



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

Onderzoek van de luchtkwaliteit op het industrieterrein Vlissingen-Oost

*Immissiemetingen juni tot en met oktober
2011*

RIVM rapport 609025001/2012

P.P. Morgenstern | E.M. van Putten |

M. van Bruggen | E. Schols



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

Onderzoek van de luchtkwaliteit op het industrieterrein Vlissingen-Oost

Immissiemetingen juni tot en met oktober 2011

RIVM Rapport 609025001/2012

Colofon

© RIVM 2012

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'.

P.P. Morgenstern (Onderzoeker), RIVM
E.M. van Putten (Onderzoeker), RIVM
M. van Bruggen (Onderzoeker), RIVM
E. Schols (Onderzoeker), RIVM

Contact:

P.P. Morgenstern
Centrum Inspectie-, Milieu en Gezondheidsadvisering
Pepijn.Morgenstern@rivm.nl

Dit onderzoek werd verricht in opdracht van Provincie Zeeland.

Rapport in het kort

Onderzoek van de luchtkwaliteit op het industrieterrein Vlissingen-Oost

Het fosforverwerkende bedrijf Thermphos heeft invloed op de luchtkwaliteit in het Sloegebied door de uitstoot van fijn stof, strontium-, cadmium-, fosfor-, stikstof- en zwavel-verbindingen. Het is aannemelijk dat sommige van deze stoffen onder ongunstige omstandigheden aanleiding kunnen geven tot stank en overlast tot op een afstand van enkele kilometers. Gezondheidskundige normen worden echter niet overschreden. Thermphos is een minder belangrijke bron van organische stoffen, zoals benzeen, toluen, xyleen en ethylbenzeen.

Dit zijn de belangrijkste bevindingen van een RIVM-onderzoek dat op verzoek van de provincie Zeeland plaatsvond van juni tot en met oktober 2011. De aanleiding voor dit onderzoek waren terugkerende klachten van omwonenden en werknemers, zich uitend in stank en prikkeling van de slijmvliezen.

Het rapport is onderdeel van een uitgebreide studie naar mogelijke gezondheidseffecten van Thermphos, met belangrijke bijdragen van de GGD Zeeland.

Trefwoorden:

Thermphos, fosfor, immissie, luchtkwaliteit, meting, gezondheid

Abstract

Investigation into air quality in the industrial area Vlissingen-Oost

The phosphorus processing company Thermphos affects the air quality in the *Sloegebied* through the emission of particulate matter, strontium, cadmium, phosphorus, nitrogen and sulphur compounds. It is plausible that under adverse conditions some of these substances may give rise to odour nuisance, up to a distance of a few kilometres. However, health reference values would not be exceeded. In comparison to the aforementioned compounds, Thermphos is a less important source of organic substances, such as benzene, toluene, xylene and ethyl benzene.

These are the main findings of an RIVM study that took place from June to October 2011, at the request of the province of Zeeland. The reason for this study was recurrent complaints from local residents and workers, expressed as odour nuisance and irritation of the mucous membranes.

This report is part of a comprehensive study into the possible health effects of Thermphos. The Public Health Service Zeeland has contributed significantly to this study.

Keywords:

Thermphos, phosphorus, immission, air quality, measurement, health

Inhoud

Samenvatting—7

1 Inleiding—9

- 1.1 Aanleiding voor het onderzoek—9
- 1.2 Resultaten van eerder uitgevoerd onderzoek—9
- 1.3 Aanzet tot vervolgonderzoeken—10
- 1.4 Doelstelling onderzoek RIVM—10

2 Onderzoeksopzet—11

- 2.1 Opzet en uitvoering onderzoek—11
- 2.1.1 Continue metingen—11
- 2.1.2 Aanvullende pluimmetingen—16

3 Thermphos, andere bedrijven en gegevens over luchtkwaliteit Sloegebied—17

- 3.1 Thermphos—17
- 3.2 Bekende emissies Thermphos en omgeving—17
- 3.3 Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit en Grootschalige Concentratiekaarten—19

4 Meetresultaten vaste meetopstellingen—21

- 4.1 Fijn stof (PM₁₀)—21
- 4.1.1 Algemeen beeld meetcampagne—21
- 4.1.2 Windrichting en herkomst—23
- 4.2 Elementenanalyse luchtstof—24
- 4.2.1 Algemeen beeld meetcampagne—24
- 4.2.2 Windrichting en herkomst—25
- 4.3 Zwavelcomponenten—27
- 4.3.1 Algemeen beeld meetcampagne—27
- 4.3.2 Windrichting en herkomst—29
- 4.4 Stikstofcomponenten—30
- 4.4.1 Algemeen beeld meetcampagne—30
- 4.4.2 Windrichting en herkomst—31
- 4.5 Benzeen, Tolueen, Xyleen (en evt. andere VOC)—32
- 4.5.1 Algemeen beeld meetcampagne—32
- 4.5.2 Windrichting en herkomst—33
- 4.5.3 Koolbuizen (aanvullende VOC)—34
- 4.6 Dioxinen—35
- 4.7 Ammoniak—36

5 Additionele metingen—39

- 5.1 Additionele metingen RIVM—39
- 5.1.1 Werkwijze—39
- 5.1.2 Uitvoering van de additionele metingen RIVM—41
- 5.2 Additionele monsternamen door Provincie Zeeland en omwonenden—43
- 5.3 Resultaten—44
- 5.3.1 Vluchtige Organische Componenten (VOC) en fosfine—44
- 5.3.2 Aldehyden—46
- 5.3.3 Fosforpentoxide en fosforzuur—47
- 5.3.4 Kwik(damp)-metingen—48

6 Klachten tijdens de meetcampagne en mogelijke relatie parameters—49

6.1 Klachtenregistratie—49

6.2 Koppeling van klachten aan metingen—49

7 Vergelijking meetresultaten met achtergrondniveaus en met eerdere onderzoeken—53

7.1 Vergelijking met achtergrondniveaus—53

7.2 Vergelijking met eerder onderzoek—54

7.2.1 Verspreidingsberekeningen Mooij, 2011—54

7.2.2 Berekeningen dioxineconcentraties Mennen, 2010—54

8 Evaluatie blootstelling en gezondheidsrisico's—55

8.1 Inleiding—55

8.1.1 Blootstellingsroutes—55

8.1.2 Worst-case benadering—55

8.1.3 Normen en werkomgeving versus woonomgeving—55

8.2 Resultaten en toetsing aan de norm—56

8.3 Bespreking resultaten (semi)continue metingen van het RIVM—59

8.4 Resultaten additionele metingen—61

9 Conclusies—63

Literatuur—65

Bijlage 1 Foto's meetopstelling—67

Bijlage 2 Gebruikte apparaten en analysemethoden—73

Bijlage 3 Aantal uren windrichting gedurende meetperiode—75

Bijlage 4 Toelichting op meetstations LML e.a.—77

Bijlage 5 Daggemiddelde PM₁₀-concentraties gemeten met Leckel en TEOM—81

Bijlage 6 PM₁₀-metingen locatie ND tegen locatie LML319 te Nieuwdorp—83

Bijlage 7 Resultaten VOC-metingen met koolbuizen—85

Bijlage 8 Meetresultaten dioxinen—89

Bijlage 9 Additionele metingen: volledige lijst VOC—93

Bijlage 10 Principes van de risicobeoordeling—95

Samenvatting

Van juni tot en met oktober 2011 heeft het RIVM de luchtkwaliteit onderzocht op het Industriegebied Vlissingen-Oost. De aanleiding voor het onderzoek zijn gezondheidsklachten die door omwonenden én door werknemers van naburige bedrijven worden toegeschreven aan het fosforverwerkende bedrijf Thermphos. De klachten bestaan uit stank en prikkeling van ogen, neus en keel, vooral wanneer de 'pluim' van het bedrijf zich laag over de omgeving verspreidt. Bij sommigen bestaat er ook onzekerheid over mogelijke langetermijnsrisico's. Omdat een belangrijk deel van de stoffen die zijn onderzocht ook door andere bedrijven worden geëmitteerd, is er bemonsterd op drie locaties. Bij de keuze van die locaties is rekening gehouden met de ligging van de andere bedrijven (bronnen) en met de overheersende windrichting.

Meetopzet

Het meetplan bestond uit twee onderdelen:

- 1) *(Semi)continue* metingen op drie meetlocaties, vooral bedoeld om mogelijke *langetermijnsrisico's* in kaart te brengen. Er werd niet op alle drie de locaties tegelijkertijd gemeten; er waren steeds twee opstellingen waar op hetzelfde moment gemeten werd. Tussen de opstellingen waren er kleine verschillen in de gebruikte apparatuur. Tijdens deze metingen werden de volgende stoffen gemeten: fijn stof, elementen zoals zware metalen in het luchtstof, dioxinen, vluchtige organische koolwaterstoffen zoals benzeen, stikstofoxiden (NO_2 en NO), zwavelverbindingen (SO_2 , en niet geoxideerde zwavelverbindingen) en ammoniak.
- 2) *Additionele metingen* op plekken waar op het moment van monsternamen laaghangende emissies werden waargenomen, vooral gericht op de kans op *acute effecten* (of klachten). Deze metingen waren gericht op de volgende stoffen: vluchtige organische koolwaterstoffen, fosfine, fosforpentoxide, fosforzuur, aldehyden zoals formaldehyde, en kwikdamp.

Om de risico's te beoordelen zijn de meetresultaten vergeleken met gezondheidskundige normen voor zowel langdurige blootstelling als voor piekblootstelling en met geurnormen. Ook is onderzocht of er een verband kon worden aangetoond tussen klachten en metingen op de locatie Nieuwdorp.

Resultaten

De (semi)continue metingen lieten geen overschrijding zien van gezondheidskundige normen voor de lange en voor de korte termijn. Het gaat dan om stoffen zoals zware metalen, dioxinen, vluchtige organische verbindingen, NO_2 en SO_2 . Uit metingen op het industrieterrein blijkt dat er naast SO_2 ook andere, niet geoxideerde, zwavelverbindingen aanwezig zijn. Er zijn zwavelhoudende verbindingen, zoals bijvoorbeeld waterstofsulfide (H_2S), die bij de aangetroffen concentraties tot overschrijding van de geurdrempel leiden. Overschrijding van geurdrempels van andere stoffen is niet geconstateerd.

Ook tijdens de additionele metingen zijn geen gezondheidskundige normen overschreden.

Er moet wel een voorbehoud worden gemaakt ten aanzien van deze additionele metingen.

Het bleek in de praktijk moeilijk om representatieve metingen in de pluim te doen. Daarvoor waren de perioden dat het tijdens dit onderzoek daadwerkelijk stonk, in feite te kort.

Verder werden in de 'neerslaande pluim' van Thermphos tot op 3,5 kilometer afstand van het bedrijf fosforpentoxide en fosforzuur aangetoond. De

gemiddelde concentraties lagen onder de concentraties die irritatie opleveren, maar de bemonsteringmethode levert, zoals eerder gezegd, te weinig inzicht in pieken. Fosfine, formaldehyde en andere irriterende koolwaterstoffen werden niet aangetroffen in de 'neerslaande pluim'.

Tijdens de laatste paar meetweken in Coudorp hebben de bewoners nauwkeurig bijgehouden wanneer het stonk. Omdat de meetopstelling als het ware in hun tuin stond, konden klachten en meetresultaten op een hele directe manier met elkaar worden vergeleken.

Deze vergelijking laat zien dat er een verband bestaat tussen de geurklachten en de concentraties zwaveldioxide die gemeten zijn, ook al zijn de concentraties zwaveldioxide op zich veel te laag om geurklachten te geven.

Zwaveldioxide lijkt hier dus vooral aan te geven dat er sprake is van processen op het industrieterrein die stank of overlast kunnen veroorzaken.

Conclusies

De uitgevoerde metingen laten zien dat Thermphos de luchtkwaliteit in het Sloegebied beïnvloedt door de uitstoot van fijn stof, strontium-, cadmium-, fosfor-, stikstof- en zwavelverbindingen. Thermphos is een minder belangrijke bron voor organische stoffen, zoals benzeen, toluen, xyleen en ethylbenzeen. Het is aannemelijk dat de geëmitteerde stoffen onder ongunstige omstandigheden aanleiding kunnen geven tot stank en overlast. Gezondheidskundige normen worden echter niet overschreden.

1 Inleiding

1.1 Aanleiding voor het onderzoek

De provincie Zeeland en enkele Zeeuwse gemeenten hebben de afgelopen jaren een toenemend aantal klachten ontvangen van mensen die in en nabij het Sloegebied in Zeeland wonen en werken. Het gaat om stank, prikkelende ogen en irritatie van de slijmvliezen. Regelmatig is er een pluim te zien die zich over grondniveau verspreidt en die bij Thermphos vandaan komt. Provincie en omwonenden veronderstellen daarom dat de klachten worden veroorzaakt door Thermphos, een van de bedrijven op het bedrijventerrein in het Sloegebied.

1.2 Resultaten van eerder uitgevoerd onderzoek

Naar aanleiding van deze klachten hebben de provincie Zeeland en de toenmalige VROM-Inspectie het RIVM in 2009 gevraagd inzicht te geven in de stoffen die het bedrijf emitteert, de mogelijk optredende blootstelling van mensen daaraan en in de mogelijke gezondheidseffecten daarvan. Het RIVM heeft hiervoor allereerst de beschikbare data bestudeerd, namelijk de emissiegegevens van Thermphos en de resultaten van vier beschikbare onderzoeken naar de luchtkwaliteit in een straal van een kilometer rondom Thermphos in het Sloegebied. Daarnaast heeft het RIVM verspreidingsberekeningen uitgevoerd met de bij het bedrijf en de provincie bekende emissiegegevens. De resultaten zijn geëvalueerd om inzicht te krijgen in de mogelijke effecten op de gezondheid van omwonenden (Mooij, 2011). De resultaten van dit onderzoek luiden dat Thermphos de volgende stoffen uitstoot die stank en irritatie aan ogen en luchtwegen kunnen veroorzaken: ammoniak, formaldehyde, zwaveldioxide, stikstofdioxide, fluoriden, fosforpentoxide, fosfine en waterstofsulfide.

Op basis van de verspreidingsberekeningen zouden er in de woonomgeving geen overschrijdingen van gezondheidkundige normen of geurdrempels te verwachten zijn. Dat is in strijd met de waarnemingen en de klachten. De modelberekeningen kennen echter beperkingen. Zo zijn er uurgemiddelde concentraties berekend, maar kunnen er binnen een uur pieken optreden die boven de geurdrempel van een stof uitkomen. Ook is het 'pluimgedrag' van belang. Aanvullende berekeningen lieten de mogelijkheid van overschrijdingen zien, als een zich laag bij de grond verspreidende pluim werd nagebootst. Op basis van deze resultaten ontstond de wens onder andere bij de provincie Zeeland om meetgegevens te verzamelen over de daadwerkelijk optredende concentraties.

1.3 Aanzet tot vervolgonderzoeken

Een bestuurlijke regiegroep bestaande uit vertegenwoordigers van de gemeenten Borsele, Middelburg, Vlissingen, GGD Zeeland, Inspectie Leefomgeving en Transport, Thermphos en Provincie Zeeland heeft vervolgens het RIVM begin 2011 de volgende adviesvraag voorgelegd.

‘Geef advies op welke wijze kan worden onderzocht of de emissie van Thermphos de gezondheid van de omwonenden en/of de werknemers van de omliggende bedrijven beïnvloedt of beïnvloed heeft. Houd daarbij rekening met de ongerustheid van de betrokkenen en hanteer niet alleen wetenschappelijke maar ook maatschappelijke criteria. Geef inzicht in de gebruikte literatuur’.

Het advies (Overveld e.a., 2011) is opgesteld door het RIVM in samenwerking met de Expertgroep Gezondheidsonderzoek. In dit advies is een algemene inventarisatie gegeven van verschillende mogelijkheden om de gezondheidstoestand van de bewoners en werknemers te onderzoeken. Tevens is de haalbaarheid van de onderzoeksmethoden aangegeven, toegesneden op de specifieke situatie rondom Thermphos. Ook is nagegaan op welke wijze de blootstelling – nu of in het verleden – zou kunnen worden vastgesteld, met aandacht voor enkele specifieke stoffen, zoals dioxinen.

Op basis van dit advies heeft de bestuurlijke regiegroep aan het RIVM en aan de GGD Zeeland gevraagd een onderzoek uit te voeren. Dit rapport behandelt het onderzoek van het RIVM.

1.4 Doelstelling onderzoek RIVM

De opdracht aan het RIVM luidde om met metingen inzicht te krijgen in:

- 1) de luchtkwaliteit in het Sloegebied (op immissieniveau) voor stoffen waarvan bekend is dat het bedrijf Thermphos die emitteert;
- 2) de bijdrage van Thermphos hieraan;
- 3) de mate waarin deze stoffen de gezondheid van omwonenden en werkenden in het Sloegebied kunnen beïnvloeden. De meetresultaten worden daartoe vergeleken met luchtkwaliteit- en gezondheidskundige normen. Hierbij wordt naar zowel acute als chronische effecten gekeken en naar hinder.

Het RIVM heeft aangeboden, in opdracht van de Provincie Zeeland, gedurende een aantal maanden luchtkwaliteitsmetingen uit te voeren. Op basis daarvan is de verwachting dat de invloed van het bedrijf Thermphos op de luchtkwaliteit globaal voor de gemeten stoffen kan worden aangegeven. De meetperiode is voor dit doel voldoende. Voor een formele toetsing aan luchtkwaliteitsnormen is een langere meetperiode nodig. Dat wordt niet met dit onderzoek beoogd.

2 Onderzoeksopzet

2.1 Opzet en uitvoering onderzoek

Gezien de aard van de stoffen die Thermphos uitstoot, kunnen zowel blootstelling aan piekconcentraties als langdurige blootstelling aan lagere concentraties van belang zijn. Daarom bestaat de meetcampagne uit de volgende twee onderdelen.

