmetingen in de buitenlucht. In Tabel 5 zijn de onderzochte stoffen en de gemeten concentraties gegeven.

Tabel 5 Overzicht stoffen en de gemeten concentraties ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) in de luchtonderzoeken in de omgeving van Thermphos

	Sloe-centrale	Zalco	Verbrugge Terminals	Thermphos en DBM
Afstand tot Thermphos	+/- 300m	+/- 1000m	+/- 1000m	op het terrein van Thermphos
Stof	Concentratie (8- uursgemiddelde)	Concentratie (4- uursgemiddelde)	Concentratie (4- uursgemiddelde)	Concentratie (4- uursgemiddelde)
Stikstofdioxide (NO_2)	81,9			
Zwavedioxide (SO_2)	25,7	270	<900	<8
Fosforpentoxide/ P_2O_5 ¹	<320 ²	60	540	<8
(Waterstof) fluoride (HF/F^-)	< 160	100	150	
Fosfine (PH_3) (fosforwaterstof)	66,7	29	<6	34
Cadmium (Cd)	0,0134			
Lood (Pb)	0,0542			
Zink (Zn)	0,268			
Fijn stof	61,3	270	180	
Ammoniak (NH_3)				90

¹ Sloe-centrale: de metingen zijn uitgevoerd voor fosforzuur, omdat fosforpentoxide in lucht niet stabiel is en vervalt in fosforzuur. Voor de overige drie onderzoeken wordt dit niet vermeld.

² In dit onderzoek zijn ook twee 15-minutengemiddelde concentraties gemeten van fosforpentoxide met als resultaat: < 160 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en < 90 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

De 4 luchtonderzoeken laten grote verschillen zien. De SO_2 -concentratie bij Zalco (270 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) is veel hoger dan die bij de Sloe-centrale (25,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) of bij Thermphos/DBM (< 8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Ook voor fijn stof zijn er grote verschillen: de fijnstofconcentraties in de onderzoeken van Zalco en Verbrugge zijn hoger (respectievelijk 270 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) dan in het onderzoek bij de Sloe-centrale (61 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Zij zijn ook hoog in vergelijking met de daggemiddelde concentraties fijn stof in Nieuwdorp over dezelfde meetperiode (nov.-dec. 2009). Deze concentraties waren niet hoger dan 44 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit (LML), 2010).

Ook de meetduur en -periode verschillen: het onderzoek bij de Sloe-centrale had metingen op drie dagen à acht uur en de overige drie onderzoeken op één dag à vier uur. Bij de Sloe-centrale werden ook twee metingen van vijftien minuten uitgevoerd voor de concentraties fosforzuur. Niet onderzocht en dus niet bekend is hoe de concentraties fluctueerden binnen deze periodes. De metingen werden zo veel mogelijk in de pluim en op leefniveau uitgevoerd.

Bij alle metingen behalve bij de Sloe-centrale was bekend dat de meeste bedrijfsprocessen bij Thermphos in bedrijf waren; dit waren sinteren, slurry algemeen, zout, zuur, natzuur, slakken. Er vond geen ijzerafsteek plaats.

3.3 Beperkingen van bestaande luchtonderzoeken

Voor wat betreft de gezondheidkundige interpretatie van de bestaande luchtonderzoeken signaleren wij de volgende beperkende factoren:

- Tijdgemiddelde metingen gedurende vier of acht uur geven geen inzicht in de fluctuaties binnen die tijd en in de piekconcentraties. Gezien de gemelde klachten en de toxicologische eigenschappen (zie hoofdstuk 2) van de gemeten stoffen, is juist inzicht in de fluctuaties en de kortdurende verhoogde niveaus van belang.
- De metingen werden uitgevoerd op één of enkele dagen. Er zijn meer metingen nodig om een beeld te krijgen van de fluctuaties als gevolg van wisselende procesomstandigheden en als gevolg van de weerscondities. Met name voor het beoordelen van effecten op lange termijn betekent dit een belangrijke beperking.
- Onvoldoende bekend is of de beoogde meetstrategie om in de pluim te meten is gelukt en of de hoogste concentraties zijn gemeten.
- Onbekend is of omwonenden tijdens de meetperioden klachten ondervonden.
- De bedrijfsomstandigheden van Thermphos tijdens de meetperioden bij de Sloecentrale zijn onbekend.
- Niet alle gezondheidkundig relevante stoffen zijn onderzocht. Een voorbeeld hiervan is waterstofsulfide. Dit is een stof die Thermphos emitteert en die tot klachten over stank en irritaties aan ogen en luchtwegen kan leiden.
- Het pluimgedrag (wel/geen stijging?) tijdens meetperioden is niet vastgelegd.
- Er zijn geen referentiemetingen (bovenwinds) uitgevoerd, behalve bij het onderzoek bij de Sloecentrale.
- De luchtonderzoeken zijn uitgevoerd op het bedrijventerrein. Er zijn geen metingen gedaan in de nabijgelegen woonomgeving, bijvoorbeeld bij Nieuwdorp of 's-Heerenhoek.

De luchtonderzoeken leveren dus onvoldoende informatie voor een goed beeld van de luchtkwaliteit rond Thermphos en dan met name voor die situaties waarbij stank en irritaties aan ogen en luchtwegen kunnen optreden. Dit geldt zowel op het bedrijventerrein als in de woonomgeving. De omvang van de blootstelling en de gevolgen daarvan in termen van klachten en gezondheidsrisico's kunnen niet worden vastgesteld. Ondanks deze beperkingen tonen de resultaten aan dat gezondheidkundige normen en geurdrempels worden overschreden.

4 Verspreidingsberekeningen

Om de verspreiding van stoffen die door Thermphos worden geëmitteerd in kaart te brengen, zijn verspreidingsberekeningen uitgevoerd met twee Gaussische pluimmodellen, te weten Phast en Stacks. In dit hoofdstuk worden de verschillen tussen de modellen toegelicht en de resultaten gepresenteerd en geïnterpreteerd.

4.1 Doel van verspreidingsberekeningen

Phast (Process Hazard Analysis Software Tool) is ontwikkeld door het ingenieursbureau Det Norske Veritas (DNV). De applicatie wordt door het RIVM gebruikt om in acute situaties de voor de gezondheid schadelijke effecten ten gevolge van het vrijkomen van ontvlambare en toxische stoffen (warmtestraling bij brand en van inhalatie bij gassen) te schatten. Phast wordt in deze studie gebruikt om de verspreiding van stoffen op een bepaald moment en onder specifieke weersomstandigheden te simuleren. Het model berekent de concentraties van stoffen die na kortdurende blootstelling gezondheidseffecten, zoals stank of irritatie, tot gevolg kunnen hebben. De resultaten worden getoetst aan de gezondheidkundige advieswaarden die gelden voor kortdurende blootstelling.

Stacks (Short Term Air-pollutant Concentrations Kema modelling System, versie 2009.1) is een model dat de verspreiding van een stof in de omgeving van een aantal bronnen berekent. Resultaat van de berekening zijn een jaargemiddelde concentratie en percentielen van uurgemiddelde concentraties. De berekeningsmethoden zijn gebaseerd op de geavanceerde modelmatige beschrijvingen van turbulentie, de atmosferische gelaagdheden en de wind in de atmosfeer. Stacks is een goedgekeurd model om de luchtkwaliteit te berekenen in het kader van de Regeling Besluiten Luchtkwaliteit. De berekende hoogste uurgemiddelden worden getoetst aan de gezondheidkundige advieswaarden die gelden voor de kortdurende blootstelling. De berekende jaargemiddelde waarden worden getoetst aan de gezondheidkundige advieswaarden die gelden voor de langdurige blootstelling.

4.2 Gegevens gebruikt in de berekeningen

4.2.1 *Brongegevens*

De berekeningen zijn gebaseerd op de jaaremissies volgens opgave van Thermphos zoals vermeld in het Milieujaarverslag. Hierin staan de emissies per fabrieksonderdeel en per stof vermeld. De brongegevens van de vier fabrieken (sinter-, fosfor-, zuur- en zoutfabriek) zijn verkregen bij de provincie Zeeland. Behalve van deze fabrieken zijn de emissies ook afkomstig van diverse filters, lage en diffuse bronnen (bijvoorbeeld molenlucht, slakkenbedden, afvalwaterstation, overslag en diverse hoge en lage filters).

Voor de invoer in het model zijn verschillende bronnen geclusterd. Deze clusters zijn gekozen op basis van de emissiehoeveelheden van de stoffen, processen, emissiehoogte, temperatuur van het afgas en debiet. In Bijlage 2 Tabel B2.1 wordt een overzicht gegeven van de invoergegevens. Er zijn in totaal zeven bronnen geformuleerd: sinterfabriek, fosforfabriek, lage bron, voorkant sinterfabriek (met name afzuiging slurystation), overslag, filters laag en filters hoog. Niet alle benodigde gegevens zijn bekend. Voor de ontbrekende gegevens is een benadering gekozen.

Voor de ruwheidslengte (de kunstmatige lengtemaat die de invloed van de omgeving op de windsnelheid en verspreiding aangeeft) is, gezien de aanwezigheid van gebouwen en open velden tussen Thermphos en Nieuwdorp, gekozen voor een gemiddelde waarde van 0,2 meter. De concentraties van de stoffen in de omgevingslucht zijn berekend op een hoogte van 1 meter boven het maaiveld; dit is daarmee gelijkgesteld aan de ademhoogte.

In het model Stacks wordt gewerkt met de jaaremissies van stoffen. Phast werkt niet met een jaaremissies, maar met een emissie per uur. Deze is berekend door de jaaremissie te delen door het aantal bedrijfsuren. Dit betekent dat er is gewerkt met een jaargemiddelde emissie. Gekozen is voor de verspreiding gedurende 1 uur en voor de weersomstandigheden waarbij omwonenden vaak klachten melden bij de provincie. De emissiehoeveelheden staan vermeld in Tabel 1.

4.2.2 *Meteorologische gegevens*

Model Phast

Zoals eerder aangegeven, wordt Phast gebruikt voor het schatten van de acute blootstelling. Daarom is gezocht naar het tijdstip waarop de klachten werden gemeld en de daarbij behorende meteorologische gegevens. Dit is gedaan op verschillende momenten om een indruk te krijgen van de variatie. Voor luchtverspreiding is de stabiliteit van de atmosfeer een van de belangrijkste parameters. De stabiliteit is met name afhankelijk van de windsnelheid, het moment van de dag en de bewolkingsgraad.

Daarom is de meteorologische situatie van 11 juni 2010 's ochtends om 7 uur gekozen als uitgangssituatie. Gedurende dit uur was er bij weerstation Vlissingen sprake van een licht stabiele atmosfeer, een zuidwestenwind en een windsnelheid van 3 m/s. Tijdens andere momenten waarop klachten zijn gerapporteerd, bleken meteorologische omstandigheden te heersen die een grotere verdunning van de emissie voorspellen. Deze zijn niet verder gebruikt, omdat het RIVM een 'worst case' situatie wilde modelleren.

Model Stacks

Met Stacks wordt de gemiddelde verspreiding van stoffen geschat over langere tijd (1 jaar) en bij alle voorkomende weersomstandigheden over een langere periode. In het model zijn twee meetstations opgenomen: Schiphol en Eindhoven. Voor de berekeningen zijn de data van het weerstation Schiphol gebruikt over het jaar 2008 (1-1-2008 tot en met 31-12-2008) of met de gegevens die zijn ontleend aan de langjarige klimatologie. Deze worden door het model automatisch gecorrigeerd naar de lokale meteorologische omstandigheden in Zeeland, doordat de x- en y-coördinaten van Thermphos worden ingevoerd.