- Continue metingen van een aantal relevante stoffen in de lucht op leefniveau op een drietal locaties in de omgeving van Thermphos (zie verder).
- Aanvullende metingen in de pluim benedenwinds van het bedrijf, waarbij op enkele dagen geprobeerd is 'de pluim te bemonsteren'. Doel van deze metingen was de hoogste concentraties op een bepaalde afstand vast te stellen, waar mensen aan blootgesteld konden worden. Bij deze metingen worden enkele andere stoffen gemeten die niet in het continue meetplan opgenomen kunnen worden omdat dat technisch of organisatorisch niet haalbaar is.

2.1.1 Continue metingen

De continue metingen zijn uitgevoerd door aanhangers met meetapparatuur op strategische locaties op te stellen. Figuur 1 laat het plaatsen van de meetopstelling bij het bedrijf Zeeland Aluminium Company NV (ZALCO) zien. Door middel van pompen wordt lucht van buiten de aanhanger over de meetapparatuur gevoerd waardoor bemonstering en analyse kunnen plaatsvinden. Meer foto's zijn te zien in Bijlage 1.



Figuur 1. Aanhanger zoals opgesteld bij het bedrijf ZALCO

Op 21 juni 2011 is er één aanhanger geplaatst bij ZALCO (ZALCO; tijdens het onderzoek locatie 1 genoemd) en één aanhanger bij het Politie Trainingen Centrum (PTC; tijdens het onderzoek locatie 2 genoemd). Op 19 september 2011 is de aanhanger die bij het PTC stond opgesteld verplaatst naar een derde locatie, aan de weg Coudorp te Nieuwdorp (ND; tijdens het onderzoek locatie 3 genoemd). Reden hiervoor was dat de andere twee locaties niet in de woonomgeving lagen en er ook de wens was om in de woonomgeving te meten. Wellicht ten overvloede: er is dus nooit op meer dan twee locaties tegelijk gemeten. De metingen op locaties PTC en ND hebben in verschillende periodes plaatsgevonden en kunnen dus niet onderling worden vergeleken. Beide locaties kunnen wel met de resultaten uit dezelfde periode op de locatie ZALCO worden vergeleken. De laatste metingen gebeurden op vrijdag 28 oktober 2011. Een overzicht van de meetlocaties, afstand tot Thermphos en meetperiode wordt weergegeven in Tabel 1. Een overzichtskaat van de locaties van de meetopstellingen en bedrijven die in de omgeving van de meetopstellingen liggen, wordt weergegeven in Figuur 2.

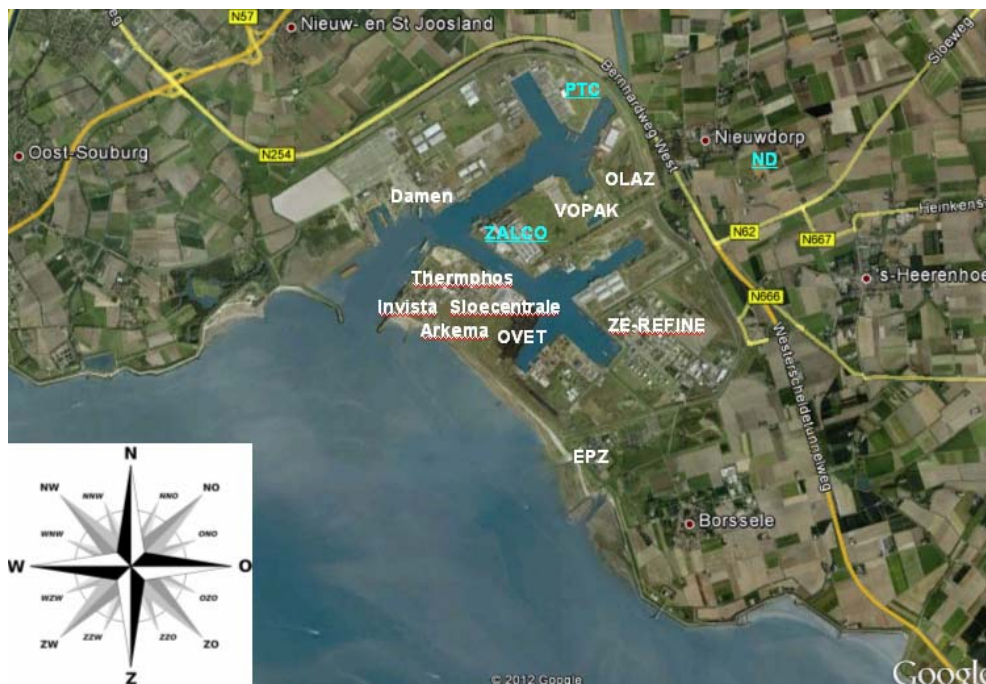
Tabel 1. Meetlocaties, afstand tot Thermphos en meetperiode

Locatie naam	Afstand tot Thermphos	Meetperiode
ZALCO	690 m ¹⁾	21/6/11-28/10/11
Politie Trainingen Centrum (PTC)	3220 m ²⁾	21/6/11-19/9/2011
Coudorp, te Nieuwdorp (ND)	4110 m ³⁾	19/9/2011-28/10/11

1) Gemeten van het hart van de fabrieken van Thermphos tot de dijk waarop de aanhanger is geplaatst.

2) Gemeten van het hart van de fabrieken van Thermphos tot de rand van het terrein van het Politie Trainingen Centrum (PTC)

3) Gemeten van het hart van de fabrieken van Thermphos tot de locatie van de aanhanger aan Coudorp in Nieuwdorp



Figuur 2. Industrierrein Vlissingen Oost

*De locaties van de meetopstellingen zijn in lichtblauw onderstreept weergegeven en de locaties van belangrijke emitterende buurbedrijven in wit.
bron afbeelding: Google earth*

De locaties ZALCO en PTC zijn zo gekozen dat bij zuidwestenwind, de meest voorkomende windrichting in Nederland, lucht vanuit de richting Thermphos wordt aangevoerd. De opstelling bij ZALCO staat het dichtst bij het bedrijf Thermphos (als fysiek mogelijk is zonder op het terrein van Thermphos zelf te meten, bij zuidwesten wind). Het is dan ook de verwachting dat hier de hoogste concentraties kunnen worden gemeten. De concentraties zijn echter niet representatief voor datgene waaraan mensen in de woonomgeving, zoals in Nieuwdorp, worden blootgesteld. Locatie PTC staat verder af en geeft een realistischer beeld van concentraties die voorkomen aan de rand van of net buiten het industriegebied. Op deze locatie zijn in het verleden diverse stankklachten gemeld.

De locatie ND bevindt zich in Nieuwdorp bij omwonenden, die geregeld hinder ervaren. Hier worden dus concentraties gemeten waar mensen in een woonomgeving aan worden blootgesteld.

De concentraties die op de meetpunten worden gemeten, zijn onder andere afhankelijk van de ligging van de bronnen en de heersende windrichting. Thermphos is in het gebied niet de enige bron van emissies. Andere bronnen zijn andere bedrijven in het Sloegebied, wegverkeer en scheepvaart. Daarom wordt in Tabel 2 weergegeven bij welke windrichting de meetlocaties onder de wind van welke bedrijven liggen. Zo is te zien dat op de locatie ZALCO bij windrichting 210° (oftewel zuidwest) de aangevoerde lucht afkomstig is van Thermphos (en afkomstig van de Westerschelde, waar alleen scheepvaart aanwezig is als potentiële bron voor de emissie van bepaalde stoffen) en dat bij de locatie PTC bij windrichting 210° de aangevoerde lucht afkomstig is van Thermphos, ZALCO en Arkema.

Tabel 2. Ligging van bronnen ten opzichte van de meetlocaties

Locatie ZALCO			
Bronnen	Windrange	Gemiddelde	Windrichting
Weg (N254)	300 120	30	NNO
ZALCO	340 120	60	ONO
VOPAK	60 80	70	ONO
Zeeland Refinery EPZ	110 130	120	OZO
Ovet	150 170	160	ZZO
Arkema	190 210	200	ZZW
Thermphos	170 260	210	ZW/ZZW

Locatie PTC			
Bronnen	Windrange	Gemiddelde	Windrichting
Weg (N254)	260 150	30	NO
Zeeland Refinery	160 180	170	Z/ZZO
EPZ	180 190	180	Z
VOPAK	170 190	180	Z
Ovet	190 200	190	ZZW/Z
Thermphos	200 225	210	ZW/ZZW
ZALCO	190 220	210	ZW/ZZW
Arkema	205 215	210	ZW/ZZW

Locatie ND			
Bronnen	Windrange	Gemiddelde	Windrichting
Zeeland Refinery EPZ	190 220	200	ZZW
Weg (N254)	150 310	230	ZW
Ovet	230 235	230	ZW
Arkema	240 244	242	WZW
Thermphos	240 255	250	WZW
ZALCO	240 260	250	WZW
VOPAK	250 260	260	W/WZW

Op de locaties worden de volgende componenten gemeten (voor de gebruikte methoden zie Bijlage 2).

1. Luchtstof (PM_{10}), met behulp van het instrument TEOM: de PM_{10} concentraties worden op locatie ZALCO als 5-minuutgemiddelden gemeten en op locatie PTC en ND als 10-minuutgemiddelden. Dit verschil heeft te maken met de configuratie van de apparatuur. Alle data worden omgerekend naar uurgemiddelden.
2. Luchtstof (PM_{10}), met behulp van het instrument LECKEL: dit is een daggemiddelde bemonstering. Dit stof wordt geanalyseerd op:
 - a. hoeveelheid stof (daggemiddelde massa)
 - b. elementen, waaronder: Cr, Cu, Pb, Cd, P en Hg (de verbindingen waarin de elementen zich bevinden wordt niet bepaald).
3. Dioxinen (in luchtstof): om de lage dioxineconcentraties te kunnen vaststellen moet een grote hoeveelheid lucht worden aangezogen. Er is analoog aan het provinciale meetprogramma ongeveer 800 m³ lucht aangezogen. In de praktijk komt dat neer op ongeveer veertien dagen bemonstering van lucht op stoffilters en analyse op dioxinen daarin. Deze bemonstering is uitgevoerd conform lopend onderzoek door de provincie Zeeland naar de concentraties dioxinen in lucht.
4. BTEX (Benzeen, Tolueen, Ethylbenzeen en Xyleen): om de vijftien minuten worden monsters genomen en op de genoemde componenten geanalyseerd. Op basis van vier metingen worden uurgemiddelden bepaald.
5. NO_x (NO en NO₂): meetwaarden om de minuut worden verzameld en per uur gemiddeld.
6. SO₂: meetwaarden per minuut worden verzameld en per uur gemiddeld. Op locatie ZALCO wordt tevens een verschilmeting gedaan van totaalzwavel (TS) en zwaveldioxide (SO₂), waardoor de concentratie van andere zwavelhoudende verbindingen zoals H₂S en andere niet geoxideerde zwavelcomponenten, kunnen worden berekend.
7. NH₃: dit gebeurt met passieve samplers, die gedurende twee à drie weken (dit varieert om praktische redenen) lucht verzamelen. Er ontstaan dus gemiddelde meetwaarden voor perioden tussen de twee à drie weken.

Tijdens de meetcampagne werd de meetopstelling wekelijks bezocht door medewerkers van het RIVM om de data veilig te stellen, bemonsteringsmateriaal te vervangen en de technische staat van de apparatuur te controleren. Ondanks deze frequente controle zijn er diverse technische storingen geweest; dit is overigens normaal voor een dergelijke meetcampagne. Juist doordat de meetperiode betrekkelijk lang is geweest, zijn voldoende valide meetgegevens verzameld om de benodigde inzichten in de optredende concentraties te verkrijgen.

Op de locaties worden meteogegevens geregistreerd, zoals windrichting en -snelheid. Daarnaast is gebruik gemaakt van gegevens, verzameld door het KNMI (meetstation Vlissingen). In Bijlage 3 is het aantal uren wind uit een bepaalde richting ten tijde van de meetcampagne weergegeven. Daaruit blijkt dat er gedurende de metingen veel zuidwesten wind is geweest. De opgetreden windrichtingfrequentie verschilt niet veel van het meerjarig gemiddelde, zie Bijlage 3.

2.1.2 Aanvullende pluimmetingen

Op zeven dagen zijn metingen uitgevoerd die er op gericht waren 'de pluim afkomstig van Thermphos op leefniveau te vangen'. De bedoeling was om datgene te bemonsteren dat door omwonenden wordt beschreven als de 'blauwe waas' afkomstig van het bedrijf Thermphos. Deze waas wordt volgens de beschrijvingen over grote afstand over de grond met de wind meegevoerd.

Van tevoren werden meetdagen geselecteerd waarbij de verwachting was dat er een weinig fluctuerende wind zou zijn en de windrichting dusdanig was dat er benedenwinds van Thermphos meetapparatuur kon worden opgesteld. Op de meetdag is vervolgens ter plekke in het veld gekeken hoe en waarlangs de pluim van Thermphos zich verspreidde. Vervolgens is monsternamen-apparatuur zo goed mogelijk en op ademeniveau in de pluim geplaatst. Dit had het doel de concentraties te bepalen voor een aantal specifieke stoffen die mogelijk de oorzaak waren van klachten. Dit betrof de volgende stoffen.

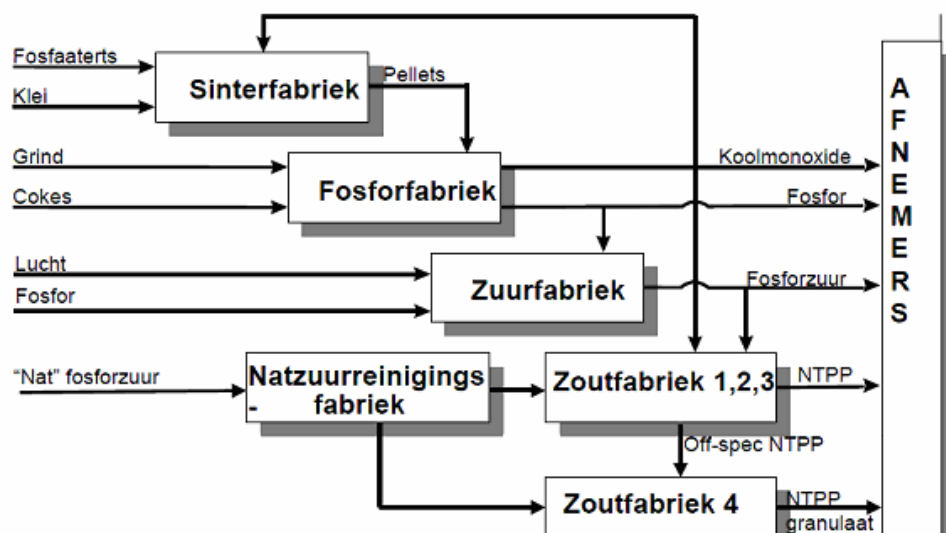
1. VOC (Vluchtige Organische Componenten). Er zijn 4-uurgemiddelde bemonsteringen gedaan, met behulp van canisters. De monsters zijn geanalyseerd op 40 tot 60 verschillende VOC's. Enkele keren werden momentane bemonsteringen gedaan (dus niet 4-uurgemiddeld maar op een specifiek tijdstip). Op vier dagen zijn uitgebreide bemonsteringen op diverse locaties benedenwinds gedaan. Daarnaast zijn op vijf dagen bemonsteringen op één locatie uitgevoerd (dan wel laten uitvoeren door provincie, PTC en bewoners Coudorp) omdat op dat moment een geur waarneembaar was.
2. PH_3 (fosfine), De hiervoor beschreven monsters voor de VOC bepaling zijn ook geanalyseerd op fosfine.
3. P_2O_5 en H_3PO_4 (fosforpentoxide en fosforzuur). Er zijn 4-uurgemiddelde bemonsteringen gedaan. Op de vier meetdagen zijn bemonsteringen op meerdere locaties uitgevoerd.
4. Aldehyden (waaronder formaldehyde). Er zijn 4-uurgemiddelde bemonsteringen gedaan. Op de drie meetdagen zijn bemonsteringen op meerdere locaties uitgevoerd.
5. Hg (dampfase): Met een instrument dat continu de kwikconcentratie bepaalt en weergeeft, zijn metingen op vier dagen uitgevoerd.

Voor de gebruikte methoden zie Bijlage 2. De resultaten van deze metingen worden beschreven in hoofdstuk 5.

3 Thermphos, andere bedrijven en gegevens over luchtkwaliteit Sloegebied

3.1 Thermphos

Thermphos Internationaal heeft verschillende vestigingen mondiaal en is een van de grootste producenten van fosfor. Het bedrijf produceert fosfor en fosforverbindingen uit fosfaaterts en andere grondstoffen. De producten worden onder meer toegepast in de farmaceutische industrie, in de industriële of huishoudelijke schoonmaak en reiniging, als brandvertragers, gewasbeschermers en als toevoegingen aan voeding en voedingsmiddelen. Globaal ziet het productieproces van Thermphos in Vlissingen er uit als in Figuur 3 is weergegeven.



Figuur 3. Globaal overzicht productieproces Thermphos (bron: Thermphos)

3.2 Bekende emissies Thermphos en omgeving

Het bedrijf Thermphos bevindt zich op het bedrijventerrein van Vlissingen-Oost (Sloegebied) tussen verschillende andere bedrijven, waarvan sommigen dezelfde stoffen emitteren als Thermphos (zie Figuur 2). Uiteraard kunnen alle emissies (van bedrijven in het gebied) invloed hebben op de metingen. In Tabel 3 worden daarom de belangrijkste potentiële bronnen en de bekende emissies (Emissieregistratie, 2010) in het gebied genoemd.