4.2.3 *Stofgegevens*

In de database van Stacks en Phast is een groot aantal stoffen opgenomen. De berekeningen zijn uitgevoerd voor de stoffen die ook in de vier luchtonderzoeken zijn gemeten (zie Tabel 5). Verder zijn berekeningen uitgevoerd voor alle stoffen die door Thermphos worden geëmitteerd en waarvoor toetsing aan gezondheidkundige normen mogelijk is (zie Tabel 4). Niet al deze stoffen zijn ook standaard in het model opgenomen, zoals fosforpentoxide en fosfine. Om de verspreiding van deze stoffen toch in beeld te brengen, zijn voor deze stoffen berekeningen uitgevoerd met stoffen die soortgelijke eigenschappen bezitten.

Met Phast wordt de verspreiding van fosforpentoxide gemodelleerd met een neutraal gas (N₂, stikstofgas). Fosforpentoxide is namelijk hygroscopisch en kan

reageren tot fosforzuur. Het vrijkomen van en blootgesteld worden aan fosforpentoxide (of aan het reactieproduct fosforzuur) is niet eenvoudig te modelleren. Om de verspreiding van fosforpentoxide te simuleren wordt aangenomen dat deze stof zich als zeer kleine stofdeeltjes (kleiner dan circa 10 μm) verspreidt, als ware het een neutraal gas (stikstofgas). Stoffen die geen acute klachten (prikkeling, stank) geven, zijn met dit model niet gemodelleerd.

Met Stacks wordt de verspreiding van fosfine berekend met de gegevens voor ammoniak (NH_3), fluoride wordt berekend als waterstoffluoride (HF) en als fijn stof, en fosforpentoxide als fijn stof. Fluoride en fosforpentoxide worden dus gemodelleerd als fijn stof, vanwege de aanname dat ze gedeeltelijk geëmitteerd worden als stofgebonden deeltjes.

Voor de zware metalen zijn alleen berekeningen uitgevoerd met lood, omdat deze stof in de database van Stacks is opgenomen. Omdat cadmium, zink, kwik, koper, chroom en zijn verbindingen soortgelijke stoffeigenschappen hebben als lood, worden de concentraties van deze stoffen afgeleid op basis van de berekende concentraties van lood.

Een soortgelijke aanpak geldt voor formaldehyde, trinatriumfosfaat en de verschillende organische stoffen die ook niet in de stoffendatabase van Stacks zijn opgenomen. De concentraties van deze stoffen worden afgeleid op basis van de berekende concentraties van een stof met soortgelijke stoffeigenschappen. Zo worden de concentraties formaldehyde in de lucht afgeleid op basis van de berekende concentraties van fluoride, omdat beide stoffen gemakkelijk in waterdruppels oplossen. De concentraties trinatriumfosfaat in de lucht worden afgeleid op basis van de berekende concentraties van fijn stof (PM_{10}). De concentraties vluchtige organische stoffen (tolueen, etheen) in de lucht worden geschat op basis van de berekende concentraties benzeen.

4.2.4 *Scenario's voor pluimgedrag*

Naast de berekeningen op basis van de heersende parameters zijn ook scenario's voor pluimgedrag bekeken. Dit is gedaan om de effecten van een laaghangende wolk (zoals vaak wordt waargenomen door provincie en omwonenden) op de verspreiding van de stoffen zo goed mogelijk na te bootsen. Een laaghangende pluim wordt gesimuleerd met een schoorsteenhoogte tot 1 meter en een verlaagde warmte-emissies van de afgassen.

4.3 Resultaten van verspreidingsberekeningen

4.3.1 Resultaten Phast

De resultaten in Tabel 6 laten de maximale uurgemiddelde concentraties op leefniveau (hoogte van 1 meter) zien. Deze concentraties worden berekend met de meteorologische omstandigheden van vrijdag 11 juni 2010.'s ochtends om zeven uur. Toen werden door omwonenden klachten gemeld. Ook zijn in Tabel 6 de achtergrondconcentraties van de stoffen gegeven.

Tabel 6 Resultaten Phast: berekende hoogste uurgemiddelde concentraties ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) op leefniveau

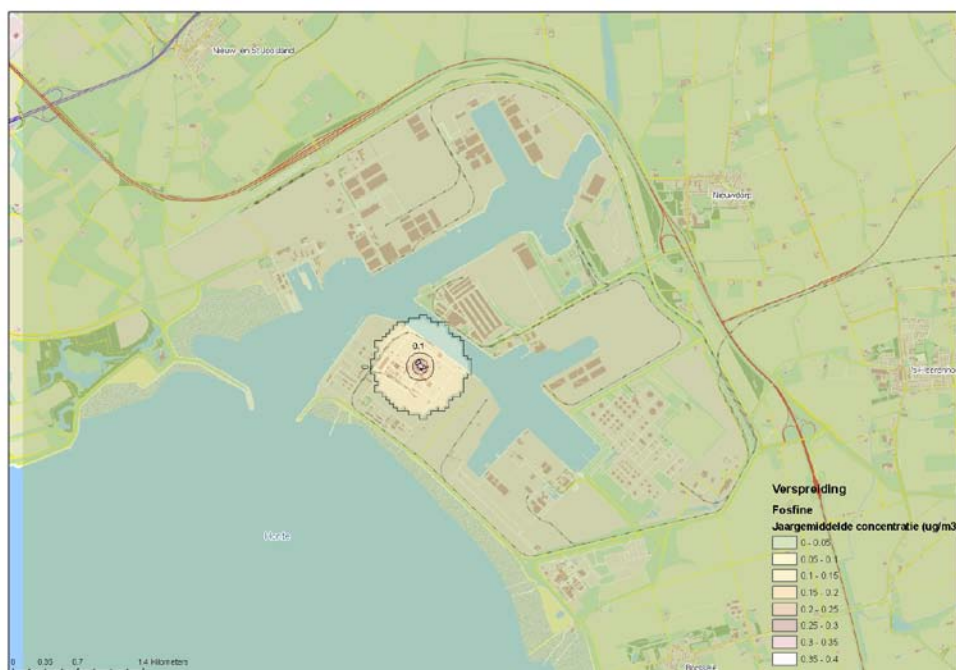
Stof	Hoogste uurgemiddelde concentratie op leefniveau ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		Achtergrond-concentratie ¹ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
	Bedrijventerrein	Nieuwdorp	
Ammoniak (NH_3)	16	5	<5 ²
Koolmonoxide (CO)	763	242	<400
Fosfine (PH_3)	5	1	Niet bekend
Fosforpentoxide	72	22	Niet bekend
Waterstofsulfide (H_2S)	0,60	0,18	Niet bekend
Stikstofdioxide (NO_2)	107	32	<25
Zwavedioxide (SO_2)	33	10	10 à 15

¹ Bronnen: Beijl et al., 2009.

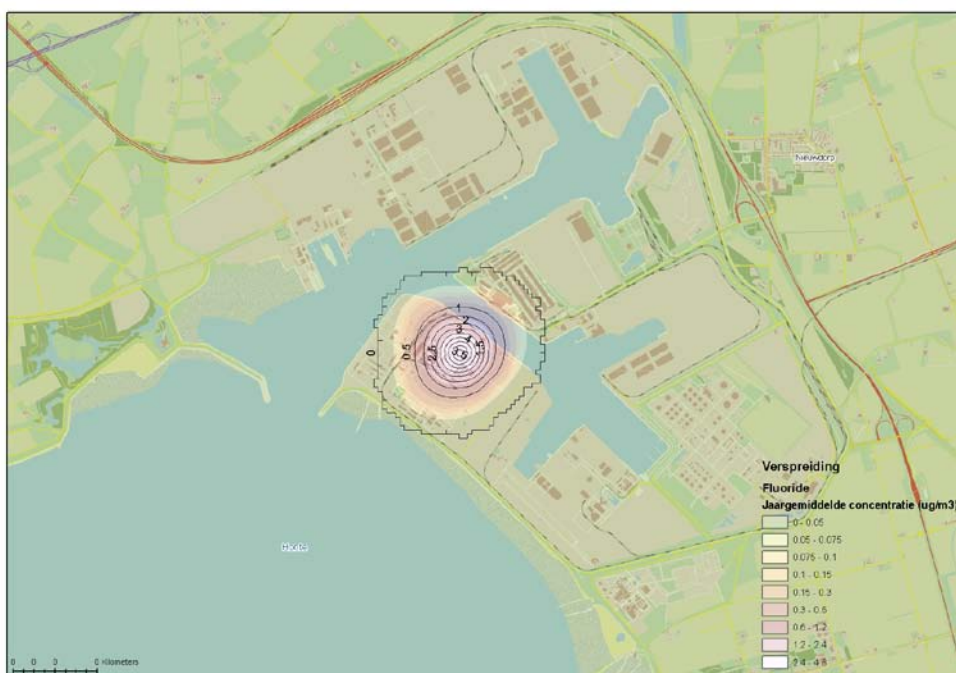
² Bron: De Haan et al., 2008.

4.3.2 Resultaten Stacks

In Bijlage 3 zijn de berekende contouren voor de jaargemiddelde concentraties van de stoffen gegeven. Als voorbeeld zijn in Figuren 2 en 3 de verspreiding van de gemiddelde jaarconcentraties fosfine respectievelijk fluoride weergegeven. De contouren in deze figuren zijn min of meer identiek voor de andere stoffen die weergegeven zijn in Bijlage 3. De figuren tonen dat de hoogste jaargemiddelde concentraties stoffen dichtbij de bron optreden en dat voor wat betreft de concentraties die in de leefomgeving (woonomgeving) kunnen voorkomen, de hoogste concentraties hiervan in Nieuwdorp optreden.



Figuur 2 Verspreiding jaargemiddelde concentraties fosfine ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)



Figuur 3 Verspreiding jaargemiddelde concentraties fluoride ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

In Tabel 7 zijn de hoogste jaarconcentratie en de hoogste uurwaarde van een stof in de omgeving van Thermphos samengevat. Ook zijn de achtergrondconcentraties weergegeven. De omgeving rondom Thermphos is in tweeën gedeeld: het bedrijventerrein buiten het terrein van Thermphos en Nieuwdorp. Voor de stoffen waar geen gezondheidkundige normen van bekend zijn om aan te toetsen, zijn geen concentraties berekend. Dit geldt voor de jaargemiddelde concentraties van zwaveldioxide en fosforpentoxide en voor de hoogste uurgemiddelde concentraties van zware metalen.