Tabel 3. Ligging van bronnen ten opzichte van de meetlocatie Nieuwdorp (ND)

Bron	Adres	Omschrijving bron	Afstand Thermphos (m)	Afstand ND (m)	Bekende relevante stoffen op basis emissieregistratie*
Thermphos	Europaweg-zuid 4,	Fosforproducent	Niet van toepassing	±4000	NH ₃ , VOC, Cd, Cr, PM ₁₀ , TSP, Cu, Hg, Pb, PCDD+PCDF, NO/NO ₂ , Zn, SO ₂
N254 & Europaweg		Wegen die industrieterrein begrenzen.	> 2500	> 200	NO/NO ₂ , PM ₁₀ en VOC.
ZALCO	Frankrijkweg 2, Nieuwdorp	Aluminiumproducent	700-1200	±3000	VOC, PM ₁₀ , HF, HFK, PFK, NO/NO ₂ , SO ₂
Zeeland Refinery	Luxemburgweg 1, Nieuwdorp	Aardolieproducten raffinage	±2600	±2600	VOC, CFK, N ₂ O, PM ₁₀ , HFK, PAK, NO/NO ₂ , SO ₂
Vopak	Frankrijkweg 4, Nieuwdorp	Bulkopslag vloeistoffen	±2000	±2000	VOC
EPZ	Zeedijk 32, Borssele	Electriciteitproductie middels kolen- en kernenergie-centrale	±2800	±4300	VOC, N ₂ O, PM ₁₀ , HF, Formaldehyde, Hg, NO/NO ₂ , SO ₂
OVET	Achterduinweg, Nieuwdorp	Bulkopslag van droge goederen	±1000	±3600	PM ₁₀
Arkema-Vlissingen	Europaweg Zuid 2 Nieuwdorp	Kunststof-toepassingen	±300	±4400	VOC, NO/NO ₂
OLAZ	Frankrijkweg 2, Nieuwdorp	Afval stortplaats	±2600	±1300	CFK, HCFK, TSP, SO ₂
INVISTA Polyester B.V.	Europaweg Zuid 2, Ritthem	Anorganische basischemicaliën producent	±300	±4400	VOC, NO/NO ₂ , TSP
Sloe-centrale	Albaniëweg 10	Gasgestookte energiecentrale.	±300	±4200	NO, NO ₂

*Op basis van de PRTR standaard lijst van de emissieregistratie (Emissieregistratie, 2010). NB: dit is dus geen uitputtend overzicht, zo worden in Mooij, 2011 nog andere emissies voor Thermphos benoemd.

3.3 Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit en Grootschalige Concentratiekaarten

Om de resultaten van de meetcampagne beter te kunnen interpreteren, zijn gegevens van o.a. het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit (LML) en de Grootschalige Concentratiekaarten verzameld. Deze gegevens geven informatie over de achtergrondconcentraties in de regio, en over de luchtkwaliteit in de betreffende periode op locaties met eveneens grote industriële bronnen ten zuiden/zuidwesten van het gebied. Ze dienen dus als vergelijkingsmateriaal voor de meetresultaten.

Achtergrondconcentraties Zeeland

In Tabel 4 staan de achtergrondconcentraties voor Zeeland voor de betreffende periode (21 juni tot en met 28 oktober 2011). Deze zijn afgeleid van de daggemiddeldeconcentraties van de meest nabij gelegen achtergrondmeetstations voor de betreffende stof in de betreffende periode. Omdat op de meeste meetstations een beperkt aantal stoffen wordt gemeten, zijn voor de verschillende stoffen gegevens van verschillende meetstations gebruikt.

Jaargemiddelde concentratie Sloegebied/Haven Vlissingen

In Tabel 4 staan ook de jaargemiddelde concentraties voor het Sloegebied gegeven, zoals die zijn weergegeven in de Grootschalige Concentratiekaarten Nederland (GCN) voor 2010 (RIVM, 2012). Deze kaarten zijn slechts voor een beperkt aantal stoffen beschikbaar.

Meetresultaten van meetstations in gebieden met industrie in zuid/zuidwestelijke richting

In Tabel 4 staan van de betreffende periode (21 juni tot en met 28 oktober 2011) de gemiddelde meetresultaten van stations met eveneens grote industriële bronnen ten zuiden/zuidwesten van de meetlocatie (vergelijkbaar met de vaste meetlocaties bij de meetcampagne Thermphos). Deze meetstations worden opgenomen omdat de omstandigheden wat betreft industrie in zuid/zuidwestelijke richting (de meest voorkomende windrichting in Nederland) vergelijkbaar is.

Tabel 4. Luchtkwaliteitsgegevens op basis van het LML en GCN (zie Bijlage 4 voor een toelichting op de meetstations)

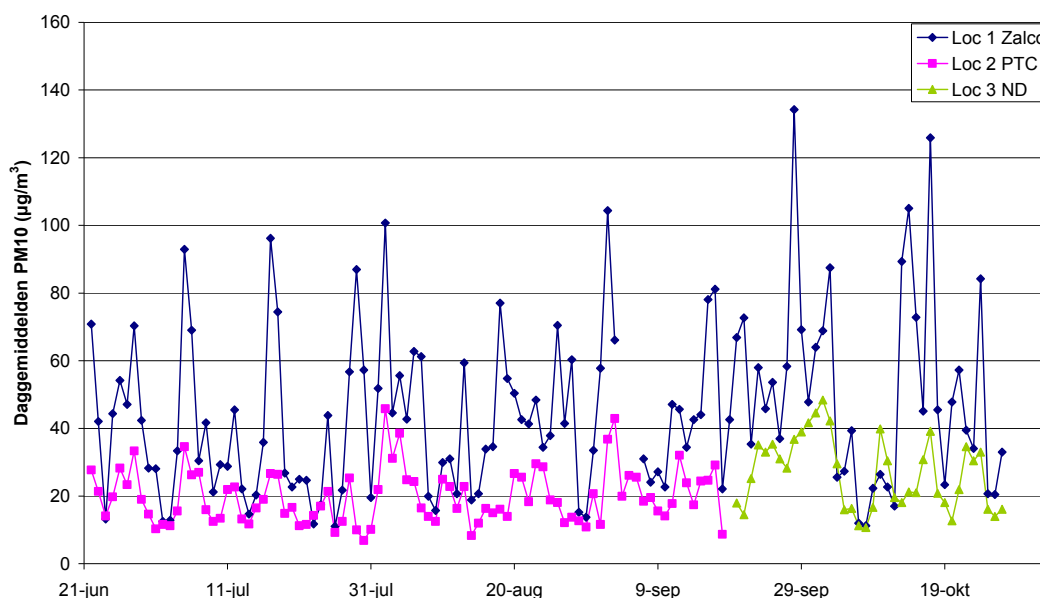
	Achtergrondconcentraties Zeeland		Jaargemiddelde concentraties in Sloegebied, o.b.v. GCN	Meetresultaten LML-, DCMR- en GGD-stations met industrie ten zuiden/zuidwesten	
	Gemid. 21-6 t/m 28-10	Gebruikte meetstations	Jaargemiddelde 2010	Gemiddelde. 21-6 t/m 28-10	Gebruikte meetstations ¹
Eenheid	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	
PM ₁₀	19	301, 318, 319	24-31	24	546, 553, 704, 482
NO ₂	14	301, 318	20-25	30	546
NO	2,5	301, 318	n.b.	12	546
SO ₂	1,1	318	5-25	5	553, 496
NH ₃	2,7	235	n.b.	n.b.	
H ₂ S	n.b.		n.b.	0,9	553
Benzeen	0,1	230	0,5-1	0,5	546, 495
Tolueen	0,5	230	n.b.	1,6	546, 495
Ethylbenzeen	0,04	230	n.b.	0,2	546
Xyleen	0,2	230	n.b.	0,8	546
Eenheid	ng/m^3		ng/m^3	ng/m^3	
Lood	5	538, 627, 807, 934	n.b.	6	478
Cadmium	0,2	538, 627, 807, 934	n.b.	0,2	478

4 Meetresultaten vaste meetopstellingen

4.1 Fijn stof (PM_{10})

4.1.1 Algemeen beeld meetcampagne

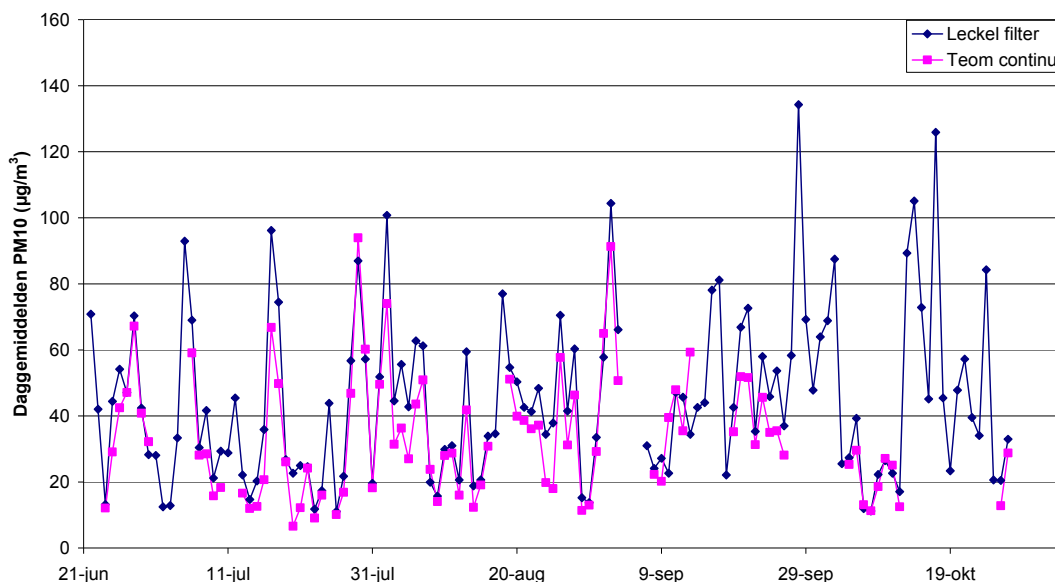
Er is fijn stof gemeten op de meetlocaties met twee technieken. De methode met de Leckel SEQ 47/50 geeft daggemiddelde waarden. Het stof dat met deze apparaten verzameld is, is tevens op elementen geanalyseerd. De verbindingen waarin de elementen zich bevinden werden niet bepaald. De TEOM's geven per vijf minuten (locatie ZALCO) en tien minuten (locaties PTC en ND) meetwaarden en geven inzicht in concentraties op specifieke tijdstippen. De Leckel verzamelt daggemiddelde monsters: de TEOM verwarmt het aerosol en meet om deze reden systematisch minder vluchtige deeltjes. Daarom worden voor daggemiddelden in dit hoofdstuk de Leckel-waarden gebruikt. In Figuur 4 is het verloop van daggemiddelde concentratie (op basis van de resultaten Leckel) weergegeven.



Figuur 4. Daggemiddelde concentraties fijn stof (PM_{10}), gemeten met de Leckel, gedurende de gehele meetperiode (drie locaties)

Voor meer informatie over variaties binnen de 24 uur, en bijvoorbeeld het relateren van concentraties tijdens klachten, kunnen de TEOM-waarden extra informatie toevoegen. Om te zien of de Leckel en TEOM een vergelijkbaar patroon geven zijn voor beide apparaten daggemiddelden berekend en vergeleken. In Figuur 5 is dit voor de locatie ZALCO gedaan. Daaruit blijkt dat het verloop in de tijd voor beiden methoden goed overeen komt en dat de meetwaarde voor de Leckel structureel hoger is dan de meetwaarde voor de TEOM. Voor locatie PTC en ND is deze vergelijking opgenomen in Bijlage 5.

In Bijlage 6 zijn de meetwaarden op locatie ND vergeleken met de PM_{10} metingen op het LML station te Nieuwdorp.



Figuur 5. Vergelijking van de daggemiddelde PM_{10} concentratie tussen TEOM en Leckel op locatie 1 ZALCO

In Tabel 5 en Tabel 6 zijn overzichten gegeven van de minimale en maximale daggemiddelde concentraties voor beide meetmethoden (Leckel en TEOM). Tevens is het gemiddelde over de meetperiode berekend.

Tabel 5. Minimum en maximum daggemiddelde fijnstofconcentraties ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) op locaties ZALCO en PTC tijdens de eerste periode (21 juni tot 19 september), ongeacht de windrichting

Meetlocatie	ZALCO		PTC	
Instrument	Leckel	TEOM	Leckel	TEOM
Minimum	11	7	7	4
Gemiddelde	42	34	20	16
Maximum	104	94	46	36

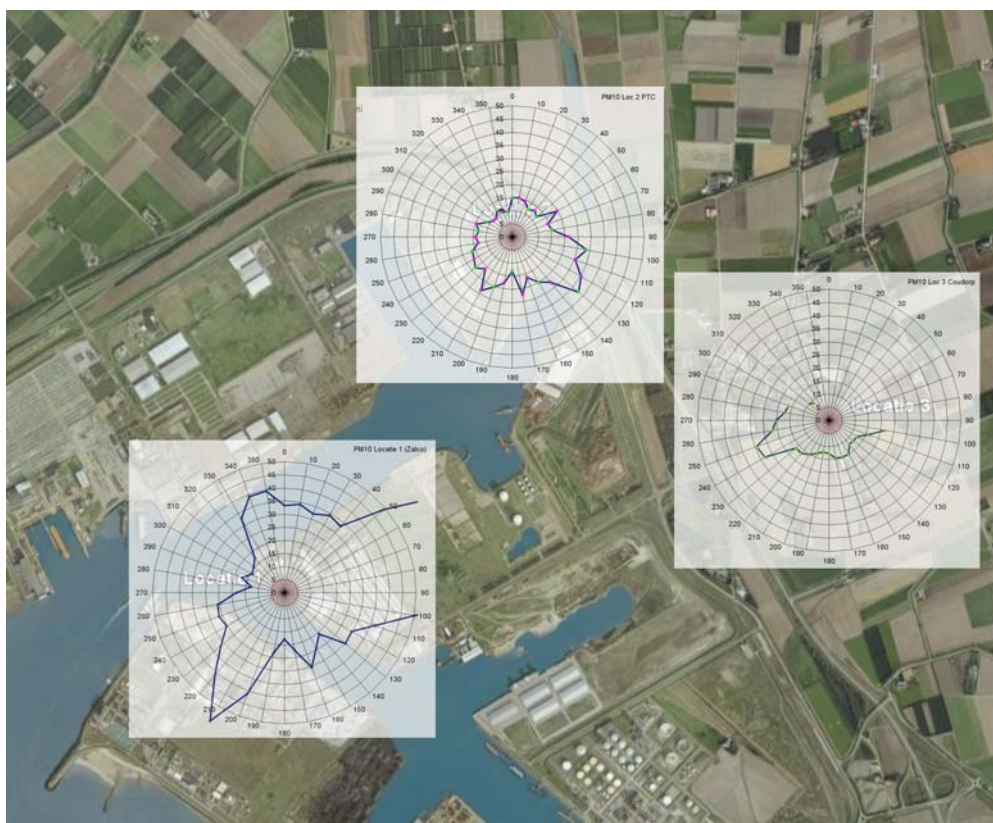
Tabel 6. Minimum en maximum daggemiddelde fijnstofconcentraties ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) op locaties ZALCO en ND tijdens de tweede periode (19 september tot 28 oktober), ongeacht de windrichting

Meetlocatie	ZALCO		ND	
Instrument	Leckel	TEOM	Leckel	TEOM
Minimum	11	11	11	4
Gemiddelde	51	26	27	17
Maximum	134	46	48	39

Uit de tabellen valt af te leiden dat van de drie meetlocaties de gemeten fijnstofconcentraties bij ZALCO het hoogste zijn (NB: de meetopstelling staat temidden van de bedrijfsactiviteiten van ZALCO). Locatie PTC en locatie ND zijn onderling niet in absolute zin vergelijkbaar (het betreft immers niet dezelfde meetperiode) maar het is duidelijk dat op beide locaties beduidend lagere daggemiddelde concentraties fijn stof worden aangetroffen als bij ZALCO.

4.1.2 Windrichting en herkomst

Om inzicht te krijgen in de vraag 'waar komt het fijn stof vandaan?' zijn uurgemiddelde concentraties berekend uit de metingen met de TEOM (de TEOM data lenen zich om naar uurgemiddelde concentraties te kijken, met de Leckel kan alleen naar daggemiddelden worden gekeken). Vervolgens zijn deze uurwaarden gekoppeld aan de bij dat tijdstip horende windrichting. Per windrichting (10 graden sectoren) is de gemiddelde concentratie berekend. Indien er minder dan tien resultaten waren voor een bepaalde windrichting dan werd de gemiddelde concentratie niet berekend. In Figuur 6 zijn de gemiddelde concentraties per windrichting als windroos uitgezet. De windroos laat zien wat het gemiddelde van de uurgemiddelde concentratie is bij wind uit een bepaalde windrichting.



Figuur 6. PM_{10} gemiddelde van de uurgemiddelde concentraties ($\mu g/m^3$) per 10° windrichting op drie locaties in relatie tot de windrichting

NB: de schaal is lastig af te lezen uit het plaatje, deze loopt van 0 tot en met $50 \mu g/m^3$ en gaat in stapjes van $5 \mu g/m^3$. Bij locatie ZALCO loopt de hoogste concentratie van de schaal, bij locatie ND zijn te weinig gegevens voor een deel van de windrichtingen (N-NO).

Uit Figuur 6 valt af te leiden dat de hoogste uurgemiddelde fijnstofconcentraties op de locatie ZALCO afkomstig zijn van of uit de richting van het bedrijf ZALCO. Dit komt omdat de meetopstelling op het terrein van ZALCO vlak naast de fijnstofbronnen van ZALCO staat (diverse belangrijke puntbronnen op 100 tot 200 meter afstand van de meetopstelling). NB: de hoogste concentratie uit de richting ZALCO loopt van de schaal. Bij bronnen op grotere afstand (Thermphos bevindt zich bijvoorbeeld op zo'n 700 meter afstand van de meetopstelling)

speelt verdunning een belangrijke rol. Behalve dat gemiddeld hoge PM_{10} -concentraties uit de richting van ZALCO komen, komen gemiddeld hoge concentraties bij dit meetpunt uit de richting van Thermphos (met maxima tot $144 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bij windrichting 210°).

Op locatie PTC zijn de gemiddelde PM_{10} -concentraties lager, en komen de hoogste gemiddelde waarden uit de richting van de weg N254/Nieuwdorp. Op locatie ND zijn niet voor alle windrichtingen genoeg data om een overzicht te maken (dat is bijvoorbeeld bij de minder vaak voorkomende noordelijke en noordoostelijke wind het geval). Uit de windroos valt af te leiden dat de hoogste gemiddelde waarden optreden wanneer de wind van de N254 en het industrieterrein komt (zonder dat diverse deelbronnen kunnen worden gespecificeerd).

4.2 Elementenanalyse luchtstof

4.2.1 Algemeen beeld meetcampagne

Met behulp van Leckel-apparatuur is per dag (0-24 uur) fijn stof (PM_{10}) verzameld. Dit verzamelde luchtstof is geanalyseerd op de volgende elementen: Al, As, Ba, Be, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, Pt, Sb, Se, Si, Sn, Sr, Ti, V, Y, Zn, Ag, Ce, Bi, Tl, Hg. De verbindingen waarin de elementen zich bevinden zijn niet bepaald. De elementen die op de meetlocaties in concentraties boven de bepalingsgrens zijn aangetroffen worden weergegeven in Tabel 7.

Tabel 7. Elementen aangetroffen boven bepalingsgrens in laagst aangetroffen daggemiddelde concentratie (min), het berekende gemiddelde en de maximaal aangetroffen daggemiddelde concentratie (max) in ng/m³

Meetlocatie		ZALCO			PTC			ND		
Element	b.g.*	Min	Gemiddeld	Max	Min	Gemiddeld	Max	Min	Gemiddeld	Max
Al	4,1	362	2455	21612	199	606	2047	308	733	2083
As	0,4	< b.g.	3	34	< b.g.	0	2	< b.g.	1	5
Ca	109	1141	3456	15453	543	1703	4475	761	1788	3388
Cd	0,5	< b.g.	4	39	< b.g.	1	5	< b.g.	1	4
Cr	0,7	7	12	33	7	9	14	7	10	24
Cu	0,8	< b.g.	7	31	2	5	53	2	9	22
Fe	41	< b.g.	373	1341	54	237	670	72	400	978
Hg	0,01	< b.g.	0,04	0,11	< b.g.	0,05	0,21	< b.g.	0,02	0,07
K	54	163	818	4239	109	329	1250	199	377	851
Mg	41	453	948	1667	326	713	1449	308	739	1159
Mn	1,0	< b.g.	17	368	2	11	38	2	13	47
Na	82	4040	7967	21322	2844	5782	10634	3696	5786	10109
Ni	0,7	< b.g.	14	107	2	4	9	2	5	16
P	95	< b.g.	1684	12609	< b.g.	325	1848	109	237	996
Pb	2,3	< b.g.	19	127	< b.g.	6	18	< b.g.	12	27
Sb	0,3	< b.g.	2	24	< b.g.	1	5	< b.g.	2	4
Se	1,4	< b.g.	12	127	< b.g.	< b.g.	18	< b.g.	2	18
Si	68	5725	11716	20145	3424	9381	29004	3931	10731	19149
Sn	0,8	< b.g.	2	22	< b.g.	< b.g.	4	< b.g.	2	5
Sr	0,4	2	10	60	2	4	11	2	4	9
Ti	0,4	4	10	29	2	7	31	4	10	22
V	0,3	< b.g.	8	27	2	5	13	< b.g.	5	11
Zn	10,9	18	53	199	18	34	72	18	47	91

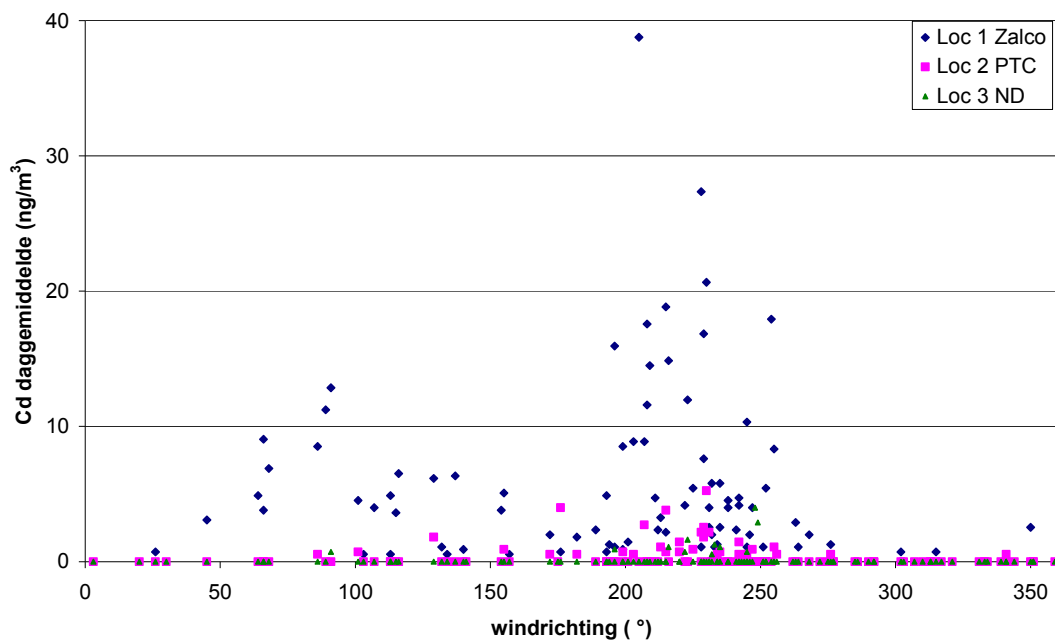
b.g. = bepalingsgrens (ng/m³)

Min = minimale daggemiddelde concentratie in de meetperiode

Max = maximale daggemiddelde concentratie

4.2.2 Windrichting en herkomst

Voor de elementen die boven de bepalingsgrens zijn aangetroffen, is gekeken of er windrichtingen zijn die relevant worden geacht voor de aangetroffen verhogingen. De relatie tussen de (per 24 uur bepaalde) concentratie van elementen in luchtstof met de globale, die dag geldende, windrichting is lastiger te leggen dan voor de parameters waarbij op minuut- of uurniveau kan worden gekeken. Dit komt omdat de windrichting in 24 uur meer varieert en omdat er minder daggemiddelde metingen zijn dan uurgemiddelden. Vandaar dat windrozen voor de elementen niet worden opgenomen. Er kan echter wel naar de spreiding in windrichting worden gekeken van waarden boven de bepalingsgrens waardoor een beeld ontstaat van de overheersende windrichting voor verhoogde waarden. Als voorbeeld wordt dit geïllustreerd in Figuur 7. Uit deze figuur valt af te leiden dat op locatie ZALCO de hoogste waarden voor Cd voorkomen tussen windrichting 200 en 250 graden, de enkele waarden boven de bepalingsgrens bij het PTC treden op bij windrichting tussen 200 en 230 graden en de enkele waarden boven de bepalingsgrens bij locatie ND bij windrichting 250 graden.



Figuur 7. Spreiding van daggemiddelde Cd-concentraties naar windrichting

Op dezelfde wijze zijn de andere elementen bekeken. Grofweg valt de relatie te leggen tussen aangetroffen verhoging in elementen en de windrichting, zoals in Tabel 8 wordt geschetst.

Tabel 8. Relatie concentraties elementen boven de bepalingsgrens en heersende windrichting

Meetlocatie	Element aangetroffen boven de bepalingsgrens	Betreffende windrichting	Mogelijke bronnen
1: ZALCO	Al, Ni	60°	Vopak, ZALCO, weg N254
	Cd, P, Sr	210°	Arkema, Thermphos
	Ca	190° - 280°	Arkema, Thermphos
	Fe, Pb, K, Hg	60° - 150° & 190° - 260°	Weg, ZALCO, Vopak, Zeeland Refinery, Kolenopslag Arkema, Thermphos
2: PTC	Cd, P, Sr, Hg	210°	Thermphos, Arkema, ZALCO
3: ND	Cd, P, Sr	250°	Thermphos, Arkema, ZALCO, Vopak

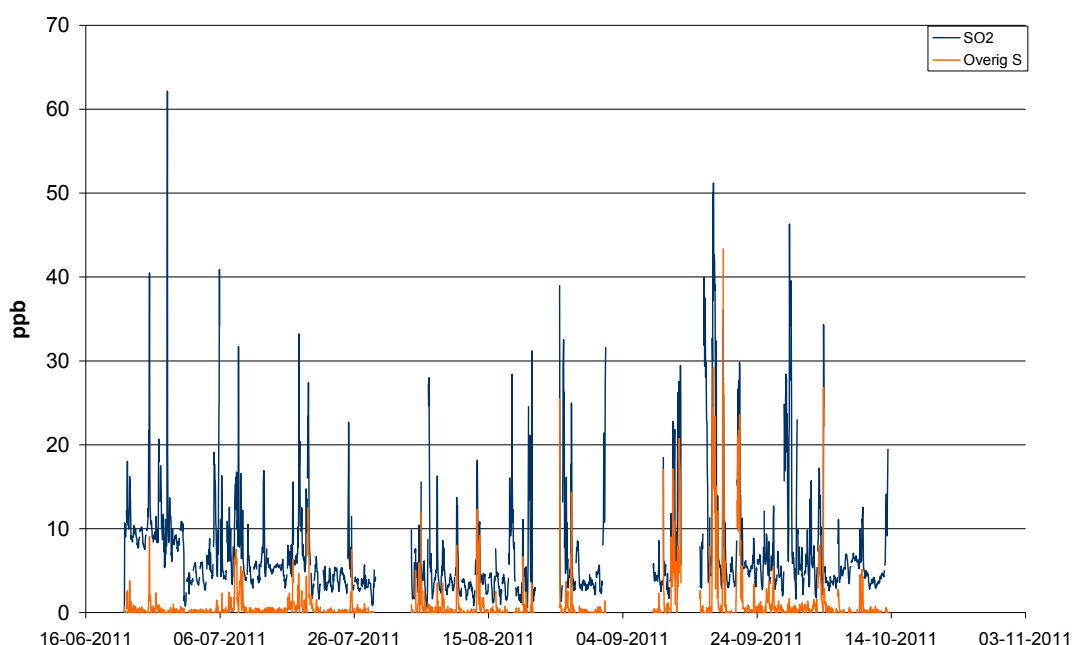
Uit bovenstaande tabel valt op te maken dat de elementen Cd, P en Sr op alle locaties (zij het soms slechts in enkele metingen) in concentraties boven de bepalingsgrens zijn aangetroffen. De heersende windrichtingen waarbij deze elementen worden aangetroffen op de drie locaties komen uit de richting van Thermphos. Stofgebonden kwik (Hg) wordt aangetroffen bij verschillende windrichtingen en lijkt van verschillende bronnen te komen. De overige elementen die aan een bepaalde windrichting of range van windrichtingen zijn te koppelen, zijn Al, Ni, Pb, Ca, Fe en K. Doordat deze alleen bij locatie ZALCO aan de windrichting te koppelen zijn is het lastiger de herkomst te duiden. Grofweg

worden deze elementen gemeten op meetlocatie ZALCO bij wind van het bedrijf ZALCO en bij wind van Thermphos.

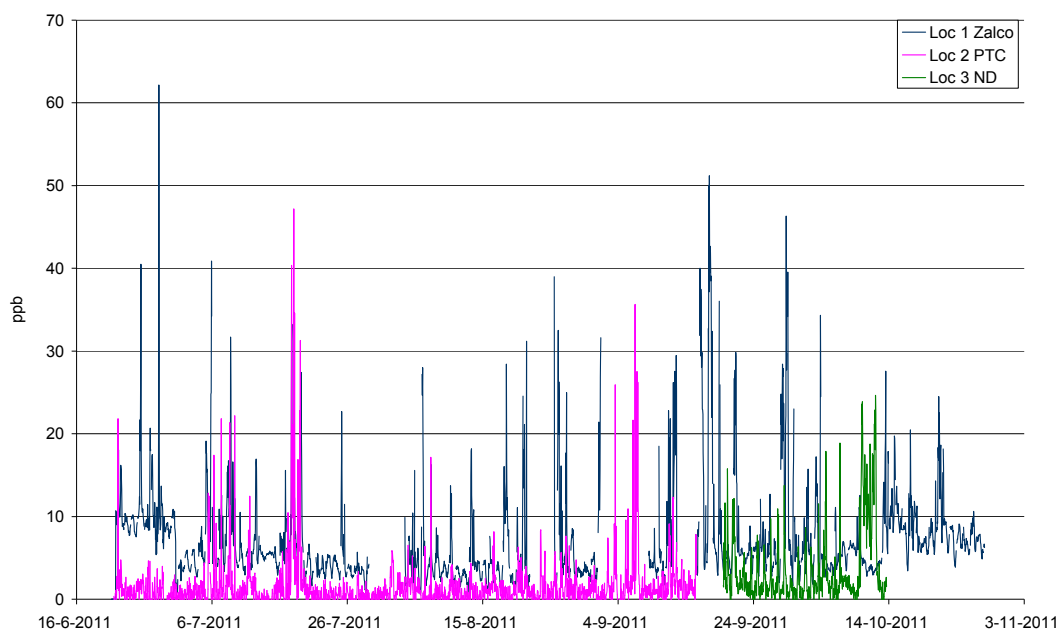
4.3 Zwavelcomponenten

4.3.1 Algemeen beeld meetcampagne

Er zijn zwavelcomponenten gemeten op de meetlocaties (ZALCO & PTC tot 19 september, ZALCO & Nieuwdorp van 19 september tot en met 28 oktober). De gebruikte SO₂-monitor bij ZALCO is van een iets ander type dan de gebruikte monitor bij PTC en later Nieuwdorp. De monitor bij ZALCO meet eerst SO₂ en leidt vervolgens het bemonsterde gas door een oven waardoor ook andere zwavelcomponenten oxideren, en meet vervolgens totaalzwavel (TS). Het verschil tussen TS en SO₂ wordt veroorzaakt door de (aanvankelijk) niet geoxideerde S-verbindingen zoals H₂S, mercaptanen en andere zwavelverbindingen. De monitor die bij het PTC en Nieuwdorp heeft gestaan, meet alleen SO₂. De SO₂-monitor geeft 1-minuutwaarden en kan dus meer inzicht geven op specifieke tijdstippen. In Figuur 8 is het verloop in concentraties SO₂ en overige S-componenten op de locatie ZALCO weergegeven. Omdat van 'overige S-componenten' geen molmassa bekend is, kan de concentratie die de SO₂-monitor in parts per billion (ppb) uitdrukt, niet worden omgezet in µg/m³. Vandaar dat in dit hoofdstuk soms ppb gebruikt wordt. Zoals is te zien, variëren de concentraties in de loop der tijd en zijn er duidelijke pieken zichtbaar. Figuur 9 laat het verloop in SO₂-concentraties voor de drie verschillende locaties zien. De SO₂-monitoren hebben technisch gezien goed gelopen, maar zoals gangbaar in een dergelijk meetcampagne zijn er diverse storingsdagen geweest.



Figuur 8. Uurgemiddelde concentraties van zwavelcomponenten op de locatie ZALCO (concentratie in ppb)



Figuur 9 Verloop in uurgemiddelde SO_2 -concentraties op locaties ZALCO, PTC en ND in ppb

Tabel 9. Minimum, maximum en gemiddelde van de uurgemiddelde concentraties SO_2 , H_2S en TS op locatie ZALCO

Loc ZALCO	SO_2		Overige S-verbindingen	Totaal-zwavelverbindingen
	ppb	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	ppb	ppb
Minimum	0	0	0	0
Gemiddelde	7	19	1	8
Maximum	62	163	43	80

Tabel 10. Minimum, maximum en gemiddelde van de uurgemiddelde concentraties SO_2 op de locaties ZALCO, PTC en ND (in ppb en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

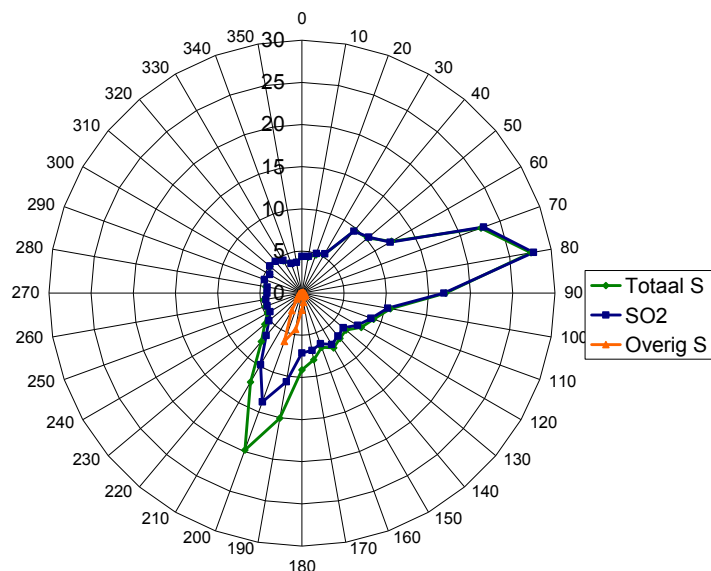
SO_2	Loc 1 ZALCO		Loc 2 PTC		Loc 3 ND	
	ppb	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	ppb	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Ppb	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Minimum	0	0	0	0	0	0
Gemiddelde	7	19	1	4	3	9
Maximum	62	163	47	124	25	65

4.3.2 Windrichting en herkomst

In Figuur 10 is een windroos weergegeven met daarin de gemiddelde concentraties SO_2 per windrichtingsector van 10° voor locatie 1: ZALCO. Zoals is te zien, komen er uit twee windrichtingen gemiddeld genomen relatief hoge concentraties SO_2 . De hoogste concentraties worden gemeten uit de richting tussen 50° en 100° (richting ZALCO) en de andere relatief hoge concentraties worden gemeten uit de richting tussen 170° en 220° (richting Thermphos). In Figuur 11 is de zelfde windroos van SO_2 als in Figuur 9 weergegeven, alleen is dat tevens gedaan voor totaal zwavel (TS) en de niet geoxideerde zwavelverbindingen. Uit deze figuren valt op te maken dat SO_2 zowel uit de richting ZALCO (met de hoogste waarde op 80°) als richting Thermphos (met de hoogste waarde op 200°) wordt gemeten, maar dat de niet-geoxideerde zwavelverbindingen alleen uit de richting 200° komen (uit richting Thermphos). Onder de niet geoxideerde zwavelverbindingen bevinden zich componenten die bekend zijn vanwege de potentie voor geurhinder (zoals H_2S en mercaptanen). NB: de hoogste waarden vanuit de richting 200° zouden er op kunnen wijzen dat de slakkenbedden een belangrijke zwavelbron zijn.