Tabel 7 Resultaten Stacks: berekende concentraties stoffen op leefniveau ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Stof	Hoogste jaargemiddelde concentratie		Hoogste uurgemiddelde concentratie		Achtergrond-concentratie ¹
	Bedrijven-terrein	Nieuw-dorp	Bedrijven-terrein	Nieuw-dorp	
Stofgroep: fijn stof					
Fijn stof < 2,5 µm (PM _{2,5})	0,007	0,002	2,3	0,38	17-18
Fijn stof < 10 µm (PM ₁₀)	0,33	0,1	130	22	<25
Stofgroep: vluchtige organische stoffen (VOS)					
Benzeen	0,008	0,003	0,3	0,23	<2,5
Tolueen	0,02	0,006	0,59	0,45	0,4- 1,1 ⁴
Etheen	0,09	0,03	2,9	2,3	0,2- 0,3
Stofgroep: aldehyden					
Formaldehyde	0,001	0,0003	0,03	0,02	Geen recente metingen ⁵ 2,8 µg/m ³
Stofgroep: zware metalen					
Cadmium (Cd)	0,002	0,0008	N.v.t.	N.v.t.	0,0001-0,0002 ⁴
Lood (Pb)	0,005	0,002	N.v.t.	N.v.t.	0,015
Kwik (Hg)	0,00002	0,000007	N.v.t.	N.v.t.	0,0018
Koper (Cu)	0,003	0,001	N.v.t.	N.v.t.	0,0043-0,0067
Chroom en verbindingen	0,0002	0,00007	N.v.t.	N.v.t.	0,003-0,0036
Stofgroep: overige stoffen					
Stikstofoxiden (als NO ₂)	0,59	0,19	20	13	<25
Zwavel dioxide (SO ₂)	N.v.t.	N.v.t.	130	22	10-15
Koolstof- monoxide (CO)	7,5	2,3	262	167	<400
Waterstof- sulfide (H ₂ S)	0,01	0,003	0,76	0,3	Niet bekend
Fosfine (PH ₃)	0,03	0,007	2,6	0,61	Niet bekend
(Waterstof)- fluoride (HF)	0,21	0,04	29	4,8	0,1 ³
Fluoride (F ⁻)	0,24	0,05	39	6,4	0,1 ³
Fosforpen- toxide (P ₂ O ₅)	N.v.t.	N.v.t.	22	13	Niet bekend
Ammoniak (NH ₃)	0,18	0,06	6,2	4,1	<5 ²

¹ Bron: Beijl et al., 2009.

² Bron: De Haan et al., 2008.

³ Bron: Beijl et al., 2008.

⁴ Bron: Mooibroek et al., 2010.

⁵ Bron: Bloemen et al., 1995.

4.3.3 Scenario's voor het pluimgedrag

Zoals eerder genoemd, zijn er waarnemingen dat de pluim vaak laag aan de grond blijft hangen. Om het effect hiervan te onderzoeken zijn simulaties uitgevoerd door zowel de hoogte van de emissiepunten (schoorstenen) te verlagen (naar 1 meter) en ook de warmte-emissie van de afgassen te verlagen

(naar 0 MW). Hiermee wordt een laaghangende pluim gesimuleerd die niet of nauwelijks stijgt.

Resultaten Phast

De Phastberekeningen voor het bedrijventerrein laten zien dat, met de simulatie van een laag aan de grond hangende pluim, de gezondheidkundige normen voor kortdurende blootstelling overschreden worden op het bedrijventerrein. Dit geldt voor alle stoffen uit Tabel 5 (ammoniak, koolmonoxide, fosfine, forforpentoxide, waterstofsulfide, stikstofdioxide en zwaveldioxide).

De Phastberekeningen tonen geen overschrijdingen van gezondheidkundige normen in Nieuwdorp.

Resultaten Stacks

De Stacksberekeningen voor het bedrijventerrein laten zien dat de gezondheidkundige normen voor langdurige blootstelling niet overschreden worden bij een simulatie van een laag aan de grond hangende pluim. De berekeningen tonen dat bij deze simulatie de kortdurende maximale concentraties een factor 3 à 4 hoger worden. Dit leidt tot een grotere kans op overschrijding van de normen voor daggemiddelde concentraties van fijn stof (PM₁₀) en zwaveldioxide. De simulatie van een lage pluim toont ook een overschrijding van de geurdrempel waardoor stankklachten als gevolg van waterstofsulfide mogelijk zijn.

Voor Nieuwdorp tonen de Stacksberekeningen met een lage pluim dat alleen de kortdurende maximale concentratie van fijn stof (PM₁₀) een factor 5 hoger wordt. Dit leidt tot een grotere kans op overschrijding van de normen voor daggemiddelde concentraties van fijn stof. De simulatie voor Nieuwdorp toont verder een maximale waterstofsulfide concentratie rond de geurdrempel, waardoor bij een laag hangende pluim stankklachten in Nieuwdorp mogelijk zijn.

Conclusies scenario's pluimgedrag

Deze simulaties tonen dat kortdurende gezondheidseffecten en stankklachten zowel op het bedrijventerrein als in Nieuwdorp niet uit te sluiten zijn indien de pluim zich laag aan de grond verspreidt.

4.4 Beperkingen verspreidingsberekeningen

De verspreidingsberekeningen zijn uitgevoerd met de verspreidingsmodellen Stacks en Phast en deze kennen een aantal beperkingen. Voor een deel zijn die bekend, voor een deel specifiek voor deze situatie. De beperkingen van deze modellen zijn:

- Chemische reacties in de pluim worden niet gemodelleerd. Dit betekent dat de effecten van interacties tussen stoffen onderling of reacties van een stof in de atmosfeer onder invloed van de temperatuur en luchtvochtigheid niet inzichtelijk worden gemaakt. Overigens is de inschatting op basis van de stoffen en de afstand tot de woonomgeving dat chemische reacties slechts een klein effect zullen hebben.
- Inzicht in piekmissies en de fluctuaties van emissies ontbreekt. De verspreidingsberekeningen zijn gebaseerd op de jaaremissies uit het Milieujaarverslag 2009 (Provincie Zeeland, 2010). Uit deze emissies is een gemiddelde emissie per uur berekend en die gemiddelde uuremissie is in de verspreidingsberekeningen gebruikt. Dit is een beperking omdat de klachten (stank, irritaties aan ogen en luchtwegen) ook kunnen optreden als gevolg van kortdurende (enkele minuten) verhoogde emissies.

- Het gedrag van de pluim van Thermphos is volgens waarnemingen van de provincie en omwonenden afwijkend. De pluim verspreidt zich, aldus deze waarnemingen, soms als een laaghangende blauwgrijze wolk zonder veel verticale spreiding. Om dit pluimgedrag zo goed mogelijk te simuleren zijn aanvullende berekeningen uitgevoerd met scenario's met verlaging van het warmtedebiet en verlaging van de schoorsteenhoogte. Er zijn echter geen gegevens bekend waarmee deze simulaties getoetst kunnen worden.
- Berekeningen Stacks: sommige stoffen worden gemodelleerd als stof (fosforpentoxide en fluoride), omdat ze gedeeltelijk als fijn stof worden geëmitteerd (ze binden aan het stof). Er is geen feitelijke informatie over de mate waarin deze stoffen zich verspreiden als gas of gebonden aan fijn stof.
- Met de verspreidingsmodellen worden concentraties berekend met een tijdschaal van minimaal 1 uur, terwijl klachten kunnen worden veroorzaakt door blootstelling aan korter durende (enkele seconden tot minuten) piekconcentraties.
- Al deze onzekerheden waaronder de berekeningen zijn uitgevoerd, leiden tot de wens de berekeningen te toetsen met adequate metingen.
- Bij het model Phast worden de resultaten van de modelberekeningen sterk beïnvloed door de keuze van de weersomstandigheden. Bij een neutrale atmosfeer zal de wolk meer verdunnen door verhoogde turbulentie en worden lagere concentraties berekend. Bij een stabiele atmosfeer gebeurt het omgekeerde. Dit kan voor grote verschillen zorgen op leefniveau.

5 Gezondheidskundige informatie

5.1 Gezondheidskundige interpretatie van bestaande luchtonderzoeken

Hoewel de data uit de bestaande luchtonderzoeken geen volledig en betrouwbaar beeld geven over de *hoeveelheid* gemeten stoffen in de buitenlucht, geven ze wel informatie over *welke* stoffen, voor zover gemeten, in de nabijheid van Thermphos in de buitenlucht kunnen voorkomen. In de volgende paragrafen worden de gemeten concentraties in de luchtonderzoeken (Tabel 5) vergeleken met de beschikbare gezondheidskundige advieswaarden en relevante toxicologische grens- of richtwaarden (Tabel 2). Omdat de gegevens uit de vier luchtonderzoeken diverse beperkingen kennen (paragraaf 2.3), moet onderstaande gezondheidskundige interpretatie als indicatief worden beschouwd.

5.1.1 *Metingen Sloecentrale*

De 15-minutengemiddelde concentraties fosforpentoxide van $<90 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en $<160 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zijn lager dan de irritatiedrempel bij kortdurende blootstelling ($300 \mu\text{g}/\text{m}^3$). De gemeten concentraties fosforpentoxide over 8 uur zijn niet bruikbaar voor een toetsing, omdat de detectiegrens van de meetmethode hoger was dan de gezondheidskundige advieswaarde.

Voor fosfine ligt de gemeten concentratie ($66,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$) onder de 8-uursdrempel voor ernstige luchtwegirritatie van $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$, maar boven de 24-uursgrenswaarde van $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$. De gemeten concentratie ($66,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ligt boven de geurdrempel van $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

De 8-uursgemiddelde concentratie fijn stof van $61 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ligt boven de 24-uursgrenswaarde van $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, welke waarde niet meer dan 35 maal per jaar mag worden overschreden. De duur van de meting bedroeg echter 8 uur en geen 24 uur.

De concentraties van stikstofdioxide, zwaveldioxide en waterstoffluoride overschrijden de desbetreffende advieswaarden voor kortdurende blootstelling niet. De meetresultaten geven echter geen inzicht in de fluctuaties van de gemeten concentraties binnen de 8-uursmeetperiode. Overschrijdingen van de gezondheidskundige advieswaarden voor deze stoffen kunnen daarom toch niet uitgesloten worden.

Voor wat betreft geurwaarneming ligt de 8-uursgemiddelde fosfineconcentratie boven de geurdrempel en kan fosfine dus mogelijk in de omgeving worden geroken. Waterstofsulfide is niet gemeten.

5.1.2 *Metingen Zalco*

De gemeten 8-uursgemiddelde concentratie zwaveldioxide ($270 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ligt boven de 24-uursgrenswaarde van $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Overschrijding van de 1-uursgrenswaarde van $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$ is niet uit te sluiten op basis van de meting.

De gemeten concentraties fosforpentoxide en fluoride liggen beneden de geschatte drempelconcentraties voor luchtwegirritatie. Het is echter niet bekend hoe de gemeten concentraties variëren binnen de meetperiode van 4 uur.

Kortdurende overschrijding van de geschatte irritatiedrempel is niet uit te sluiten op basis van de gemeten concentraties.

De gemeten concentratie fosfine ($29 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ligt beneden de 8-uursdrempel voor ernstige luchtwegirritatie ($350 \mu\text{g}/\text{m}^3$), maar boven de 24-uursgrenswaarde ($20 \mu\text{g}/\text{m}^3$). De duur van de meting bedroeg echter 4 uur en geen 24 uur. De gemeten concentratie ligt boven de geurdrempel van $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Voor fijn stof geldt dat de gemeten concentratie van $270 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de gezondheidkundige advieswaarde voor kortdurende blootstelling (24-uurswaarde) van $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ overschrijdt. De duur van de meting bedroeg echter 4 uur en geen 24 uur.

5.1.3 *Metingen Verbrugge Terminals*

Voor SO_2 was het gemeten 4-uursgemiddelde $<900 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Deze detectiegrens ligt ruim boven de norm; het onderzoek is dus niet bruikbaar voor toetsing van deze stof aan de gezondheidkundige normen.