Figuur 10. Windroos met het gemiddelde van de uurgemiddelde SO_2 -concentraties (ppb) per 10° windrichting



Figuur 11. Windroos met gemiddelde van de uurgemiddelde concentraties totaal zwavel (Totaal S), SO_2 en niet geoxideerd zwavel (Overig S) in ppb

4.4 Stikstofcomponenten

4.4.1 Algemeen beeld meetcampagne

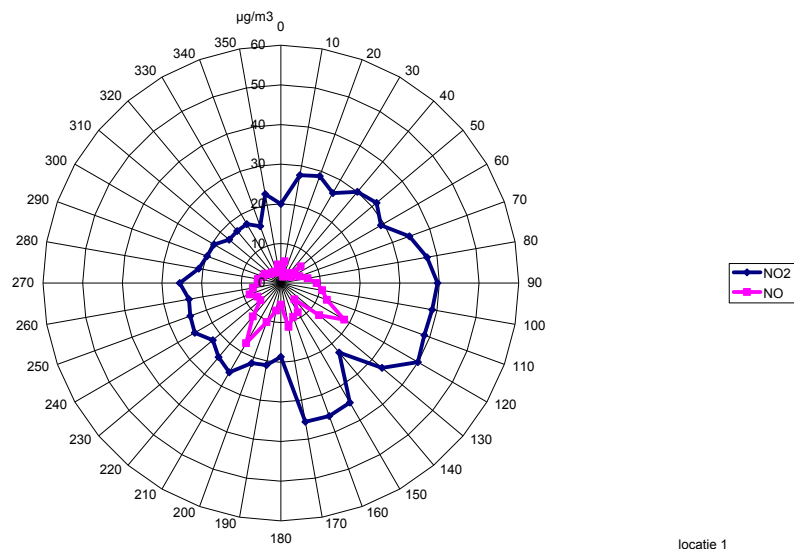
Er zijn stikstofmono-oxiden (NO) en stikstofdioxiden (NO_2) gemeten met zogenaamde NO_x -monitoren op de meetlocaties (ZALCO en PTC 21 juni tot 19 september, ZALCO en ND van 19 september tot en met 28 oktober). De gebruikte NO_x -monitoren geven per minuut een meetwaarde. Deze minuutwaarden zijn omgerekend naar uur- en gemiddelde waarden die in Tabel 11 zijn gepresenteerd. De NO_x -monitoren hebben geregeld technische storingen gehad. Er zijn echter meer dan voldoende data om een betrouwbaar beeld te kunnen geven.

Tabel 11. NO_2 - en NO -minimum, maximum en gemiddelde van de uurgemiddelde concentraties ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

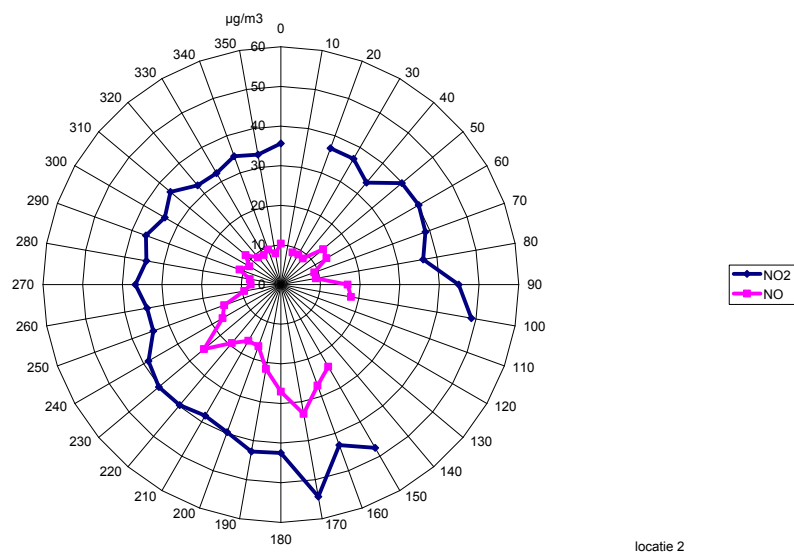
Locatie	ZALCO		PTC		ND	
Component	NO_2	NO	NO_2	NO	NO_2	NO
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Minimum	1	0	17	2	7	1
Gemiddelde	25	8	38	15	27	8
Maximum	88	65	114	124	149	88

4.4.2 Windrichting en herkomst

In Figuur 12, Figuur 13 en Figuur 14 zijn windrozen met gemiddelde NO_2 -concentraties voor de drie locaties gegeven.

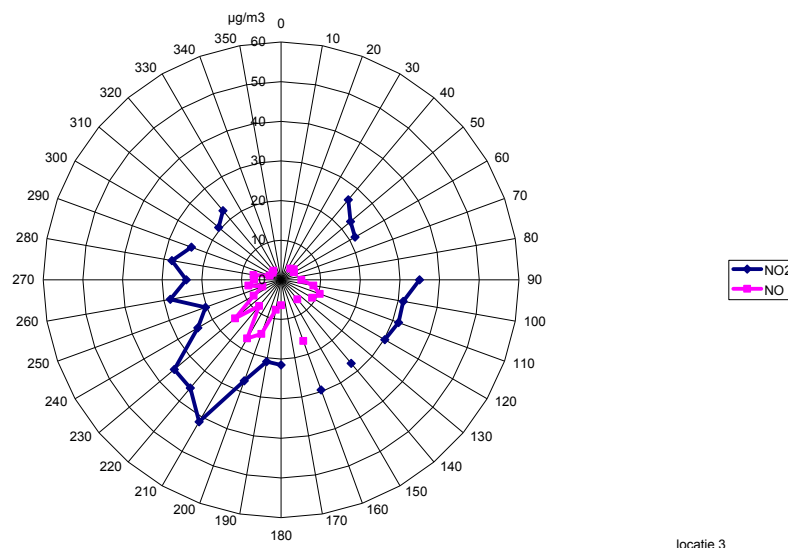


Figuur 12. Windroos voor het gemiddelde van de uurgemiddelde NO - en NO_2 -concentratie, per 10° windrichtingsectoren, locatie ZALCO (1), hoogste concentraties NO_2 tussen 70 - 120° & 150 - 170°



Figuur 13. Windroos voor gemiddelde van de uurgemiddelde NO - en NO_2 -concentratie, per 10° windrichtingsectoren, locatie PTC (2)

NB: de delen in de windroos zonder concentratie worden veroorzaakt doordat er uit die windrichting gedurende de meetcampagne te weinig wind is gekomen om een representatief beeld te krijgen.



Figuur 14. Windroos voor gemiddelde van de uurgemiddelde NO- en NO₂-concentratie, per 10° windrichtingsectoren, locatie ND (3)

NB: de delen in de windroos zonder concentratie worden veroorzaakt doordat er uit die windrichting gedurende de meetcampagne te weinig wind is gekomen om een representatief beeld te krijgen.

De concentraties NO en NO₂ in relatie tot de windrichting zoals weergegeven in Figuur 12, Figuur 13 en Figuur 14 wijzen er op dat er meerdere bronnen in het gebied bijdragen aan NO₂ en NO in de lucht. De hoogste waarden liggen bij meetlocatie ZALCO op 90° tot 120°, bij locatie PTC op 170° en bij locatie ND op 210°. In alle drie de gevallen betreft dat wind uit de richting van Zeeland Refinery. De patronen van NO en NO₂ lijken goed overeen te komen, de concentratie NO is beduidend lager dan de concentratie NO₂.

4.5 Benzeen, Tolueen, Xyleen (en evt. andere VOC)

4.5.1 Algemeen beeld meetcampagne

Er zijn vluchtige organische componenten gemeten op de meetlocaties (ZALCO en PTC 21 juni tot en met 19 september, ZALCO en Nieuwdorp van 19 september tot en met 24 oktober). Dit is gedaan met zogenoemde BTEX-monitoren. Deze monitoren meten benzeen, ethylbenzeen, tolueen en para-meta- en ortho-xyleen. Op locatie ZALCO zijn veel technische problemen geweest met de BTEX-monitor. In de eerste maanden zijn dusdanig veel uitvaldagen geweest, dat er voor gekozen is deze periode op locatie ZALCO te negeren. Uiteindelijk is een aaneensluitende periode van 28 september tot 28 oktober geselecteerd waarbij de BTEX-monitor op locatie ZALCO goed heeft gefunctioneerd voor het berekenen van gemiddelde en maximum (zie Tabel 12). Op locaties PTC en ND zijn er vrijwel geen storingen geweest met de BTEX-monitor, daarom is in deze tabellen een langere periode weergegeven. In Tabel 12, Tabel 13 en Tabel 14 zijn de minimale en maximale gemeten uurgemiddelde concentratie en het gemiddelde weergegeven van locatie PTC en locatie ND.

Tabel 12. Minimum, maximum en gemiddelde uurgemiddelde BTEX-concentraties, locatie ZALCO, in de periode 28 september tot 28 oktober ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

NB: dit is de langste periode dat de monitor op locatie ZALCO zonder technische problemen tijdens één aaneengesloten periode heeft gelopen.

Locatie ZALCO	benzeen	tolueen	P+ m xyleen	o-xyleen	Ethylbenzeen
Minimum	0	0	0	0	0
Gemiddelde	0,5	1,0	0,8	0,2	0,2
Maximum	10	56	47	14	14

Tabel 13. Minimum, maximum en gemiddelde uurgemiddelde BTEX-concentraties, locatie PTC, periode van 21 juni tot 19 september ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

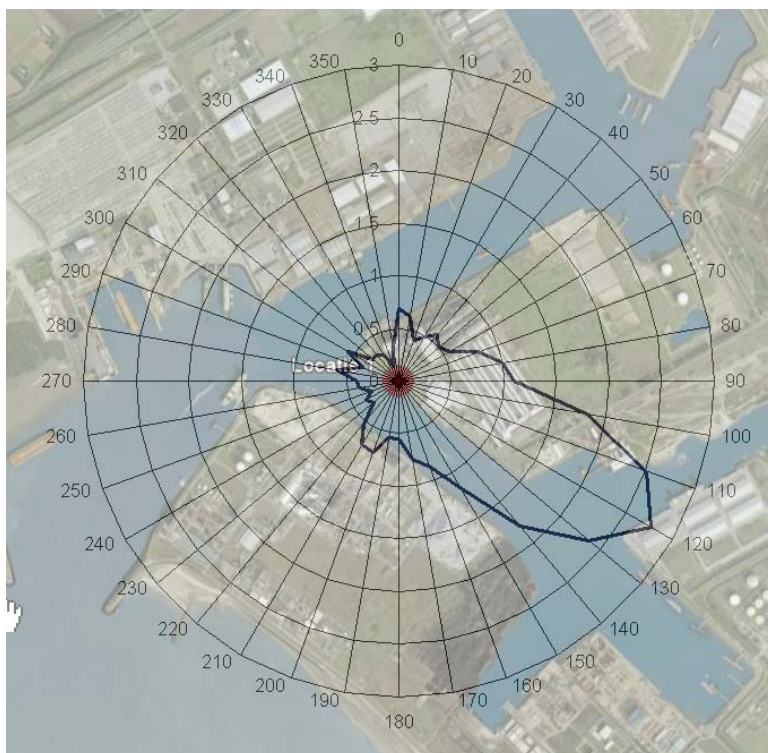
Locatie PTC	benzeen	tolueen	P+ m xyleen	o-xyleen	Ethylbenzeen
Minimum	0	0	0	0	0
Gemiddelde	0,2	0,4	0,2	0,04	0,04
Maximum	5	9	8	3	2

Tabel 14. Minimum, maximum en gemiddelde uurgemiddelde BTEX-concentraties, locatie ND, periode van 19 september tot 28 oktober ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Locatie ND	benzeen	tolueen	P+ m xyleen	o-xyleen	Ethylbenzeen
Minimum	0	0	0	0	0
Gemiddelde	0,3	0,8	0,3	0,05	0,07
Maximum	22	6	3	1	2

4.5.2 Windrichting en herkomst

In Figuur 15 is de gemiddelde benzeenconcentratie per 10° windrichtingsector weergegeven voor de locatie ZALCO. Zoals is te zien komen de hoogste gemiddelde concentraties uit de richting 100° – 140° (oostelijke richting, wind afkomstig van richting Zeeland Refinery). De andere twee locaties laten wat windrichting en invloed op de concentraties betreft een beeld zien dat consistent is met locatie ZALCO. Het algemene beeld met betrekking tot BTEX is dat de hoogste meetwaarden worden gemeten bij windrichtingen die niet van Thermphos komen. Zoals uit Tabel 12, Tabel 13 en Tabel 14 is op te maken zijn de gemiddelde aangetroffen concentraties op alle drie de locaties lager dan 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.



Figuur 15. Windroos met gemiddelde uurgemiddelde benzeenconcentratie op locatie ZALCO in de periode 28 september tot 3 november 2011 in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

4.5.3 Koolbuizen (aanvullende VOC)

Naast de BTEX-analyses is 24-uurs luchtbemonstering gedaan met koolbuizen op de vaste meetlocaties. Het voordeel van deze methode is dat naar andere specifieke Vluchtige Organische Componenten (VOC) kan worden gekeken. Het nadeel is dat de analyseresultaten daggemiddelde waarden betreffen en de piekmomenten dus niet meer zichtbaar zijn. Naar aanleiding van de BTEX-resultaten is een beperkte selectie van de bemonsterde koolbuizen ter analyse aan TNO aangeboden (er zijn een aantal dagen geselecteerd en op die dagen zijn koolbuizen van beiden meetlocaties geanalyseerd; dus ZALCO en PTC of ZALCO en ND). Voor de selectie en alle analyseresultaten boven de bepalingsgrens wordt verwezen naar Bijlage 7. Er was één monsterdag die er wat betreft de analyseresultaten uitsprong, namelijk 12 september. De resultaten van VOC boven de bepalingsgrens staan in Tabel 15. De daggemiddelde concentratie benzeen van $71 \mu\text{g}/\text{m}^3$ is opvallende hoog, zeker gezien de uurgemiddelde concentratie van $0,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ die tussen 21 juni en 19 september bij het PTC met de BTEX-monitor is gemeten. Er zijn alleen resultaten voor locatie PTC omdat op dezelfde monsterdag de resultaten voor locatie ZALCO geen VOC boven de bepalingsgrens toonden. De herkomst van de verhoging van VOC moet dus worden gezocht ergens tussen ZALCO en PTC in de windrange tussen 190° op 240° (dat is de variatie in wind op 12 september).

Tabel 15 Daggemiddelde VOC-concentraties op koolbuizen 12 september PTC

Datum	Bepalings-	12-sep
Locatie	grens	PTC
Eenheid	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Aromaten		
Benzeen	0,5	71
Tolueen	0,5	12
Ethylbenzeen	0,5	0,8
p,m-xyleen	0,5	2,2
o-xyleen	0,5	0,6
1,2,4-trimethylbenzeen	0,5	0,6
Alkanen		
n-hexaan	0,5	63
n-heptaan	0,5	1,0
2-methylhexaan	0,5	3,2
3-methylhexaan	0,5	3,2
methylcyclopentaan	0,5	1,9
chloorkoolwaterstoffen		
1,2-dichloorethaan	1,1	1,4

Vrijwel alle stoffen die boven de bepalingsgrens werden aangetroffen, werden in lage concentraties aangetroffen (2 à 3 maal de bepalingsgrens, behalve dus op 12 september bij het PTC).

4.6 Dioxinen

Er is stof (totaal stof, TSP) verzameld met 'klein-filter-gerate' (KFG) op filters en puffs gedurende periodes van ongeveer veertien dagen per monster. Door te bemonsteren met filters en puffs, kan onderscheid worden gemaakt tussen stofgebonden dioxinen en meer vluchtige dioxinen, maar voor de presentatie in dit hoofdstuk worden deze als één waarde gepresenteerd. In Bijlage 8 zijn de deelresultaten wel opgenomen. De monsters zijn geanalyseerd op zeventien verschillende dioxinen. Die verschillende dioxinen worden met behulp van omrekenfactoren uitgedrukt in het equivalent van de meest schadelijke dioxine 2,3,7,8-Tetrachlorodibenzo-p-dioxine (TEQ = TCDD Equivalent).

In Tabel 16 en Tabel 17 zijn de resultaten op hoofdlijnen weergegeven. In Bijlage 8 zijn alle resultaten weergegeven. In de resultaten in dit hoofdstuk wordt gebruik gemaakt van de 'Upper Bound (UB)' waarden; dit begrip wordt toegelicht in Bijlage 8. Dat betekent dat wordt uitgegaan van een 'worst case benadering'.

Tabel 16. Concentratie dioxinen (UB) periode 21 juni – 19 september locaties ZALCO en PTC (in fg TEQ/m³)

Dioxinen	Locatie ZALCO	Locatie PTC
fg TEQ/m ³	UB	UB
Minimum	12	20
Gemiddelde	46	31
Maximum	83	50

Tabel 17. Concentratie dioxinen (UB) periode 19 september – 28 oktober locaties ZALCO en ND(in fg TEQ/m³)

Dioxinen	Locatie ZALCO	Locatie ND
fg TEQ/m ³	UB	UB
Minimum	49	25
Gemiddelde	53	26
Maximum	60	28

Aangezien de monsters per veertien dagen worden verzameld, is het niet nuttig de resultaten te relateren aan de windrichting voor het herleiden naar bronnen zoals bij andere stoffen is gedaan.

4.7

Ammoniak

Ammoniak is gemeten met behulp van zogenaamde passieve samplers (ammoniak wordt middels diffusie in het dragermateriaal opgenomen). Op de meetpunten werd steeds een set van drie samplers opgehangen gedurende twee à drie weken; de resultaten van de drie samplers werden gemiddeld. Vanaf 1 september zijn ook samplers opgehangen bij het meetpunt van het LML in Nieuwdorp (NB: op dit station wordt geen ammoniak gemeten, in het kader van het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit = LML). De periodes van de verschillende meetlocaties lopen niet helemaal synchroon. Voor de individuele resultaten maakt dat verder niet uit; het maakt het vergelijken wel lastiger. De resultaten worden weergegeven in Tabel 18.

Tabel 18. Gemiddelde NH₃-concentraties (uit drie metingen) op de verschillende meetlocaties en LML Nieuwdorp voor verschillende periodes (µg/m³)

NB: de perioden dat de samplers gehangen hebben verschilt behoorlijk; dat heeft pragmatische redenen.

			Locatie ZALCO	Locatie PTC	locatie ND	LML station Nieuwdorp*
Startdatum	Einddatum	dagen	Gemiddelde uit drie samplers	Gemiddelde uit drie samplers	Gemiddelde uit drie samplers	Gemiddelde uit drie samplers
11-7-2011	25-7-2011	14	21	9,8		
25-7-2011	17-8-2011	23	12	7,3		
17-8-2011	1-9-2011	14	16	13		
1-9-2011	15-9-2011	14	24	11		14
8-9-2011	27-9-2011	19	19			
8-9-2011	19-9-2011	11		15		
15-9-2011	19-9-2011	4		19		
15-9-2011	13-10-2011	28	18			
15-9-2011	27-9-2011	12				9,5
19-9-2011	27-9-2011	8			13	
19-9-2011	13-10-2011	24			8,6	
27-9-2011	13-10-2011	16	22		18	8,3
13-10-2011	3-11-2011	20	12		14	7,8

** NB: bij dit LML station vindt in het kader van het LML geen NH₃-meting plaats*

Door de diversiteit aan meetperiodes is het lastig de locaties onderling te vergelijken, maar gemiddeld genomen liggen de meetwaarden op locatie ZALCO iets hoger dan op beide andere locaties. Hierbij dient te worden opgemerkt dat de meetmethode niet dezelfde is die op de LML stations waar ammoniak wordt gemeten gebruikt wordt. Het is bekend dat de methode met passieve samplers o.a. temperatuur en concentratie afhankelijk is en dus kan afwijken van de LML methode. Daarom dient rekening te worden gehouden met een bepaalde onzekerheid als het gaat om de resultaten uit Tabel 18. Er kan wel gesteld worden dat voor de locaties ZALCO, PTC en ND uit het onderzoek blijkt dat concentraties tussen 10 en 20 µg/m³ worden aangetroffen. Deze waarden zijn hoger dan de waarden voor onbelast gebied. De waarden zijn door de langere bemonsteringsduur niet aan een windrichting te koppelen.

5 Additionele metingen

5.1 Additionele metingen RIVM

5.1.1 Werkwijze

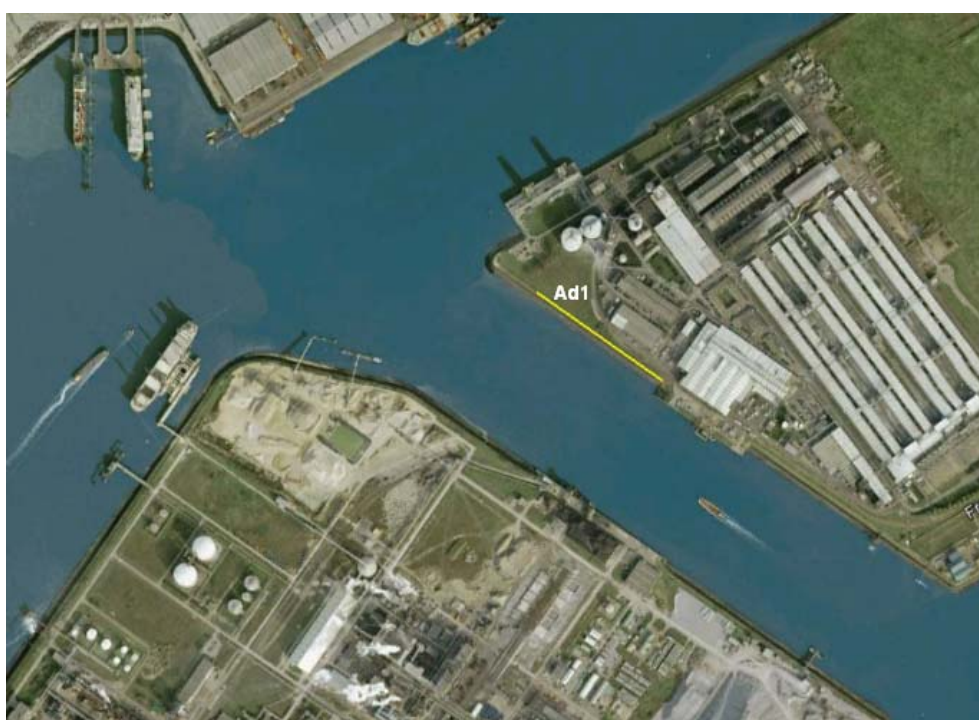
Gedurende de meetcampagne zijn op een aantal dagen additionele bemonsteringen gedaan die gericht waren op de zichtbare, en op ademniveau aanwezige, 'pluim' van het bedrijf Thermphos. Deze situatie doet zich volgens betrokkenen geregeld voor. Daarnaast waren de additionele metingen er op gericht een aantal andere stoffen te meten dan bij de vaste opstelling werden bepaald (het continue meten van deze stoffen op de vaste meetopstellingen was technisch niet uitvoerbaar). Idealiter zouden naast deze additionele metingen alle metingen uit het continue-pakket worden uitgevoerd op dezelfde locatie. In praktische zin was het niet mogelijk de vaste opstellingen te verplaatsen om ook parameters van de continue metingen 'in de pluim' mee te nemen. Oplossing werd gevonden in het bij gelegenheid bemonsteren van 'een pluim' nabij een vaste meetopstelling. Dit (en de overheersende zuidwesten wind gedurende de meetcampagne) is de reden dat er relatief veel additionele metingen op de dijk aan het water bij het bedrijf ZALCO zijn genomen. De locaties worden weergegeven in Figuur 16. Een beschrijving van de locaties en afstanden in Tabel 19. De afstanden van de locaties tot Thermphos worden als \pm aangegeven, omdat er op de locaties vaak verschillende monsters werden genomen binnen een range van enkele honderden meters. Ter illustratie wordt op Ad1 'ingezoomd' in Figuur 17. De monsternamen zijn op deze locatie gedaan over de breedte van de gele lijn.



Figuur 16. Additionele monsternamelocaties van bemonsteringen door het RIVM met als doel de 'neerslaande pluim' van Thermphos te bemonsteren

Tabel 19. Additionele monsterlocaties: afstanden en beschrijving

Locatie	Afstand tot Thermphos	Beschrijving
Ad1	± 700 m	Locaties aan de waterkant bij ZALCO
Ad2	± 450 m	Locaties op een grasveldje gelegen aan de achterduinweg ten zuid-oosten van Thermphos
Ad3	± 850 m	locaties aan de zuidwestelijke kant van Thermphos (bij parkeerplaatsje / grasveldje europaweg zuid)
Ad4	± 1600 m	Aan het hoofd van de strekdam bij Fort Rammekens
Ad5	± 3500 m	Locaties aan de dijk nabij het parkeerplaatsje aan de Zeedijkweg en bij het strandje van Ritthem



Figuur 17. Ter illustratie Ad1 'ingezoomd'

Op deze locatie werden additionele metingen gedaan aan de waterkant over een breedte van ongeveer 300 meter (de gele lijn).

Op alle 'additionele locaties' werd een opstelling gecreëerd (bij voorkeur boven het maaiveld; meestal werd een statief gebruikt) van een canister met 4-uurs bemonstering voor VOC en fosfine en pompjes met speciaal geprepareerde cassettes voor fosforzuur, fosforpentoxiden en aldehyden (zie Figuur 18). Daarbij dient te worden opgemerkt dat de bemonsteringstijd soms aanmerkelijk korter was dan vier uur, door de volgende twee redenen.

- Er zijn pompjes geweest die voortijdig vanzelf gestopt zijn met bemonsteren door technisch falen.
- Er zijn pompjes voortijdig door de monsternemers gestopt omdat de windrichting veranderde waardoor het doel (de pluim van Thermphos 'vangen') dreigde te mislukken. Daar moet bij worden opgemerkt dat wanneer langdurig 'schone lucht wordt bemonsterd' er een verdunning plaatsvindt.

Daarnaast werden canisters momentaan (direct) gevuld bij geurwaarnemingen en werd met een 'kwikmonitor' gemeten.

De monsternamen was er op gericht zo goed mogelijk lucht te bemonsteren benedenwinds Thermphos; 'in de pluim die zich vanaf het terrein verspreidde'. Daarbij zijn vaak meerdere locaties, in een bepaalde windhoek, binnen enkele honderden meters van elkaar gekozen. Zo is er een dag geweest waarop voornamelijk bij Ad1 bemonsterd is, een dag waarbij met name bij Ad2 en Ad3 bemonsterd is en een dag waarbij met name bij Ad3, Ad4 en Ad5 bemonsterd is. Daarbij dient te worden opgemerkt dat de wind tijdens dit soort dagen geregeld draaide en dat de pluim zich soms 'wispelturig' gedroeg. Daarom worden de verschillende dagen waarop additionele metingen plaatsvonden uitgebreid omschreven.



*Figuur 18. Foto van een additionele bemonstering (locatie Ad2)
Op de foto zijn een canister te zien en twee luchtpompjes, waarbij de ene is uitgerust met een aldehydecartidge en de andere met een buisje voor fosforzuurbemonstering.*

5.1.2 Uitvoering van de additionele metingen RIVM

Voorafgaande aan de meetcampagne was de bedoeling om op vijf dagen additionele metingen te verrichten. In de praktijk zijn de 'ideale omstandigheden' voor het verrichten van de metingen niet voorgekomen. De 'ideale situatie' zou omschreven kunnen worden als de situatie: waarbij de wind gedurende tenminste vier aaneensluitende uren onveranderlijk vanaf het bedrijf Thermphos komt en er een 'neerslaande pluim' is die zowel zichtbaar als geurwaarneembaar is en reikt tot aan de monsternamelocaties. Er zijn wel dagen geweest waarbij de omstandigheden 'gunstig' waren; waarbij er de mogelijkheid was 'de pluim' te bemonsteren. Dit was echter iedere keer slechts voor korte duur; doorgaans in de orde van minuten met een enkele keer tot maximaal een uur.

Er is op zeven dagen geprobeerd om additionele metingen uit te voeren, waarvan vier dagen als redelijk succesvol zijn te bestempelen ('wel pluim, maar korte duur'). De dagen worden in Tabel 20 beschreven.

Tabel 20. Additionele meetdagen en omschrijving van het verloop van de meetdag. NB: de vetgedrukte dagen worden als geslaagde monsternamedag beschouwd.

Datum	Windrichting	Toelichting meetdag
11 juli	Variabel 210° tot 350°	Bij de start van de metingen was de windrichting 210°. Daarmee komt de wind van Thermphos precies over de meetaanhanger van Locatie ZALCO. De metingen zijn bij de aanhanger gestart (Ad1). Omdat de wind iets leek te draaien is er ook een meting gestart bij het havenhoofd van ZALCO (ook Ad1 maar 150 meter meer naar het zuidoosten). Het tweede en derde meetpunt zijn uitgezet aan de oostkant van het hek van Thermphos (Ad2). Daarnaast is een meetpunt uitgezet bovenwinds (Ad3). Aan het eind van de metingen was de wind 350°. Hierdoor is het vrijwel onmogelijk vast te stellen hoelang de specifiek monsternamepunten onder een pluim hebben gelegen.
25 juli	±210°	Bij de start van de metingen was de windrichting 210°. Daarmee komt de wind van Thermphos precies over de meetaanhanger van Locatie ZALCO. De metingen zijn bij de aanhanger gestart (Ad1). Tijdens de start van de metingen was zichtbaar dat de pluim soms uit oostelijker en soms iets westelijker over het water dreef. De meetpunten zijn daarom verspreid over de kade van ZALCO uitgezet (Ad1).
3 augustus	±270°	Een meting uitgevoerd aan de oostzijde van het terrein van Thermphos (Ad2). Een momentane bemonstering van een canister op moment van geurwaarneming. De rest van de meetperiode is de wind niet over het meetpunt gekomen.
8 september	±240°	Een meting is gestart (Ad1) met een windrichting richting ZALCO 240°, maar na een uur afgebroken. De pluim was niet meer zichtbaar en werd niet meer geroken.
27 september	±210°	Op deze dag is één meting uitgevoerd (Ad1). De geur was op locatie ZALCO duidelijk waarneembaar. Na een half uur is de meting gestopt omdat er geen pluim meer zichtbaar was.
5 oktober	±240°	Op de meetdag zijn er extra metingen verricht bij de locatie ZALCO (Ad1), oostelijk van het Thermphos terrein (Ad2) en op locatie 3 ND. De wind was 240° en vrij sterk (5 m/s). Er is alleen bij ZALCO geur waargenomen.
13 oktober	60-90°	Op deze meetdag is de wind stabiel uit de richting 60-90°. De meetpunten zijn daarom in een lijn in de richting Ritthem uitgezet (Ad3, Ad4, Ad5). Tijdens de meting bleef de pluim regelmatig zichtbaar en ruikbaar. Er zijn geen aldehydebemonsteringen meer gedaan.

5.2 Additionele monsternamen door Provincie Zeeland en omwonenden

Naast de additionele monsternamen die door het RIVM zijn verricht, zijn canisters voor momentane bemonstering achtergelaten bij piketmedewerkers van de Provincie Zeeland, politieagenten werkzaam op het Politietrainingen Centrum (locatie PTC) en de bewoners aan de Coudorp, te Nieuwdorp (locatie ND). Aan bovenstaande partijen werd gevraagd te bemonsteren bij geurklachten. De provincie heeft uiteindelijk tweemaal bemonsterd (individuele momentane monsternamen met canister) en de bewoners aan Coudorp driemaal. Van de locatie PTC zijn geen monsters ontvangen. Zie Figuur 19.



Figuur 19. Monsternamelocaties van monsters genomen door Provincie Zeeland en bewoners aan de Coudorp te Nieuwdorp, met canisters, voor momentane bemonstering, van RIVM (en geanalyseerd door RIVM)

P1 is nabij de stortplaats OLAZ op de Frankrijkweg, P2 is het uiterste zuidwestelijke punt van de Frankrijkweg; N3-3x zijn drie canisters, voor momentane bemonstering, bemonsterd door bewoners aan de Coudorp te Nieuwdorp naast de vaste meetopstelling (ND) van het RIVM.

5.3 Resultaten

5.3.1 *Vluchtige Organische Componenten (VOC) en fosfine*

Voor de bepaling van VOC en fosfine zijn bemonsteringen gedaan met behulp van een canister. Bij de additionele metingen werden altijd canisters geplaatst met daarop gemonteerd een restrictor die er voor zorgt dat de canister zich in de loop van vier uur vult met lucht. Deze monsters geven dus een tijdgemiddeld beeld van vier uur. Daarnaast zijn bij geurwaarnemingen canisters in enkele seconden gevuld met lucht; deze metingen noemen we momentane metingen. Er werden monsters genomen op de geslaagde monsternamedagen (zie Tabel 20) en in enkele gevallen werd nog een extra monster genomen op stankmomenten. Er is enkele malen additioneel bemonsterd nabij de meetopstelling ZALCO (Ad1). De resultaten van de vaste meetopstellingen, ten tijde van de additionele bemonsteringen, laten geen uitzonderlijke waarden zien. Dit komt overeen met de waarnemingen (zie Tabel 20) dat 'de pluim' vanaf Thermphos slechts bij vlagen de monsternamelocatie bereikte, respectievelijk werd geroken.

Veruit de meeste canisters (in totaal 28) die gedurende de meetcampagne Thermphos gevuld zijn, bevatten geen VOC of fosfine boven de bepalingsgrens. In Tabel 21 staan de analyseresultaten voor de canisters waarin wel VOC boven de bepalingsgrens werd aangetroffen (voor een overzicht van alle VOC waarop is geanalyseerd wordt verwezen naar Bijlage 9). Uit Tabel 21 blijkt dat op drie dagen VOC in RIVM monsters zijn aangetroffen. In geen van de monsters is fosfine aangetoond.

*Tabel 21. VOC en fosfine (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$) aangetroffen tijdens additionele meetdagen
(in de overige canisters zijn geen waarden gevonden boven de bepalingsgrens)*

Beschrijving monster	CA A02 11 juli	CA B01 25 juli	CA B02 25 juli	CA B03 25 juli	CA B09 25 juli	CA B10 25 juli	CAC03X 8 sept
Op de kaart	Ad1	Ad1	Ad1	Ad1	Ad1	Ad1	Ad1
Eenheid	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Bepalingsgrens	10	10	10	10	10	10	10
Monsternametijd	±4-uurs	±4-uurs	±4-uurs	±4-uurs	mom.	mom.	mom.
Fosfine *	<	<	<	<	<	<	<
Dichlorodifluoromethane (CFC12)	<	<	<	<	11	19	<
1,3-Butadiene *	<	<	<	<	<	<	<
Trichloromono-fluoromethane (CFC11)	<	<	<	<	21	45	<
3-Chloropropene *	<	<	<	<	11	14	<
Benzene	<	<	<	<	14	15	<
Toluene	<	<	<	12	56	29	<
m/p-Xylene	<	<	<	<	28	13	<
Ethylbenzene	<	<	<	<	16	<	<
o-Xylene	<	<	<	<	11	<	<
1,2,4-Trichlorobenzene	11	13	14	38	<	12	15
1,3,5-Trimethylbenzene	<	12	<	<	<	<	<
1,1,2,3,4,4-Hexachloro-1,3-butadiene (HCBd)	<	<	<	10	<	<	<

**Indicatief, methode is niet gevalideerd
< betekent kleiner dan de vermelde bepalingsgrens*

Tijdens de meetcampagne zijn op twee momenten bemonsteringen gedaan door medewerkers van de provincie Zeeland en op drie momenten door bewoners nabij de meetopstelling locatie ND. De monsters werden genomen met behulp van, door het RIVM verstrekte, canisters voor momentane bemonstering. Van deze genomen monsters was er één waarin componenten boven de bepalingsgrens zijn aangetroffen, de overige vier monsters bevatten geen componenten boven de bepalingsgrens. Deze resultaten zijn in Tabel 22 opgenomen.