Voor fosforpentoxide geldt dat de gemeten concentratie de beschikbare gezondheidkundige advieswaarde voor kortetermijnblootstelling overschrijdt: de gemeten concentratie fosforpentoxide ($540 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ligt boven de geschatte drempelwaarde voor luchtwegirritatie van $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

De 4-uursgemiddelde concentratie van fluoride ($150 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ligt beneden de 1-uursgrenswaarde gebaseerd op luchtwegirritatie ($600 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Het is echter niet bekend hoe de gemeten concentraties varieerden binnen de meetperiode van 4 uur. Kortdurende overschrijding van de grenswaarde is daarom niet uit te sluiten op basis van de gemeten concentraties.

De over 4 uur gemeten concentratie fosfine ($<6 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ligt onder de normen en onder de geurdrempel van $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

De gemeten concentratie fijn stof van $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ligt boven de 24-uursgrenswaarde van $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. De duur van de meting bedroeg echter 4 uur en geen 24 uur.

5.1.4 *Metingen Thermphos/DBM*

Voor fosfine lag de gemeten concentratie mogelijk boven de gezondheidkundige advieswaarde voor kortetermijnblootstelling (gemeten 4-uursgemiddelde $34 \mu\text{g}/\text{m}^3$ versus $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als 24-uursnorm). De meetwaarde ($34 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ligt boven de geurdrempel van $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Verder werd alleen ammoniak gemeten in meetbare hoeveelheden. De gemeten concentratie ammoniak van $90 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ligt beneden de advieswaarde voor blootstelling over 14 dagen van $1200 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

5.1.5 *Mogelijke mengselwerking van stoffen*

Gezien de gelijktijdige aanwezigheid van diverse stoffen met irriterende werking op de luchtwegen is het denkbaar dat additie van effect optreedt. Van de gemeten stoffen zouden met name waterstoffluoride, zwaveldioxide, fosfine en fosforpentoxide elkaar kunnen versterken. De uitgevoerde 8-uurs- en 4-uursmetingen zijn te beperkt om daar meer eenduidige uitspraken over te doen. Voor fosforpentoxide geldt bovendien dat de toxicologische gegevens zeer beperkt zijn.

5.2 Gezondheidskundige interpretatie van de resultaten van de verspreidingsberekeningen

In Bijlage 4 is een overzicht gegeven van de resultaten van de berekende concentraties vergeleken met de beschikbare gezondheidskundige normen. Te zien is dat er op basis van de uitgevoerde berekeningen op zowel het bedrijventerrein als in Nieuwdorp geen overschrijdingen van de gezondheidskundige normen voor langdurige blootstelling zijn te verwachten. Wel zijn op het bedrijventerrein de berekende concentraties fijn stof (PM_{10}) en zwaveldioxide dusdanig dat de gezondheidskundige normen voor blootstelling van korte duur mogelijk worden overschreden. Voor fijn stof is een hoogste uurwaarde van $130 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berekend. Dit is hoger dan de 24-uursgemiddelde concentratie fijn stof van $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ die niet vaker dan 35 dagen per jaar overschreden mag worden. Voor zwaveldioxide is een hoogste uurwaarde van $130 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berekend op het bedrijventerrein. Dit is hoger dan de 24-uursnorm van $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Of deze 24-uurswaarden daadwerkelijk wordt overschreden is afhankelijk van de omstandigheden op een dag. Verder ligt de hoogste uurwaarde van waterstofsulfide op het bedrijventerrein in de orde van de geurdrempel.

In Nieuwdorp worden geen overschrijdingen van kortdurende gezondheidskundige normen of geurdrempels berekend. Hierbij is rekening gehouden met de lokale achtergrondconcentraties van de stoffen in de lucht. De hoogste concentraties worden berekend op het bedrijventerrein direct rondom Thermphos. Verder weg van Thermphos en in de woonomgeving van Nieuwdorp, zijn de concentraties lager.

5.3 Samenvatting van de gezondheidskundige interpretatie

De volgende gegevens liggen hier voor:

- **Klachten:** Er zijn klachten uit de omgeving van Thermphos, zowel vanaf het bedrijventerrein als vanuit de woonomgeving. Deze klachten betreffen stank en irritatie aan de ogen en luchtwegen.
- **Emissies Thermphos:** De emissiegegevens van Thermphos laten zien dat er diverse stoffen worden geëmitteerd die bij een te hoge blootstelling kunnen leiden tot gezondheidseffecten. Stoffen die ook geurklachten kunnen veroorzaken, zijn waterstofsulfide en fosfine. Voor klachten over irritaties aan luchtwegen en ogen zijn de emissies van ammoniak, formaldehyde, fosfine, waterstofsulfide, zwaveldioxide, stikstofdioxide, fluoriden en fosforpentoxide mogelijk relevant. Daarnaast zijn er stoffen, zoals benzeen, cadmium en lood, waarbij na langdurige blootstelling op basis van de stoffeigenschappen gezondheidseffecten kunnen optreden. Of deze effecten optreden, is afhankelijk van de concentratie en de tijdsduur van blootstelling.
- **Luchtonderzoeken:** De vier luchtonderzoeken tonen aan dat de concentraties waarin stoffen op het bedrijventerrein voorkomen, voldoende hoog kunnen zijn om klachten over stank of irritatie aan ogen of de luchtwegen te kunnen veroorzaken. Meetgegevens ontbreken voor gebieden op grotere afstand, zoals de woonomgeving, en de bestaande luchtonderzoeken zijn niet nauwkeurig en betrouwbaar genoeg om ze te kunnen extrapoleren naar de woonomgeving. Daarnaast leveren deze onderzoeken niet voor alle stoffen gegevens op en betreffen het slechts enkele metingen.
- **Modelberekeningen bedrijventerrein:** De modelberekeningen tonen dat op het bedrijventerrein irritatie aan luchtwegen en ademhaling en

stankklachten mogelijk zijn. Het resultaat van de uitgevoerde verspreidingsberekeningen toont namelijk dat op het bedrijventerrein voor zwaveldioxide en voor fijn stof concentraties boven gezondheidkundige normen voor kortdurende blootstelling niet zijn uit te sluiten. De berekende concentraties waterstofsulfide liggen in dezelfde orde als de geurdrempel, dus stankklachten zijn mogelijk.

- **Modelberekeningen Nieuwdorp:** De modelberekeningen bij normale verspreiding van de pluim tonen dat in Nieuwdorp geen gezondheidsklachten en stankklachten te verwachten zijn. Er worden namelijk geen concentraties berekend boven de gezondheidkundige normen voor kortdurende en/of langdurige blootstelling. Er worden ook geen concentraties berekend boven de geurdrempels. Een laag hangende pluim of fluctuaties in de emissies kunnen mogelijk wel leiden tot overschrijdingen van normen of geurdrempels.

6 Conclusies

Hieronder worden de twee onderzoeksvragen beantwoord.

Vraag 1a

Welke stoffen komen voor in de blauwe wolk, en eventueel andere bronnen van Thermphos?

Antwoord

Volgens de emissiegegevens uit 2009 emitteert Thermphos verschillende stoffen die gezondheidseffecten kunnen veroorzaken. Voor wat betreft stoffen die geurklachten kunnen veroorzaken, zijn vooral waterstofsulfide en fosfine van belang. Voor klachten als irritaties aan luchtwegen en ogen zijn de emissies van ammoniak, formaldehyde, fosfine, waterstofsulfide, zwaveldioxide, stikstofdioxide, fluoriden en fosforpentoxide mogelijk relevant. Daarnaast zijn er stoffen, zoals benzeen, cadmium en lood, waarbij na langdurige blootstelling op basis van de stoffeigenschaften gezondheidseffecten kunnen optreden. Of deze effecten optreden, hangt af van de mate waarin mensen worden blootgesteld. De blootstelling wordt bepaald door de concentraties die men inademt en de duur van de blootstelling. Ook de emissie van dioxine kan relevant zijn voor de gezondheid. Deze emissies zijn echter in een ander rapport onderzocht en beschreven.

Vraag 1b en vraag 2

In welke concentraties komen de stoffen voor?
Kan dit tot gezondheidsschade leiden?

Antwoord

Luchtkwaliteit op het bedrijventerrein

Op het bedrijventerrein zijn vier luchtonderzoeken uitgevoerd die inzicht geven in de concentraties van een paar stoffen. Deze onderzoeken omvatten een beperkt aantal metingen en niet alle relevante stoffen zijn onderzocht. Ondanks deze beperkingen tonen de resultaten aan dat gezondheidkundige normen en geurdrempels worden overschreden. De modelberekeningen tonen dat op het bedrijventerrein voor zwaveldioxide en voor fijn stof concentraties boven gezondheidkundige normen voor kortdurende blootstelling kunnen voorkomen. Verder wordt op het bedrijventerrein de geurdrempel van waterstofsulfide benaderd waardoor stankklachten kunnen optreden. Deze bevindingen zijn in overeenstemming met klachten over stank en irritaties aan de ogen en luchtwegen op het bedrijventerrein. Aangezien Thermphos veel continue processen en activiteiten kent die regelmatig worden uitgevoerd, is het aannemelijk dat dergelijke overschrijdingen van gezondheidkundige normen vaker op het bedrijventerrein kunnen optreden.

Luchtkwaliteit in Nieuwdorp

Wat dit betekent voor gebieden op grotere afstand, zoals in Nieuwdorp, is vooralsnog onduidelijk. Meetgegevens voor deze gebieden ontbreken en de bestaande luchtonderzoeken zijn niet nauwkeurig en betrouwbaar genoeg om ze te kunnen extrapoleren naar de omliggende woonkernen. De uitgevoerde verspreidingsberekeningen tonen geen overschrijdingen van gezondheidkundige normen en geurdrempels in Nieuwdorp, maar houden weinig rekening met mogelijke laaghangende pluimen en fluctuaties in de emissies.

Onzekerheden

Er ontbreken diverse gegevens die nodig zijn om meer sluitende conclusies te kunnen trekken ten aanzien van gezondheidseffecten. Bij de modelberekeningen

is alleen rekening gehouden met emissies over het jaar en bijvoorbeeld niet met fluctuaties in deze jaaremissies. Verder zijn de resultaten van de luchtonderzoeken en de verspreidingsberekeningen, beide uitgevoerd op het bedrijventerrein, niet met elkaar in overeenstemming. Deze discrepantie is mogelijk ook toe te schrijven aan het gebruik van onvolledige gegevens voor de berekeningen.

Er ontbreken diverse gegevens die nodig zijn om meer sluitende conclusies te kunnen trekken over gezondheidseffecten. Er waren geen gegevens beschikbaar over de variaties in de emissies. Het is daardoor onduidelijk wat de resultaten betekenen voor de hoogste concentraties die gedurende korte tijd in gebieden rondom Thermphos kunnen optreden. Hiervoor is meer inzicht nodig in de concentraties van stoffen op leefniveau door representatieve metingen, de fluctuaties van zowel continue als niet-continue emissies (de hoogte van piekemissies en de mate waarin ze voorkomen) en de gegevens over de geuremissies van stoffenmengsels in de pluim.

Literatuur

ACGIH, 1986. Documentation of the Threshold Limit Values and Biological Exposure Indices - 5th edition. p. 483: Phosphoric acid.

AEGL, 2002. Hydrogen Sulfide - Interim Acute Exposure Guideline Levels (AEGLs) for NAS/COT-Subcommittee for AEGLs. November 2002.