Tabel 22. VOC- en fosfine-concentraties gemeten boven de bepalingsgrens in canister momentaan bemonsterd door bewoners tijdens klachtenmoment op 9 oktober 2011, 19.35 uur, locatie ND

Beschrijving	Coudorp 111009 Monster genomen door bewoners, op locatie ND 9 oktober 2011
Op de kaart	ND-3x
Eenheid	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Bepalingsgrens	$10 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Monsternametijd	momentaan
Dichlorodifluoromethane (CFC12)	11
Trichloromono-fluoromethane (CFC11)	23
Toluene	18
Overige stoffen	Beneden de bepalingsgrens van $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$

5.3.2 Aldehyden

De bemonsteringen voor aldehyden-analyse werd gedaan met behulp van luchtpompjes en speciale aldehyden cartridges gedurende drie dagen (A, B en C) op diverse locaties. Formaldehyde, acetaldehyde en aceton werden aangetroffen in concentraties boven de bepalingsgrens. De hoogste waarden werden gevonden op de locatie Ad1: langs de waterkant bij ZALCO (zie Tabel 23). De andere aldehyden zijn in geen van de samplers aangetroffen.

Tabel 23. Concentraties aldehyden ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) op locaties Ad1-Ad5, diverse meetdagen

beschrijving	Bepaling s-grens $\mu\text{g}/\text{m}^3$	AL A01	AL A02	AL A03	AL A04	AL A05	AL B01	AL B02	AL B03	AL C03	AL C04	AL C05
Op kaart		Ad1	Ad1	Ad2	Ad2	Ad3	Ad1	Ad1	Ad1	Ad3	Ad4	Ad5
Windrichting		± 210	± 210	± 210	± 210	± 210	± 210	± 210	± 210	± 210	± 210	± 210
Datum		11-7- 2011	11-7- 2011	11-7- 2011	11-7- 2011	11-7- 2011	25-7- 2011	25-7- 2011	25-7- 2011	5-10- 2011	5-10- 2011	5-10- 2011
Starttijd		11.10	11.25	12.45	13.00	13.15	12.23	12.48	12.45	11.25	12:50	13:15
Eindtijd		15.35	15.40	17.05	17.05	17.30	16.01	16.10	16.05	15.30	16:20	16:40
Formaldehyde	0,02	0,1	0,12	0,12	0,11	0,14	0,46	0,50	1,12	0,1	0,12	0,13
Acetaldehyde*	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,05	0,19	0,29	0,45	0,04	0,07	0,07
Aceton*	0,2	<	<	<	<	<	0,39	1,2	0,85	<	<	<
Propionaldehyde*	0,2	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Acroleïne*	0,2	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Butyraldehyde *	0,2	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<

*Indicatief, methode is niet gevalideerd
< betekent kleiner dan de bepalingsgrenzen

5.3.3 Fosforpentoxide en fosforzuur

Fosforpentoxide (P_2O_5) en fosforzuur (H_3PO_4) zijn bemonsterd op speciaal daarvoor bestemde filtercassettes en filterbuizen. Er is op vier dagen (11 juli, 25 juli, 5 oktober en 13 oktober) op verschillende plekken bemonsterd. De omstandigheden op die dagen staan vermeld in Tabel 20. De dagen hadden gemeen dat er op bepaalde (vaak kortdurende) momenten geur werd waargenomen en een 'pluim' zichtbaar was. De eerste dag heeft bij analyse geen P_2O_5 en H_3PO_4 boven de bepalingsgrenzen opgeleverd. De overige dagen hebben wel P_2O_5 en H_3PO_4 boven de bepalingsgrenzen opgeleverd en zijn opgenomen in Tabel 24. NB: als de pluim 'in vlagen' voorbijkomt en de bemonsteringmethode gedurende langere tijd (tot vier uur) plaatsvindt kan dus verdunning van de pluim met 'schone lucht' optreden.

Tabel 24. Resultaten fosforpentoxide en fosforzuur de bepalingsgrenzen verschillen door de verschillende bemonsterde volumes

Bij korte bemonsteringsduur(=weinig volume) wordt de bepalingsgrens hoger dan bij langere bemonsteringsduur (bepalingsgrens wordt aangegeven met <, gevolgd door de bepalingsgrens).

	Locatie	Windrichting (graden)	P₂O₅ (µg/m³)	H₃PO₄ (µg/m³)
25 juli, 12:23-16:01	B1, Locatie 1 ZALCO, Ad1	±210	9	12
25 juli, 12:48-16:10	B2, Kade ZALCO, Ad1	±210	3	< 8
25 juli, 12:45-16:05	B3, Kade ZALCO, Ad1	±210	5	< 10
5 oktober, 13:15-16:40	C5, Locatie 3 ND	±240	3	< 8
13 oktober, 10:50-14:15	Ad3, Europaweg	60-90	17	15
13 oktober, 11:30-14:55	Ad4, Pier Ritthem	60-90	5	< 10
13 oktober, 12:05-15:25	Ad5, Dijk Ritthem	60-90	18	< 24

5.3.4 Kwik(damp)-metingen

Op enkele dagen zijn metingen gedaan naar Hg-damp, met behulp van de Lumux RA 915 mercury Analyser. Dit instrument is in staat om vanaf 10 ng/m³ kwik in de lucht vast te stellen. Op enkele meetdagen (11 en 25 juli op locaties Ad1 en Ad2, 3 augustus op locatie Ad1 en 1 september op locatie ND) is dit apparaat 'meegenomen bij de monsternamen'. Alleen op 25 juli werden meetwaarden aangetroffen boven de detectielimiet van 10 ng/m³ (namelijk rond 13.00 uur met een windrichting van 200°). Er werden op die dag waarden tot 23 ng/m³ gemeten nabij de aanhanger op meetlocatie ZALCO (ad1). Later die dag werden er geen concentraties meer boven de 10 ng/m³ aangetroffen (noch bij ZALCO, noch bij PTC).

6 Klachten tijdens de meetcampagne en mogelijke relatie parameters

6.1 Klachtenregistratie

De provincie Zeeland houdt een overzicht bij van gemelde klachten. Het betreft alle klachten, waaronder geurhinder. De provincie registreert voor elke melding op welke locatie de klacht plaatsvindt, de melder en de datum. Zoals uit Tabel 25 valt op te maken, zijn het aantal gemelde klachten in de periode van vijf maanden waarbinnen de metingen van het RIVM zijn uitgevoerd, vergelijkbaar met het aantal gemelde geurklachten in de daaraan voorafgaande vijf maanden.

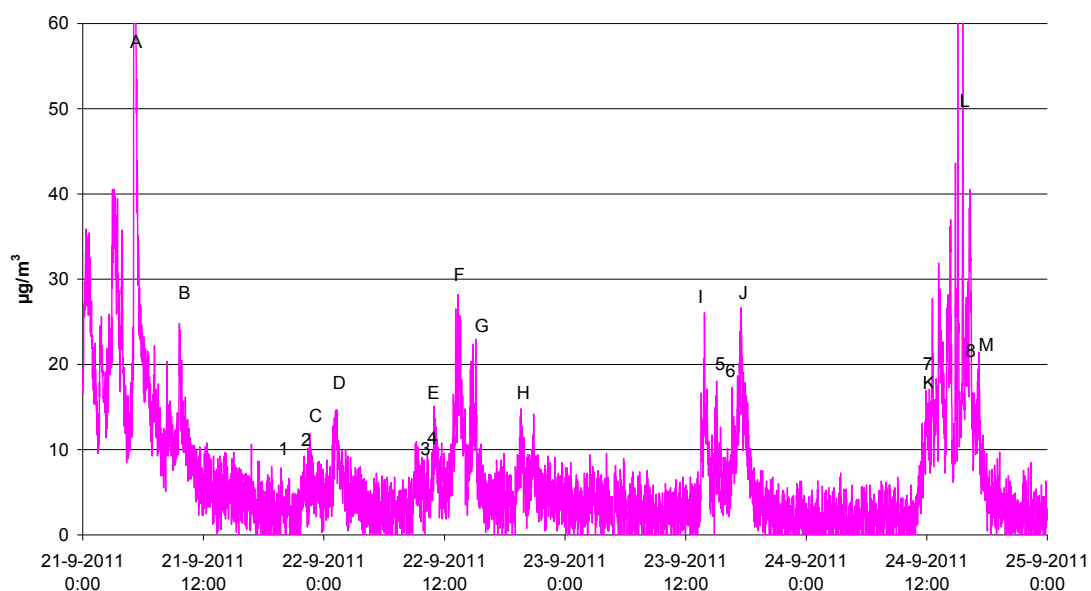
Tabel 25. Aan provincie gemelde geurklachten in eerste vijf maanden van 2011 en de daaropvolgende vijf maanden waarbinnen de meetperiode van het RIVM valt (eind juni tot en met eind oktober 2011)

2011 (geen metingen)	januari	februari	maart	april	mei
Aantal gemelde geurklachten	18	25	25	10	32
2011 (meetperiode)	juni	juli	augustus	september	oktober
Aantal gemelde geurklachten	20	4	16	24	31

6.2 Koppeling van klachten aan metingen

Naast de officiële klachten van de provincie bestaan er waarnemingenverslagen van de piketambtenaren van de provincie en hebben bewoners aan de Coudorp in Nieuwdorp op eigen initiatief de momenten opgeschreven dat zij geuroverlast hebben ervaren. Deze klachten zijn goed met meetgegevens ND te vergelijken omdat ze zeer nabij de meetopstelling ND plaatsvonden. Andere klachten bleken niet tijdspecifiek genoeg of vonden niet in de buurt van een meetopstelling plaats en waren daarom niet te koppelen aan meetdata.

Indien geurklachten veroorzaakt worden door de componenten die door het RIVM worden gemeten, dan is de verwachting dat dit in de resultaten is terug te vinden. Ook zou het kunnen zijn dat niet direct de gemeten stoffen zelf de oorzaak zijn, maar dat de gemeten stoffen een indicatie zijn voor een overtrekkende pluim. Omdat van stoffen zoals NO₂ en SO₂ elke minuut de concentratie is bepaald, worden hiervan bijna 1500 meetwaarden per dag gegenereerd. De meetwaarden zijn opgezocht op het moment dat er klachten waren, indien een precies tijdstip van de klacht bekend was. Daarbij was er één periode van vier achtereenvolgende dagen waarop specifieke momenten van overlast werden aangegeven nabij de meetopstelling in Nieuwdorp (ND), namelijk de periode van 21 tot en met 24 september 2011. De meetwaarden en klachtenmomenten in die periode zijn in detail bekeken. Voor SO₂ lijken daartussen verbanden zichtbaar. Zie Figuur 20.



Figuur 20. 1-minuut SO₂-concentraties en tijdspecifieke klachten meetlocatie ND, in de periode van 21 tot en met 24 september 2011

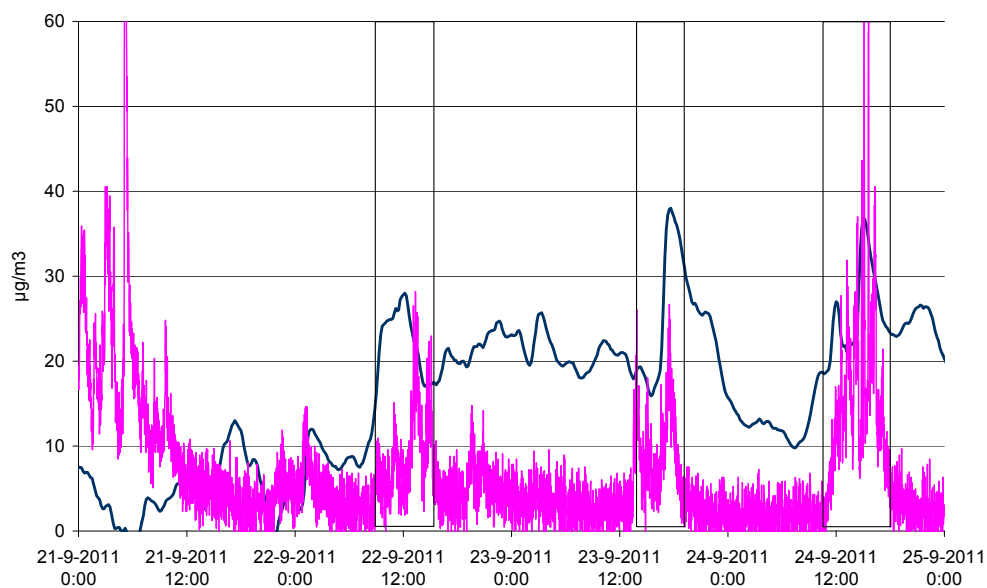
In Figuur 20 is een aantal pieken of begin en einde van piekperiode aangeduid met een letter A-M. In Tabel 26 zijn de piekmomenten in SO₂ metingen op locatie ND en door bewoners aan de Coudorp (meetlocatie ND) geregistreerde klachtmomenten in de periode 21-24 september 2011 weergegeven. In de periode 1 tot en met 5 oktober zijn op vijf opeenvolgende dagen tijdspecifieke klachten bekend nabij meetopstelling ND. Het beeld is consistent met dat voor periode 21 – 24 september (klachten op momenten van toename SO₂-concentratie).

Tabel 26. Een aantal 'piekmomenten' in SO₂-metingen, zie Figuur 16, en klachten met specifiek tijdstip nabij de meetopstelling locatie ND in de periode 21-24 september 2011. Windrichting is van uur dat dichtst bij tijdstip ligt (dus voor tijd 09.40 wordt de KNMI windrichting van 10.00 uur gebruikt)

Datum	'Piek' SO ₂	Tijdstip	Wind°		Datum	Klacht Coudorp Loc ND	Tijdstip	Wind°	Gemeld aan provincie
21-9-11	A	05:08	190		21-9-11	1	21.15	230	Ja
	B	09:40	210			2	22.45	230	
	C	22:41	230						
22-9-11	D	01:20	230		22-9-11	3	10.15	230	
	E	11:05	270			4	10.40	270	Ja
	F	13:36	260						
	G	15:07	270						
	H	19:38	250						
23-9-11	I	13:53	280		23-9-11	5	15.30 tot	260, 290	Nee
	J	17:23	260			6	17.30	270	
24-9-11	K	12:30	220		24-9-11	7	12.45 tot	220, 260, 290, 200	Ja
	L	15:06	290			8	17.00	190	
	M	17:12	190						

Zoals in Figuur 20 te zien is, vinden er binnen de afgebeelde periode van vier dagen geregeld 'piekmomenten' in SO₂-concentratie plaats. Dat gebeurt zowel 's nachts (A en D) als overdag. Klachten lijken overeen te komen met 'de aanloop naar' en 'op piekmomenten' C en E en in periode van piekwaarden tussen I-J en K-M. De gemeten concentraties SO₂ tijdens klachtenmomenten variëren globaal tussen 10 en 20 µg/m³. Overigens wil bovenstaande verhaal niet zeggen dat de klachten ook door SO₂ worden veroorzaakt. Het is echter blijkbaar wel een te meten component die vaak 'hand in hand' gaat met overlast. Op locatie ND zijn geen niet-geoxideerde S-verbindingen gemeten, maar vanuit locatie ZALCO weten we dat deze naast SO₂ voorkomen.

Ook voor andere componenten die op dit detailniveau werden gemeten zoals NO₂ en PM₁₀ is gekeken of de klachten consistent zijn met het patroon. Voor NO₂ is geen overeenkomstig patroon te zien (dat de klachten samengaan met pieken in het concentratieverloop). Dat is consistent met het beeld dat NO₂ niet specifiek uit de windrichting komt, waarbij vaak geurklachten worden gemeld, maar dat er meerdere NO₂-bronnen in het Sloegebied zijn, waarbij de industrie maar ook het verkeer en de scheepvaart een rol spelen. Het concentratieverloop voor PM₁₀ en de klachten komt soms overeen, maar veel minder sprekend dan de relatie klachten en SO₂. Ter illustratie wordt in Figuur 21 naast, nogmaals, de SO₂-concentratie voor periode 21-24 september ook de PM₁₀-concentratie uitgezet.



*Figuur 21. Concentratieverloop (in minuten) voor SO_2 (roze grafiek) en PM_{10} (blauwe grafiek) op locatie ND in de periode van 21 tot en met 24 september
NB: zelfde plaatje als Figuur 20, maar nu inclusief fijn stof*

7 Vergelijking meetresultaten met achtergrondniveaus en met eerdere onderzoeken

In dit hoofdstuk wordt besproken hoe de meetresultaten zich verhouden (1) tot achtergrondniveaus gemeten in het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit (LML) van het RIVM, (2) eerder verrichte berekeningen en studies die door het RIVM in opdracht van de provincie Zeeland zijn verricht.

7.1 Vergelijking met achtergrondniveaus

In deze paragraaf wordt de invloed van de bedrijven van het industrieterrein Vlissingen-Oost op de lokale luchtkwaliteit in beeld gebracht. Ook worden de meetresultaten vergeleken met de luchtkwaliteit nabij andere industrieterreinen ten zuiden/zuidwesten. De gegevens hiervoor zijn opgenomen in Tabel 27. In paragraaf 3.3 is beschreven welke gegevens daarvoor gebruikt zijn.

Op het meetpunt ZALCO zijn de concentraties van de meeste gemeten stoffen verhoogd in vergelijking met de achtergrondconcentraties Zeeland en gemeten concentraties op LML stations met een industrieterrein ten zuid/zuidwesten. NB bij meetstation ZALCO is daadwerkelijk óp een industrieterrein gemeten, terwijl geen van de meetgegevens waarmee wordt vergeleken afkomstig is van op een industrieterrein (wel nabij). Op de meetlocaties PTC en ND zijn de gemeten concentraties vergelijkbaar met de meetresultaten van andere LML-stations met een industrieterrein ten zuid/zuidwesten. De gemeten waarden liggen hoger dan de achtergrondconcentraties Zeeland op basis van LML metingen.