ATSDR, 2004. Toxicological profile for ammonia.
<http://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/TP.asp?id=11&tid=2> (geraadpleegd op 6-7-2010).

ATSDR, 2006. Toxicological profile for hydrogen sulfide. US Department of Health and Human Services - Agency for Toxic Substances and Disease Registry, September 2006.

Baars A.J., Theelen R.M.C., Janssen P.J.C.M., Hesse J.M., Apeldoorn M.E. van, Meijerink M.C.M., Verdam L., Zeilmaker M.J., 2001. Re-evaluation of human-toxicological maximum permissible risk levels. RIVM-rapport 711701025, Bilthoven.

Beijk R., Mooibroek D., Hoogerbrugge R., 2008. Jaaroverzicht Luchtkwaliteit 2007. RIVM-rapport 680704005, Bilthoven.

Beijk R., Mooibroek D., Hoogerbrugge R., 2009. Jaaroverzicht Luchtkwaliteit 2008. RIVM-rapport 680704008, Bilthoven.

Bloemen H.J.Th., Mennen, M., Meulen A. van der, 1995. Characterization of Episodic Air Pollution in Cities (CHEAP). RIVM-rapport 723301003, Bilthoven.

Chemiekaarten, 2010. Sdu Uitgevers. Geraadpleegd via www.chemiekaarten.sdu.nl, augustus 2010.

ERPG, 2001. Emergency Response Planning Guideline - Phosphorus Pentoxide. American Industrial Hygiene Association.

EU, 1997. SO₂ Position Paper (Final November 1997).
http://ec.europa.eu/environment/air/pdf/pp_so2.pdf (geraadpleegd op 7-7-2010).

EU, 1999. European Commission Environment – Air Quality Standards.
<http://ec.europa.eu/environment/air/quality/standards.htm> (geraadpleegd op 7-7-2010).

Haan B.J. de, Kros J., Bobbink R., Jaarsveld J.A. van, Vries W. de, Noordijk H., 2008. Ammoniak in Nederland. MNP-rapport 500125003. Milieu en Natuur Planbureau, Bilthoven.

Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit (LML), RIVM, 2010:
www.lml.rivm.nl/data_val/index.html (geraadpleegd op 27 augustus 2010).

Mennen, M., Dusseldorp, A., Mooij, M., Schols, E., 2010. De verspreiding van dioxinen rond Thermphos: Depositie, concentratie in de lucht en blootstelling. RIVM-rapport 609021108, Bilthoven.

Mooibroek D., Beijl R., Hoogerbrugge R., 2010. Jaaroverzicht Luchtkwaliteit 2009. RIVM-rapport 680704011, Bilthoven.

OEHHA, 1999 Determination of Acute Reference Exposure Levels for Airborne Toxicants - Hydrogen Fluoride.
http://www.oehha.ca.gov/air/acute_rels/pdf/7664393A.pdf (geraadpleegd op 7-7-2010).

Pro Monitoring, 2010a. Dioxinenmetingen aan sinterroosters 1 en 2, 23 en 24 februari 2010, Thermphos International BV, 2e kwartaal 2010. Rapport r08834e, Pro Monitoring, Barneveld, 28 mei 2010.

Pro Monitoring, 2010b. Dioxinenmetingen aan sinterroosters 1 en 2, 1 en 2 juni 2010, Thermphos International BV, 2e kwartaal 2010. Rapport r08834e, Pro Monitoring, Barneveld, 19 juli 2010.

Provincie Zeeland, 2010. Het elektronisch Milieujaarverslag 2009 met emissiegegevens van Thermphos. Gegevens verkregen via de provincie Zeeland d.d. juni 2010.

RIVM, 1996. Containerontsmettingen met fosfine - Afleiding van inhalatoire grenswaarden. Ad hoc-advies RIVM/CSR, april 1996.

RIVM, 1998. Formaldehyde in textiel (TOXIS-nummer 5302). Adviesrapport RIVM Centrum voor Stoffen en Risicobeoordeling.

RIVM, 1999. Etheen – afleiding van een MTR voor lucht (uitgevoerd in het kader van het RIVMK-project 601503). Briefrapportage RIVM aan Ministerie van VROM d.d. 11 februari 1999.

RIVM, 2000. Toxicologisch profiel voor Fosfine. RIVM Centrum voor Stoffen en Risicobeoordeling. Notitie d.d. 20 september 2000.

RIVM, 2001. Advies met betrekking tot de overschrijding van het MTR voor fluoride. 13 april 2001. Bilthoven, the Netherlands: RIVM-rapport nr. RIVM/CSR advies. 6 pp.

RIVM, 2008. Interne notitie inzake Ammoniak. A.J. Baars, RIVM/SIR.

RPS Advies BV, 2007. Luchtmetingen op het terrein van de Sloe Centrale BV. Uitgevoerd in 2007 door RPS Advies BV in opdracht van Sloe Centrale. De rapportage is van 5 december 2007.

SGS, 2009. Omgevingsluchtmetingen Zalco Terminals. Uitgevoerd door SGS in opdracht van Thermphos. Op het terrein van Zalco Vlissingen-Oost zijn metingen verricht op 22-9-2009.

SGS, 2010a. Omgevingsluchtmetingen Verbrugge Terminals. Uitgevoerd door SGS in opdracht van Thermphos.

SGS, 2010b. Omgevingsluchtmetingen op het terrein van Thermphos. Uitgevoerd door SGS in opdracht van Thermphos.

US-EPA, 2003. IRIS-file Hydrogen sulfide.
<http://www.epa.gov/ncea/iris/subst/0061.htm>
(geraadpleegd op 6-7-2010).

US-EPA, 2007. Acute Exposure Guideline Levels (AEGLS) for Phosphine (CAS Reg. No. 7803-51-2). Final: 02/2007.

WHO/JECFA, 1982. Toxicological Evaluation of Certain Food Additives. IPCS. WHO Food Additives Series no. 17.

WHO, 2000. Air Quality Guidelines – Formaldehyde. WHO air quality guidelines for Europe – Second edition. WHO Regional Publications, European Series no. 91.

WHO, 2006. WHO Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide. Global update 2005.

WHO, 2009. Indoor Air Quality Guidelines – Formaldehyde. Draft.

Bijlage 1 Toxicologische informatie stoffen

Ammoniak

Deze stof werkt irriterend op slijmvliezen bij inhalatie. Voor blootstelling met een duur tot veertien dagen is een grenswaarde van 1200 µg/m³ bekend (ATSDR, 2004). Deze waarde is gebaseerd op waarneming van lichte irritatie aan ogen, neus en keel bij 35 mg/m³ in een vrijwilligersproef met blootstelling gedurende twee uur.

Irritatie is het kritische effect ook bij langere duur. Gezien de lokale reactie op het punt van contact met het lichaam en de normale fysiologische rol van ammoniak worden geen systemische effecten door de stof verwacht, ook niet bij herhaalde inademing. Het RIVM (2008) beveelt voor langdurige inhalatoire expositie een grenswaarde voor de totale bevolking aan van 100 µg/m³.

Fluoride

Gasvormige fluoriden werken sterk irriterend op het ademhalingssysteem. Voor acute blootstelling gedurende 1 uur beveelt de WHO een referentiewaarde aan van 600 µg/m³ op basis van een vrijwilligersproef met kortdurende blootstelling aan waterstoffluoride (WHO, 2000; OEHHA, 1999).

Het kritische langetermijneffect van fluoride is tand- en botfluorose. Op basis van een chronische inhalatoire No Observed Adverse Effect Level (NOAEL) voor fluorose van 480 µg/m³ afkomstig uit een arbeidstoxicologische studie stelde het RIVM een grenswaarde voor levenslange blootstelling voor van 1,6 µg/m³ (RIVM, 2001).

Fosfine

Fosfine is primair een stofwisselingsgif: het werkt in op belangrijke enzymen in het ademhalingssysteem van lichaamscellen met als gevolg bij voldoende hoge concentraties inwendige verstikking. Bovendien kan bij inhalatie een plaatselijke irriterende werking worden verwacht op de luchtwegen, ogen en huid. Voor acute inhalatie wordt een drempel geschat voor ernstige luchtwegirritatie van 350 µg/m³ (AEGL-2 voor 8 uur) (US-EPA, 2007). Op basis van de afwezigheid van nadelige effecten bij werknemers die waren blootgesteld aan fosfine in concentraties van 3,3 mg/m³ stelde het RIVM een grenswaarde voor eenmalige blootstelling gedurende 24 uur voor van 20 µg/m³ (RIVM, 1996).

Ook bij langdurige inademing is de werking als celgif kritisch. In (semi-) chronische toxiciteitsproeven in muizen en ratten met testconcentraties tot 4,2 mg/m³ (6 uur/dag, 5 dagen/week) deden zich geen significante toxische effecten voor. Op basis van een chronische NOAEL in de rat van 4,2 mg/m³ kan een chronische grenswaarde van 7,5 µg/m³ worden afgeleid (RIVM, 1996; RIVM, 2000).

Fosforpentoxide

Fosforpentoxide is sterk wateraantrekkend en mede in verband daarmee ook sterk irriterend voor huid, slijmvliezen en ogen. De hoeveelheid toxicologisch onderzoek naar deze effecten is echter zeer beperkt. Daardoor is de inhalatoire dosis-responsrelatie onvoldoende bekend. Voor de stof is een Amerikaanse Threshold Limit Value (TLV) van 1 mg/m³ beschikbaar (arbeidstoxicologische norm) (ACGIH, 1986). De onderbouwing van deze norm is beperkt tot een gerapporteerde arbeidstoxicologische bevinding dat blootstellingsconcentraties

van 0,8 tot 5,4 mg/m³ waarneembaar waren maar niet hinderlijk, terwijl concentraties tussen 3,6 tot 11,3 mg/m³ hoesten veroorzaakten, en concentraties van 100 mg/m³ ondraaglijk waren. Op basis van deze zelfde bevinding schatte ERPG (2001) de drempel voor milde effecten op 1 mg/m³ voor eenmalige blootstelling gedurende 1 uur (ERPG-1).

Voor kortdurende blootstellingen kan op basis van het bovenstaande als pragmatische keuze voor irritatie een drempel van 300 µg/m³ worden aangehouden. Deze waarde is afgeleid door de op irritatie gebaseerde TLV te delen door een factor 3 ter compensatie voor variabiliteit binnen de populatie ten aanzien van gevoeligheid voor sensorische irritatie. De betrouwbaarheid van deze drempel is echter beperkt gezien de schaarste aan toxicologische gegevens.

De drempel voor irritatie bij langduriger blootstelling is niet bekend. Systemische effecten anders dan lokale irritatie-effecten worden niet verwacht voor fosforpentoxide. De orale toxiciteit van fosforzuur en fosfaten is beoordeeld door de WHO-JECFA (1982). De beoordeling door de JECFA mondde uit in een relatief hoge *maximum tolerable daily intake* van 70 mg/kg lichaamsgewicht (uitgedrukt als P). Deze grenswaarde geldt voor fosforzuur en andere fosfaten die als voedseladditief worden gebruikt.

Waterstofsulfide

Waterstofsulfide kan bij lage concentraties irriterend werken op ogen en luchtwegen. Daarnaast heeft de stof een versturende werking op de celademhaling. Dit laatste kan bij hoge concentraties leiden tot een tekort aan zuurstof in met name hersencellen en (hart)spiercellen met ernstige neurologische symptomen als mogelijk gevolg. Verlamming van de geurzenuw kan optreden bij hoge concentraties, waardoor de geurwaarneming en geurwaarschuwing achterwege blijven.

ATSDR (2006) heeft een acute grenswaarde voor exposities tot twee weken voorgesteld van 100 µg/m³, gebaseerd op geringe effecten waargenomen in een vrijwilligersproef met een groep astmatici (hoofdpijn en geringe broncho-obstructie in een aantal van de 10 proefpersonen). In de AEGL-beoordeling werd op basis van dezelfde studie een 8-uursdrempel voor geringe effecten (overeenkomend met de Nederlandse Voorlichtingswaarde) voorgesteld van 460 µg/m³ (AEGL, 2002).

Voor geur geeft de AEGL-beoordeling een Level of Distinct Odor Awareness (LOA) van 14 µg/m³. De LOA is gedefinieerd als de concentratie waarbij meer dan de helft van de populatie een duidelijke geur waarneemt, terwijl 10% van bevolking een intensieve geur zal waarnemen. De LOA geeft aan bij welke concentratie in het veld geurproblemen te verwachten zijn. De onderliggende geurdetectiedrempel is veel lager, namelijk 0,84 µg/m³.

Op langere termijn veroorzaakt waterstofsulfide eveneens schade aan de luchtwegen en aan het zenuwstelsel. Beschadiging van het neusepitheel en zenuwen daarin en van het epitheel van de bronchiën is waargenomen in rat en muis na semi-chronische expositie aan 42 mg/m³ en hoger (NOAEL 14 mg/m³). Het reukepitheel van de neus was het gevoeligst. Op basis van de NOAEL van 14 mg/m³ stelt ATSDR (2006) een grenswaarde voor intermediaire duur (periode tot 7 jaar) voor van 0,02 ppm (28 µg/m³). Voor waterstofsulfide is door US-EPA op basis van dezelfde NOAEL een chronische grenswaarde voor lucht van 2 µg/m³ afgeleid (US-EPA, 2003).

Formaldehyde

Deze stof werkt irriterend op luchtwegen en ogen bij inhalatie (sensorische irritatie). Voor acute blootstelling is een 30-minutengemiddelde van $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ afgeleid als norm voor binnen- en buitenlucht (WHO, 2000, 2009). Deze waarde is gebaseerd op talloze vrijwilligersproeven. Het gevoeligste effect is (lichte) oogirritatie. Uit de vrijwilligersproeven komt een drempel van $0,6 \text{ mg}/\text{m}^3$ voor lichte oogeffecten. Op basis daarvan is de acute norm van $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vastgesteld (WHO, 2009).

Van formaldehyde worden geen systemische effecten verwacht. De stof reageert wel op het punt van contact met het lichaam. Bovendien maakt de stof deel uit van de normale fysiologie van mens en dier. Specifiek in de luchtwegen kan de stof echter kanker opwekken. Dit blijkt uit proefdierstudies en ook uit epidemiologische onderzoeken. Op basis van deze laatste studies wordt formaldehyde door IARC beschouwd als een bewezen humaan carcinogeen. Het mechanisme van deze kankerverwekkende werking is zodanig dat slechts boven concentraties die lokale weefselschade en daarmee samenhangende genotoxiciteit veroorzaken, een verhoogd risico aanwezig is. Bij handhaving van de bovengenoemde grens voor acute sensorische irritatie zal er zodoende geen sprake zijn van een verhoogd kankerrisico (RIVM, 1998; WHO, 2000).

Stikstofdioxide

Net als zwaveldioxide is stikstofdioxide een veel voorkomende luchtverontreinigende stof in stedelijke gebieden. Ook stikstofdioxide maakt deel uit van het mengsel van stoffen dat wordt uitgestoten tijdens verbrandingsprocessen (industrie, verkeer, energie). In vele onderzoeken zijn de potentiële gezondheidseffecten van dit mengsel onderzocht, waarbij stikstofdioxide vaak als een soort marker gebruikt is. Zoals de WHO (2006) aangeeft, is het moeilijk te bepalen in welke mate deze stof bijdraagt aan de gevonden effecten.

Humane studies leveren aanwijzingen voor acute gezondheidseffecten (verminderde longfunctie) na blootstelling aan concentraties hoger dan $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gedurende 1 uur. Astmatische proefpersonen zijn gevoeliger, zo laten diverse studies zien. Bij deze groep kan al vanaf $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ een verhoogde bronchiale reactiviteit optreden. Op basis hiervan stelt de WHO (2000; 2006) een 1-uursmaximum voor van $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$. De geldende EU-luchtkwaliteitsnorm komt hiermee overeen, waarbij een maximum aantal overschrijdingen wordt opgegeven van achttien (EU, 1999).

Met name voor de langetermijneffecten speelt de geschetste complicatie van gelijktijdige blootstelling aan andere veel voorkomende luchtverontreinigende stoffen zoals fijn stof, ozon en organische stoffen een belangrijke rol. Zoals gezegd wordt stikstofdioxide in epidemiologische studies vaak gebruikt als marker met als gevolg dat rond de correlatie van effecten met stikstofdioxideconcentraties onzekerheid bestaat. Als een prudente benadering stelt de WHO (2000; 2006) een acceptabel jaarlijks gemiddelde voor stikstofdioxide voor van $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. De geldende EU-luchtkwaliteitsnorm komt hiermee overeen.

Zwavedioxide

Met deze stof, die algemeen voorkomt in de omgevingslucht in stedelijke gebieden, zijn talloze studies in menselijke populaties uitgevoerd. De recentste beoordeling door de Wereldgezondheidsorganisatie (WHO, 2006) beveelt een 10-minutengrenswaarde aan van $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ op basis van de bevinding van verminderde longfunctie en respiratoire symptomen bij bewegende astmatische proefpersonen na blootstelling gedurende 10 minuten. Om meettechnische redenen heeft de EU gekozen voor een 1-uursgemiddelde waarde bij de vaststelling van een luchtkwaliteitsnorm voor zwavedioxide. Deze norm voor 1 uur bedraagt $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$ met een maximum aantal overschrijdingen per jaar van 24 (EU, 1997; 1999).

Op basis van een groot aantal epidemiologische studies naar de schadelijke effecten op langere termijn (respiratoire functie, mortaliteit) beveelt de WHO een 24-uurswaarde aan van $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$. In deze normstelling op basis van epidemiologische studies bestaat aanzienlijke onzekerheid over de bijdrage van zwavedioxide enerzijds en fijn stof anderzijds aan de gevonden gezondheidseffecten. De keuze voor $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als maximum wordt door de desbetreffende WHO-werkgroep beschouwd als een conservatieve (prudente) benadering. Een grenswaarde als jaarlijks gemiddelde werd niet nodig geacht, omdat handhaving van de 24-uurswaarde leidt tot voldoende lage jaargemiddelden (WHO, 2006).

De geldende EU-luchtkwaliteitsnorm voor 24 uur bedraagt $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ met een maximum aantal overschrijdingen per jaar van drie (EU, 1997; EU, 1999).

Bijlage 2 Invoergegevens berekeningen

Thermphos heeft diverse emissiepunten. Voor de invoer in het model zijn deze verschillende emissiepunten geclusterd. Deze clusters zijn gekozen op basis van de emissiehoeveelheden van de stoffen, processen, emissiehoogte, temperatuur van het afgas en debiet. De clusters staan in Tabel B1.1 weergegeven als sinterfabriek, fosforfabriek, lage bron, voorkant sinterfabriek (met name afzuiging slurrystation), overslag, filters laag, filters hoog en fakkels. Niet alle gegevens zijn bekend; hiervoor is een benadering gekozen. Vanwege de kleine pluimstijging bij lage bronnen en de overslag, is voor een debiet gekozen van 1 m³/s.

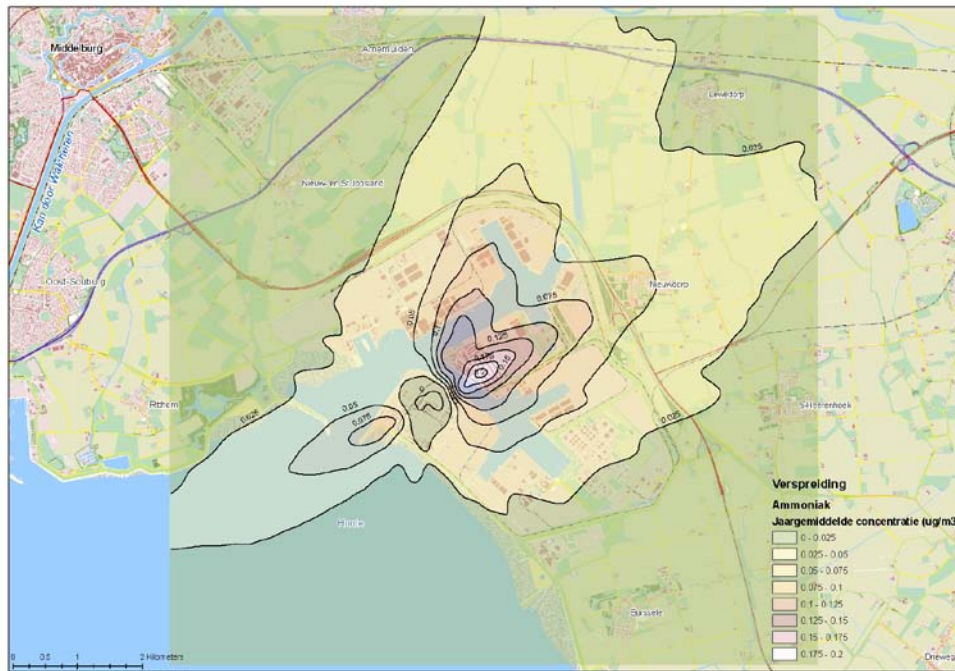
Tabel B1.1 Invoergegevens verspreidingsmodellen

	Sinterfabriek	Fosforfabriek	Lage bron	Voorkant sinterfabriek	Overslag	Filters laag	Filters hoog	Fakkels
Type bron	Punt	Punt	Punt	Punt	Punt	Punt	Punt	Punt
x-coördinaat	37060	37160	37260*	37360*	37060*	37060*	37060*	37060*
y-coördinaat	386170	386130	386150*	386140*	386130*	386180*	386190*	386160*
Hoogte (m)	55	60	1*	47	20	20	50	60*
Binnen diameter (m)	2	1,2	2*	2*	2*	2*	2*	2*
Buiten diameter (m)	2,1	1,3	2,1*	2,1*	2,1*	2,1*	2,1*	2,1*
Proces operatie	Continu	Continu	Continu	Continu	Continu	Continu	Continu	Continu
Temperatuur (K)	316	309	298	295	301	295	301	323*
Flux/debiet (m ³ /h)	207500	97000	Onbekend	32500	Onbekend	75000	39800	50000*
Flux/debiet (m ³ /s)	58	27	1*	9	1*	21	11	14*

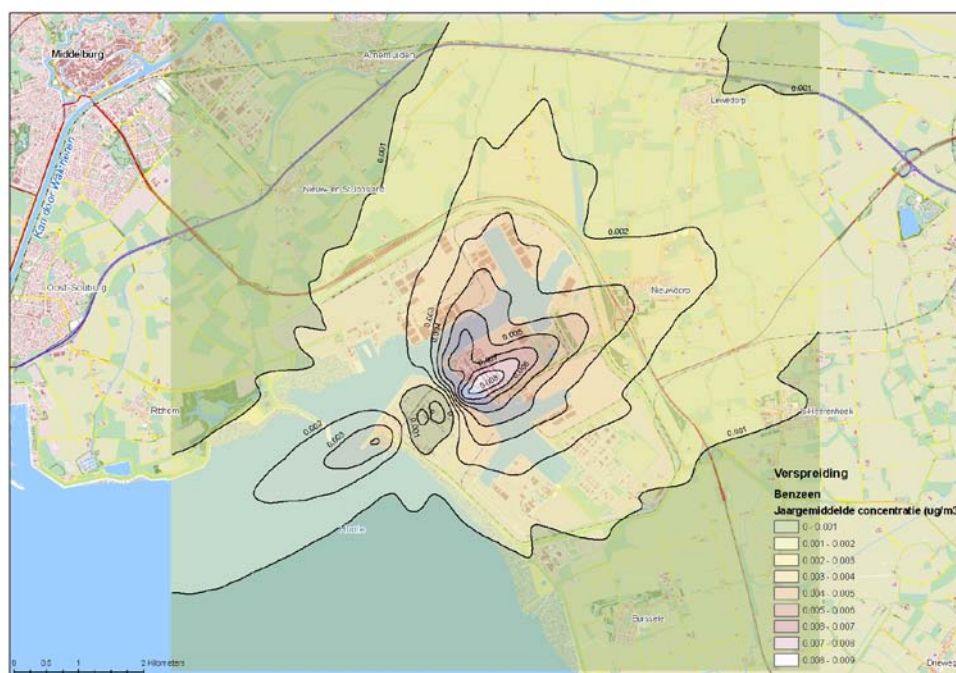
* Onbekend. Dit is een benadering.

Bijlage 3 Kaarten verspreiding jaargemiddelde concentraties

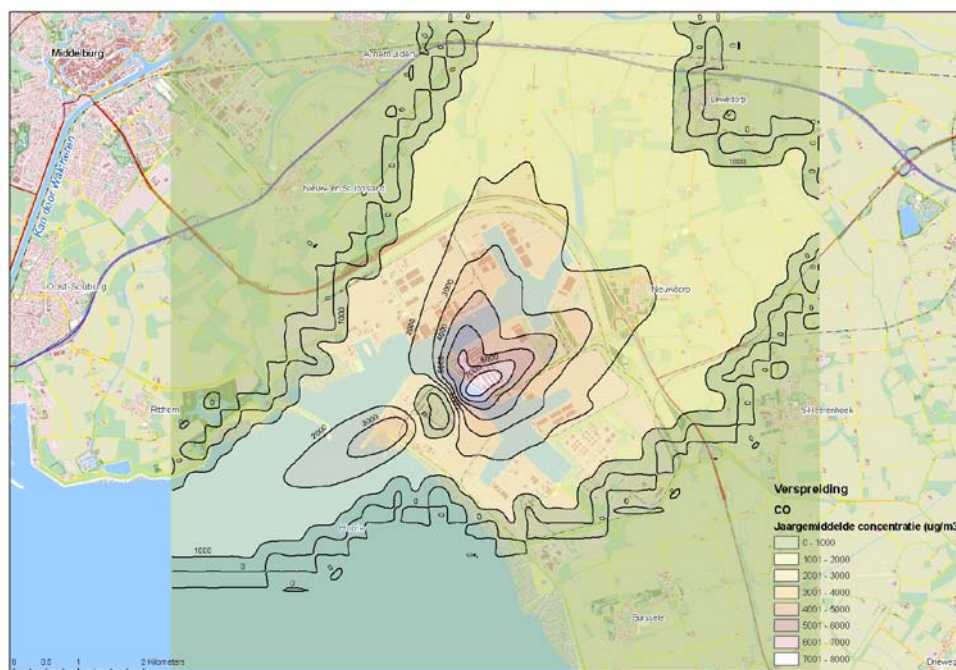
Figuren B3.1 tot en met B3.8 geven de jaargemiddelde verspreidingen zoals berekend met het verspreidingsmodel Stacks. Dit zijn de jaargemiddelde verspreidingen van de stoffen ammoniak, benzeen, koolstofmonoxide, fluoride, fosfine, lood, stikstofoxide en fijn stof. De verspreidingen zijn gebaseerd op de jaaremissies van Thermphos zoals opgenomen in het Milieujaarverslag 2009 (Provincie Zeeland, 2010).



Figuur B3.1: Verspreiding jaargemiddelde concentraties ammoniak



Figuur B3.2: Verspreiding jaargemiddelde concentraties benzeen

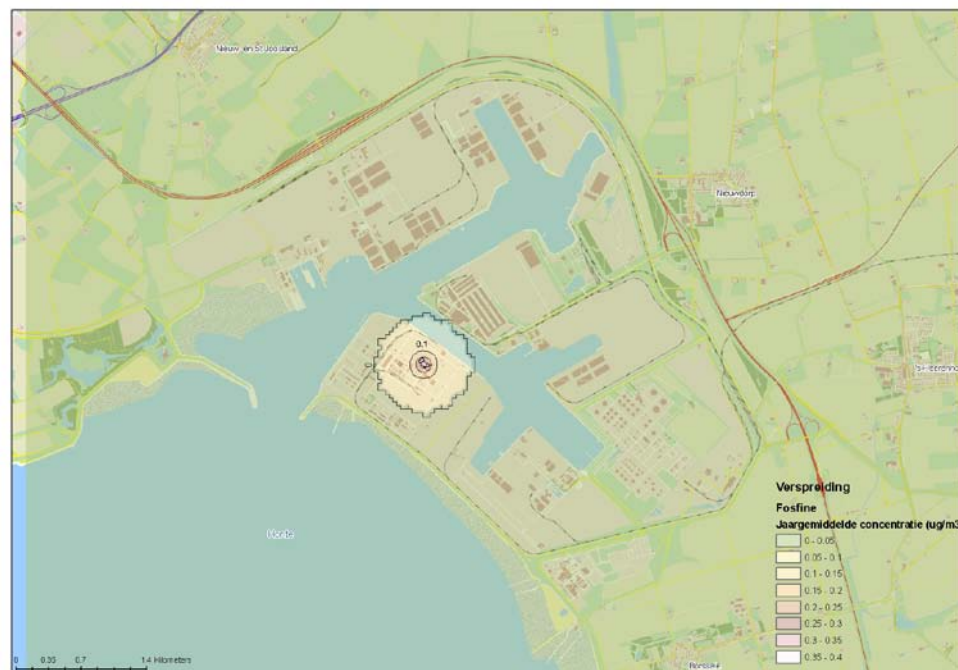


Figuur B3.3: Verspreiding jaargemiddelde concentraties koolstofmonoxide

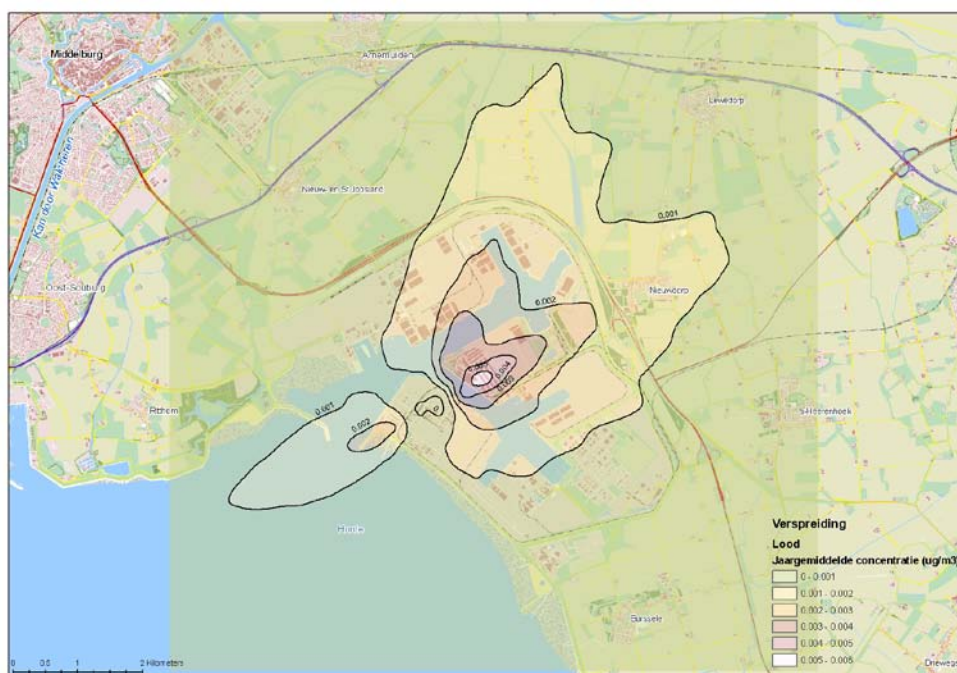
Pagina 49 van 55



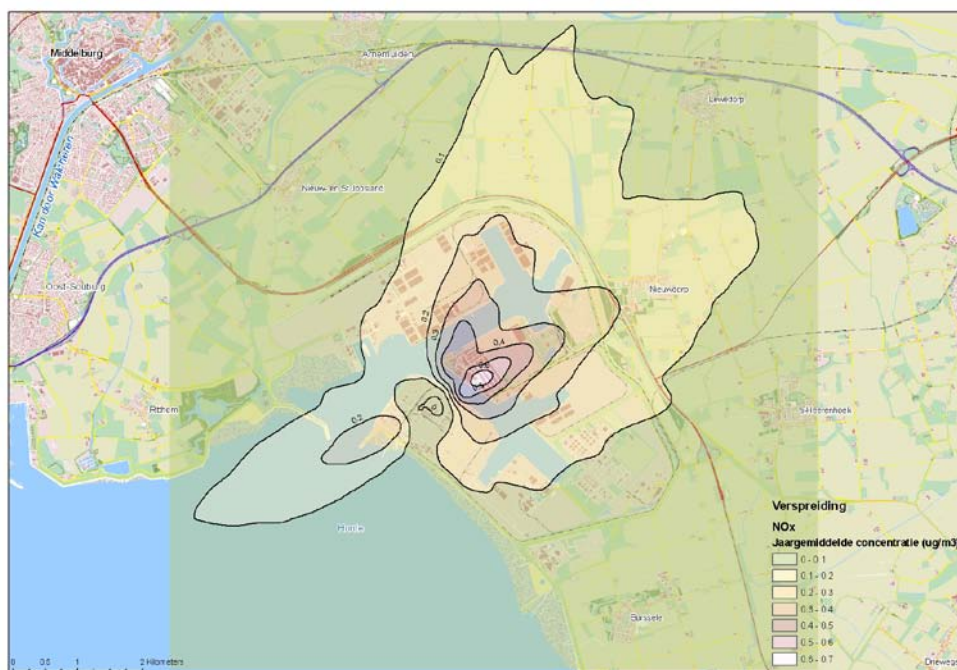
Figuur B3.5a: Verspreiding jaargemiddelde concentraties fosfine



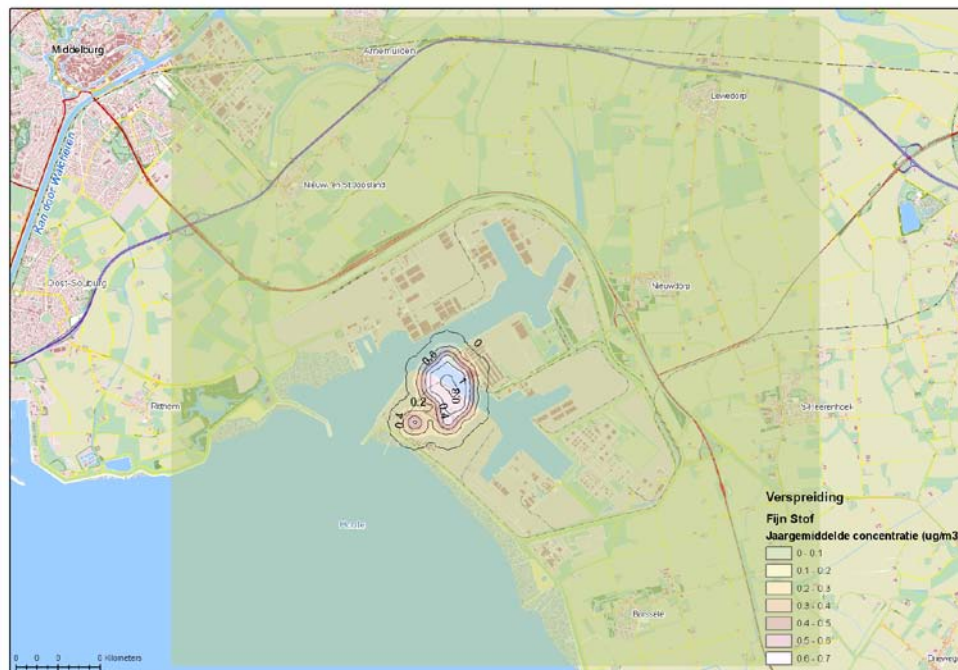
Figuur B3.5b: Vergroting van de verspreiding jaargemiddelde concentraties fosfine



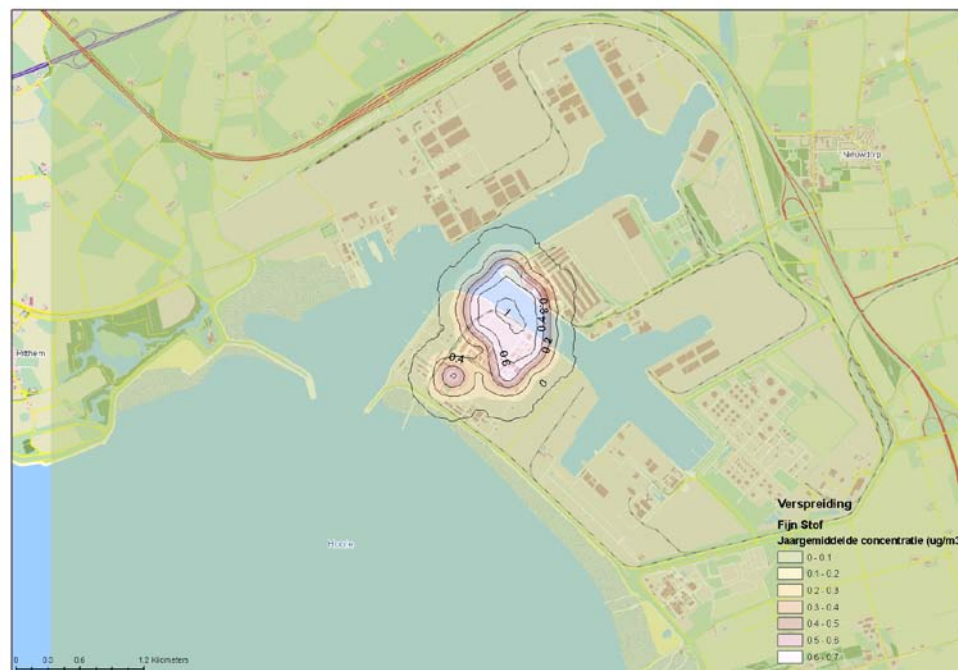
Figuur B3.6: Verspreiding jaargemiddelde concentraties lood



Figuur B3.7: Verspreiding jaargemiddelde concentraties stikstofoxide



Figuur B3.8a: Verspreiding jaargemiddelde concentraties fijn stof



Figuur B3.8b: Vergroting van de verspreiding jaargemiddelde concentraties fijn stof

Bijlage 4 Vergelijking resultaten met normen

Tabel B4.1 Toetsing voor langdurige blootstelling van de berekende concentraties.
Concentraties in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Stof	Achtergrond-concentratie ¹	Hoogste jaargemiddelde concentratie		Gezondheids-kundige norm	Overschrijding norm?
		Bedrijven-terrein	Nieuwdorp		
Stofgroep: fijn stof					
Fijn stof < 2,5 µm (PM _{2,5})	17-18	0,007	0,002	25 µg/m ³ 10 µg/m ³	Nee
Fijn stof < 10 µm (PM ₁₀)	<25	0,33	0,1	Jaargemiddelde: 40 µg/m ³	Nee
Stofgroep: vluchtige organische stoffen (VOS)					
Benzeen	<2,5	0,008	0,003	Jaargemiddelde: 5 µg/m ³	Nee
Tolueen	0,4- 1, ¹⁴	0,02	0,006	400 µg/m ³	Nee
Etheen	0,2- 0,3	0,09	0,03	80 µg/m ³	Nee
Stofgroep: aldehyden					
Formaldehyde	2,8 ug/m ³ (Geen recente metingen ⁵)	0,001	0,0003	100 µg/m ³	Nee
Stofgroep: zware metalen					
Cadmium (Cd)	0,0001-0,0002 ⁴	0,002	0,0008	0,005 µg/m ³	Nee
Lood (Pb)	0,015	0,005	0,002	0,5 µg/m ³	Nee
Kwik (Hg)	0,0018	0,00002	0,000007	0,2 µg/m ³	Nee
Koper (Cu)	0,0043-0,0067	0,003	0,001	1 µg/m ³	Nee
Chroom en verbindingen	0,003-0,0036	0,0002	0,00007	60 µg/m ³	Nee
Stofgroep: overige stoffen					
Stikstofoxiden (als NO ₂)	<25	0,59	0,19	Jaargemiddelde NO ₂ : 40 µg/m ³	Nee
Zwavel dioxide (SO ₂)	10-15	N.v.t.	N.v.t.	Niet beschikbaar	N.v.t.
Koolstof-monoxide (CO)	<400	7,5	2,3	10.000 µg/m ³	Nee
Waterstof-sulfide (H ₂ S)	Niet bekend	0,01	0,003	2 µg/m ³	Nee
Fosfine (PH ₃)	Niet bekend	0,03	0,007	7,5 µg/m ³	Nee
(Waterstof)-fluoride (HF)	0,1 ³	0,21	0,04	1,6 µg/m ³	Nee
Fluoride (F ⁻)	0,1 ³	0,24	0,05	1,6 µg/m ³	Nee
Fosforpen-toxide (P ₂ O ₅)	Niet bekend	N.v.t.	N.v.t.	Niet beschikbaar	N.v.t.
Ammoniak (NH ₃)	<5 ²	0,18	0,06	100 µg/m ³	Nee

¹ Bron: Beijl et al., 2009. ² Bron: De Haan et al., 2008. ³ Bron: Beijl et al., 2008. ⁴ Bron: Mooibroek et al., 2010.

⁵ Bron: Bloemen et al., 1995.

Tabel B4.2 Toetsing voor kortdurende blootstelling van de berekende concentraties.
Concentraties in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Stof	Achtergrond-concentratie ¹	Hoogste jaargemiddelde concentratie		Gezondheids-kundige norm	Overschrijding norm?
		Bedrijven-terrein	Nieuwdorp		
Stofgroep: fijn stof					
Fijn stof < 2,5 µm (PM _{2,5})	17-18	2,3	0,38	Daggemiddelde (99 percentiel): 25 µg/m ³	Nee
Fijn stof < 10 µm (PM ₁₀)	<25	130	22	24-uursgemiddelde concentratie die niet vaker dan 35 dagen per jaar overschreden mag worden: 50 µg/m ³	Niet uit te sluiten op het bedrijven-terrein
Stofgroep: vluchtige organische stoffen (VOS)					
Benzeen	<2,5	0,3	0,23	14 dagen: 30 µg/m ³	Nee
Tolueen	0,4- 1,1 ⁴	0,59	0,45	Daggemiddelde: 3.000µg/m ³	Nee
Etheen	0,2- 0,3	N.v.t.	N.v.t.	Niet beschikbaar	N.v.t.
Stofgroep: aldehyden					
Formaldehyde	2,8 ug/m ³ (⁵)	0,03	0,02	30 min: 100 µg/m ³	Nee
Stofgroep: zware metalen					
Cadmium (Cd)	0,0001-0,0002 ⁴	N.v.t.	N.v.t.	Niet beschikbaar	N.v.t.
Lood (Pb)	0,015	N.v.t.	N.v.t.	Niet beschikbaar	N.v.t.
Kwik (Hg)	0,0018	N.v.t.	N.v.t.	Niet beschikbaar	N.v.t.
Koper (Cu)	0,0043-0,0067	N.v.t.	N.v.t.	Niet beschikbaar	N.v.t.
Chroom en verbindingen	0,003-0,0036	N.v.t.	N.v.t.	Niet beschikbaar	N.v.t.
Stofgroep: overige stoffen					
Stikstofoxiden (als NO ₂)	<25	20	13	1 uur: 200 µg/m ³	Nee
Zwavel dioxide (SO ₂)	10-15	125	21	1 uur: 350 µg/m ³ 24 uur: 125 µg/m ³	Niet uit te sluiten voor 24-uursgemiddelde op het bedrijven-terrein
Koolstof-monoxide (CO)	<400	262	167	8 uur: 10.000 µg/m ³	Nee
Waterstof-sulfide (H ₂ S)	Niet bekend	0,76	0,3	8 uur: 460 µg/m ³ 14 dagen: 100 µg/m ³ Geurdrempel: 0,9 µg/m ³	Nee ⁶

Stof	Achtergrond-concentratie ¹	Hoogste jaargemiddelde concentratie		Gezondheids-kundige norm	Overschrijding norm?
		Bedrijven-terrein	Nieuwdorp		
Stofgroep: overige stoffen					
Fosfine (PH ₃)	Niet bekend	2,6	0,61	8 uur: 350 µg/m ³ 24 uur: 20 µg/m ³ Geurdrempel: 14 µg/m ³	Nee
Waterstof-fluoride (HF)	0,1 ³	29	4,8	1 uur: 600 µg/m ³	Nee
Fluoride (F ⁻)	0,1 ³	39	6,4	1 uur: 600 µg/m ³	Nee
Fosforpen-toxide (P ₂ O ₅)	Niet bekend	22	13	Geschatte acute drempel voor irritatie: 300 µg/m ³	Nee
Ammoniak (NH ₃)	<5 ²	6,2	4,1	14 dagen: 1200 µg/m ³	Nee

¹ Bron: Beijl et al., 2009.² Bron: De Haan et al., 2008.³ Bron: Beijl et al., 2008.⁴ Bron: Mooibroek et al., 2010.⁵ Bron: Bloemen et al., 1995 (geen recentere metingen).⁶ Op basis van berekende uurgemiddelde concentraties zijn geen goede conclusies mogelijk over opgetreden hinder als de berekende concentratie in de orde van de geurdrempel ligt.

Dit is een uitgave van:

**Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu**

Postbus 1 | 3720 BA Bilthoven
www.rivm.nl