Tabel 27. Achtergrondconcentraties en de gemeten gemiddelde concentraties voor diverse stoffen

	Achtergrondconcentraties Zeeland o.b.v. LML metingen zelfde periode	Jaargemiddelde concentraties in Sloegebied, o.b.v. GCN	Meetresultaten LML-stations met industrie ten zuiden/zuidwesten	Gemeten gemiddelden op de meetlocaties		
	Gemiddelde in onderzoeksperiode	Jaargemiddelde 2010	Gemiddelde in onderzoeksperiode	ZALCO	PTC	ND
Eenheid	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
PM ₁₀	19	24-31	24	45	20	27
NO ₂	14	20-25	30	25	38	27
SO ₂	1,1	5-25	5	19	4	9
NH ₃	2,7	n.b.	n.b.	18	13	13
H ₂ S ¹⁾	n.b.	n.b.	0,9	1,4	n.b.	n.b.
Benzeen	0,1	0,5-1	0,5	0,5	0,2	0,3
Tolueen	0,5	n.b.	1,6	1,0	0,4	0,8
Ethylbenzeen	0,04	n.b.	0,2	0,2	0,04	0,07
Xyleen	0,2	n.b.	0,8	1,0	0,2	0,4
Eenheid	ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³
Lood	5	n.b.	6	19	6	12
Cadmium	0,2	n.b.	0,2	4	1	1

1) Aannemende dat de vastgestelde concentratie niet-geoxideerde zwavelverbindingen op de meetlocatie ZALCO waterstofsulfide (H₂S) betreft

n.b. = niet bekend

7.2 Vergelijking met eerder onderzoek

7.2.1 *Verspreidingsberekeningen Mooij, 2011*

In 2011 heeft het RIVM verspreidingsberekeningen gedaan met de emissies van Thermphos als uitgangspunt (Mooij, 2011). Belangrijk doel van dit onderzoek was nagaan welke stoffen de klachten van omwonenden en werknemers zouden kunnen verklaren. De concentraties op leefniveau op het industrieterrein Vlissingen-Oost en in de woonomgeving werden berekend met een gangbaar verspreidingsmodel en verschillende emissiescenario's. In deze paragraaf worden de belangrijkste conclusies uit dat rapport vergeleken met de meetresultaten. Dit kan slechts op hoofdlijnen omdat de variabelen tussen de twee onderzoeken te verschillend zijn om de concentraties naast elkaar te leggen.

De verspreidingsberekeningen geven aan dat voor zwaveldioxide en fijn stof overschrijdingen van gezondheidkundige normen voor kortdurende blootstelling zijn te verwachten op het industrieterrein. Ook zijn daar stankklachten mogelijk als gevolg van H₂S.

Voor de woonomgeving (Nieuwdorp) worden volgens de verspreidingsberekeningen geen concentraties boven de gezondheidkundige normen voor kortdurende of langdurende blootstelling verwacht. In de woonomgeving zouden volgens de berekeningen geen geurdrempels worden overschreden. Daar is echter bij opgemerkt dat een laaghangende pluim of fluctuaties in emissies mogelijk wel kunnen leiden tot overschrijdingen van gezondheidkundige normen of geurdrempels.

De metingen bevestigen de bijdrage van Thermphos, als één van de bronnen, op het industrieterrein aan verhoogde concentraties zwaveldioxide en fijn stof in de lucht. De metingen laten zien dat Thermphos een bron is van niet-geoxideerde zwavelverbindingen (zoals H₂S en mercaptanen) die voor stankklachten kunnen zorgen. Op basis van de metingen werden geen andere bronnen gevonden op het industrieterrein voor deze zwavelverbindingen. In de woonomgeving (meetstation ND) werd de invloed van het industrieterrein voor zwaveldioxide en fijn stof gemeten. Het is daarbij niet mogelijk de precieze bijdrage van Thermphos aan de luchtconcentraties in Nieuwdorp te kwantificeren.

7.2.2 *Berekeningen dioxineconcentraties Mennen, 2010*

In het kader van discussies over de te vergunnen dioxine-emissies heeft het RIVM berekeningen uitgevoerd van de dioxineconcentraties in de woonomgeving (Mennen, 2010). In dit rapport zijn verschillende emissiescenario's toegepast. De metingen zijn in overeenstemming met de berekeningen. Ook hier geldt dat dit slechts op hoofdlijnen kan omdat de variabelen tussen de twee onderzoeken te verschillend zijn om de concentraties naast elkaar te leggen.

8 Evaluatie blootstelling en gezondheidsrisico's

8.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt eerst beschreven aan welke concentraties de omwonenden en de werknemers van het industriegebied Vlissingen-Oost hebben blootgestaan. Er wordt daarbij uitgegaan van de stoffen die het RIVM heeft gemeten in de periode van juni tot en met oktober 2011. Daarna worden de mogelijke gezondheidsrisico's besproken. Voor een uitleg over de principes van de risicobeoordeling, wordt verwezen naar Bijlage 10. Hieronder volgt nog een toelichting op enkele keuzes die zijn gemaakt ten aanzien van de beoordeling.

8.1.1 *Blootstellingsroutes*

Mensen kunnen via verschillende routes worden blootgesteld aan schadelijke stoffen: via inademing (inhalatoire blootstelling), via de mond (orale blootstelling) en via de huid (dermale blootstelling). Aangezien het hier gaat om de beoordeling van een luchtonderzoek, is gekeken naar de *inhalatoire blootstellingsroute*, dus de blootstelling door het inademen van gasvormige componenten of van stofdeeltjes in de lucht.

Om de inhalatoire blootstelling aan gasvormige en stofgebonden componenten te bepalen wordt gebruik gemaakt van de resultaten van de luchtmetingen. Daarbij wordt onderscheid gemaakt tussen (1) gemiddelde blootstelling over langere tijd en (2) kortdurende (piek)blootstelling gedurende een beperkte periode.

In dit onderzoek is per component als maat voor de inhalatoire *blootstelling over langere tijd* de gemiddelde concentratie op elk van de drie meetpunten genomen. Deze gemiddelde concentraties zijn vergeleken met normen die zijn afgeleid voor levenslange blootstelling. De resultaten bevinden zich in *Tabel 28*. Tevens wordt daar aangegeven of er al of niet sprake is van overschrijding van gezondheidkundige normen.

8.1.2 *Worst-case benadering*

Voor fijn stof is op twee verschillende manieren gemeten (zie paragraaf 4.1.1). De (hogere) meetwaarden van de Leckel (zie eerder) zijn gebruikt in dit hoofdstuk.

Een worst-case benadering ligt ook ten grondslag aan de aanname dat de bewoners de gehele meetperiode continu blootgesteld zijn geweest aan de gemeten concentraties (in feite toetsen we dat de omwonenden vier maanden lang, zeven dagen per week en 24 uur per dag, aanwezig waren op het betreffende meetpunt en daar continu de gemeten concentraties inademen).

8.1.3 *Normen en werkomgeving versus woonomgeving*

Een van de drie locaties ligt op het bedrijfsterrein van ZALCO. Dit punt is door zijn ligging ideaal om een beeld te krijgen van de stoffen die komen uit de richting van Thermphos. Het meetpunt bevindt zich echter midden op een bedrijfsterrein en daar zijn alleen werknemers aanwezig. Meetlocatie PTC (het Politietrainingscentrum) is feitelijk ook een terrein waar alleen werknemers komen maar deze meetlocatie ligt dichtbij openbare terreinen en de openbare weg.

Voor de werksituatie gelden andere normen dan voor de algemene bevolking. Belangrijke redenen daarvoor zijn: werknemers zijn (als groep) gezonder dan niet-werknemers, zij zijn korter blootgesteld, 5 x 8 uur per week, én werknemers werken gemiddeld niet langer dan 40 jaar. *Daar past wel een*

kanttekening bij. Niet duidelijk is hoe stoffen moeten worden getoetst die niet op het eigen maar op een ander bedrijf vrijkomen. Daarom is voorzichtigheidshalve getoetst aan normen voor de algemene bevolking.

De normen voor omwonenden zijn gebaseerd op 70 jaar (= levenslange blootstelling), gedurende 24 uur per dag. Zij gelden dus voor jong en oud en ook voor mogelijk gevoelige groepen als kinderen, ouderen en zieken.

Er zijn dus verschillen tussen normen voor de algemene bevolking en normen voor werknemers, de eerstgenoemde zijn in het algemeen lager. Toch worden in onderstaande tabellen alle resultaten getoetst aan normen voor de algemene bevolking. Indien deze niet overschreden worden, kan gesteld worden dat normen voor werkers ook niet zijn overschreden. Enkele stoffen worden er daarna uitgelicht omdat die bespreking behoeven of voor onrust hebben gezorgd.

Er zijn ruim dertig elementen / zware metalen geanalyseerd in de stoffilters. In onderstaande tabellen zijn alleen die metalen opgenomen die gezondheidkundig van belang kunnen zijn, zoals cadmium en lood.

8.2 Resultaten en toetsing aan de norm

Om het effect van *langdurige blootstelling* aan verhoogde concentraties te kunnen beoordelen wordt uitgegaan van de gemiddelde concentraties. In *Tabel 28* zijn naast elkaar gezet: de stoffen die zijn onderzocht, de meetlocaties waar de metingen zijn gedaan, de gemiddelde concentraties en de grenswaarden voor langdurige blootstelling. Ook is aangegeven of er sprake is van overschrijding van de grenswaarde.

Tabel 28. Overschrijding grenswaarden voor langdurige blootstelling

Stof	Locatie	Gemiddelde concentratie	Chronische grenswaarde	over-schrijding	opmerkingen
PM₁₀	ZALCO	45 µg/m ³	40 µg/m ³	Ja	zie tekst
	PTC	20 µg/m ³		geen	
	Nieuwd.	27 µg/m ³		geen	
Cadmium	ZALCO	4 ng/m ³	5 ng/m ³	geen	zie tekst
	PTC	1 ng/m ³		geen	
	Nieuwd.	1 ng/m ³		geen	
Lood	ZALCO	19 ng/m ³	500 ng/m ³	geen	
	PTC	6 ng/m ³		geen	
	Nieuwd.	12 ng/m ³		geen	
Chroom	ZALCO	12 ng/m ³	60.000 ng/m ³	geen	
	PTC	9 ng/m ³		geen	
	Nieuwd.	10 ng/m ³		geen	
Koper	ZALCO	7 ng/m ³	1.000 ng/m ³	geen	
	PTC	5 ng/m ³		geen	
	Nieuwd.	9 ng/m ³		geen	
Dioxinen	ZALCO	50 fg/m ³	1-4 pg/kg l.g.	geen	zie tekst
	PTC	28 fg/m ³		geen	
	Nieuwd.	17 fg/m ³		geen	

Stof	Locatie	Gemiddelde concentratie	Chronische grenswaarde	overschrijding	opmerkingen
NO₂	ZALCO	25 µg/m ³	40 µg/m ³	geen	zie tekst
	PTC	38 µg/m ³		≈ norm	
	Nieuwd.	27 µg/m ³		geen	
SO₂	ZALCO	19 µg/m ³	124 µg/m ³ (> 3 dgn p.j.)	geen	
	PTC	4 µg/m ³		geen	
	Nieuwd.	9 µg/m ³			
H₂S*	ZALCO	1,4 µg/m ³	2 µg/m ³	geen	
	PTC	n.v.t.		geen	
	Nieuwd.				
Benzeen	ZALCO	0,5 µg/m ³	5 µg/m ³	geen	
	PTC	0,2 µg/m ³		geen	
	Nieuwd.	0,3 µg/m ³		geen	
Tolueen	ZALCO	1,0 µg/m ³	400 µg/m ³	geen	
	PTC	0,4 µg/m ³		geen	
	Nieuwd.	0,8 µg/m ³			
Ethylbenzeen	ZALCO	0,2 µg/m ³	770 µg/m ³	geen	
	PTC	0,04 µg/m ³			
	Nieuwd.	0,07 µg/m ³			
Xyleen	ZALCO	1,0 µg/m ³	870 µg/m ³	geen	
	PTC	0,2 µg/m ³		geen	
	Nieuwd.	0,4 µg/m ³		geen	
NH₃	ZALCO	18 µg/m ³	100 µg/m ³	geen	
	PTC	13 µg/m ³		geen	
	Nieuwd.	13 µg/m ³		geen	

* H₂S wordt als voorbeeld genomen van een zwavelverbinding uit de groep niet-geoxideerde zwavelhoudende verbindingen. H₂S heeft een lage geurdrempel, maar er zijn ook andere niet-geoxideerde zwavelverbindingen zoals dimethylsulfide die een vergelijkbare lage geurdrempel hebben..

Om het effect van *kortdurende blootstelling* aan verhoogde concentraties te kunnen beoordelen, wordt uitgegaan van de hoogste uur- of daggemiddelde concentraties (de maximale concentraties). Deze concentraties worden vergeleken met acute grenswaarden voor korte blootstellingen.

In Tabel 29 worden maximale waarden vergeleken met grenswaarden voor kortdurende blootstelling. Voor fijn stof gaat het om daggemiddelde maxima; voor NO₂, SO₂, H₂S en VOC's om uurgemiddelde maxima en voor NH₃ om tweewekelijkse gemiddelden. Ook hier is aangegeven of er sprake is van overschrijding. Voor stoffen zoals cadmium, lood, chroom, koper en dioxinen zijn geen normen voor kortdurende blootstelling vastgesteld. Daarom zijn voor deze stoffen ook geen waarden in Tabel 29 opgenomen.

Tabel 29. Maximale concentraties gerelateerd aan grenswaarden voor kortdurende blootstelling

Stof	Locatie	Maximale concentratie	Acute grenswaarde	over-schrijding	opmerkingen
PM₁₀	ZALCO	134 µg/m ³	50 µg/m ³ (daggemidd.)	zie tekst	overschrijding max 35 x p.j.
	PTC	46 µg/m ³		geen	
	Nieuwd.	48 µg/m ³		geen	
NO₂	ZALCO	88 µg/m ³	200 µg/m ³ (1 uur)	geen	
	PTC	114 µg/m ³		geen	
	Nieuwd.	149 µg/m ³		geen	
SO₂	ZALCO	163 µg/m ³	350 µg/m ³ (uurgemidd.)	geen	
	PTC	124 µg/m ³		geen	
	Nieuwd.	65 µg/m ³		geen	
H₂S*	ZALCO	62 µg/m ³	100 µg/m ³ (14 dagen)	geen	
	PTC	n.v.t.		geen	
	Nieuwd.	n.v.t.		geen	
Benzeen	ZALCO	10 µg/m ³	30 µg/m ³ (14 dagen)	geen	
	PTC	5 µg/m ³		geen	
	Nieuwd.	22 µg/m ³		geen	
Tolueen	ZALCO	56 µg/m ³	21.000 µg/m ³ (14 dagen)	geen	
	PTC	9 µg/m ³		geen	
	Nieuwd.	6 µg/m ³		geen	
ethylbenzeen	ZALCO	14 µg/m ³	3800 µg/m ³ (14 dagen)	geen	
	PTC	2 µg/m ³		geen	
	Nieuwd.	2 µg/m ³		geen	
Xyleen	ZALCO	61 µg/m ³	8700 µg/m ³ (14 dagen)	geen	
	PTC	11 µg/m ³		geen	
	Nieuwd.	4 µg/m ³		geen	
NH₃	ZALCO	24 µg/m ³	1200 µg/m ³ (14 dagen)	geen	
	PTC	19 µg/m ³		geen	
	Nieuwd.	18 µg/m ³		geen	

* Zie opmerking tabel 28.

8.3 Bespreking resultaten (semi)continue metingen van het RIVM

Uit de tabellen wordt duidelijk dat er op de meetlocaties PTC en Nieuwdorp geen overschrijding van de gezondheidkundige normen voor de algemene bevolking optreedt.

Dat geldt zowel voor de langdurige blootstelling, die getoetst is aan gemiddelde concentraties, als voor de kortdurende blootstelling die getoetst is aan de maximale uur/dag/2-weeksgemiddelde concentraties die gevonden zijn.

Op een enkele uitzondering na geldt dat ook voor het meetpunt ZALCO. Daar zal hieronder verder op worden ingegaan.

Enkele stoffen worden apart belicht, te weten PM_{10} (fijn stof), cadmium (Cd), dioxinen en stikstofdioxide (NO_2). De reden is dat zij voor onrust zorgen respectievelijk hebben gezorgd, of een nadere toelichting behoeven.

Fijn stof

De *gemiddelde* concentraties fijn stof lopen uiteen van $20 \mu g/m^3$ bij het Politietrainingscentrum, $27 \mu g/m^3$ in Nieuwdorp tot $45 \mu g/m^3$ op het ZALCO-terrein. De *maximale* concentraties zijn gelijk aan $46 \mu g/m^3$ en $48 \mu g/m^3$ voor respectievelijk het PTC en Nieuwdorp en aan $138 \mu g/m^3$ voor het ZALCO-terrein. De norm voor levenslange blootstelling is $40 \mu g/m^3$. Aanvullend is gesteld dat een waarde van $50 \mu g/m^3$ niet meer dan 35 maal per jaar mag worden overschreden.

Op het ZALCO-terrein wordt de norm voor de algemene bevolking (levenslange blootstelling) voor fijn stof overschreden. Op het ZALCO-terrein en in de nabije omgeving komen echter alleen werknemers, en voor fijn stof gelden de volgende regels.

Toepasbaarheidbeginsel en blootstellingscriterium

De Europese normen voor de luchtkwaliteit gelden overal in Nederland. De Europese richtlijn kent echter een toepasbaarheidbeginsel waarin wordt gesteld dat niet overal aan de normen hoeft te worden getoetst. Kern hiervan is dat niet hoeft te worden getoetst op plekken waar het publiek formeel geen toegang heeft, zoals op rijbanen en middenbermen van wegen. Dit is het toepasbaarheidsbeginsel.

In de richtlijn is tevens opgenomen dat toetsing aan de normen daar plaatsvindt 'waar de hoogste concentraties voorkomen waaraan de bevolking rechtstreeks of onrechtstreeks kan worden blootgesteld gedurende een periode die in vergelijking met de middelingstijd van de grenswaarde(n) niet verwaarloosbaar is'.

Dit is het zogeheten blootstellingscriterium. Zowel het toepasbaarheidsbeginsel als het blootstellingscriterium is in de Nederlandse wetgeving geïmplementeerd (RbI2007, 2010).

Met name toepassing van het blootstellingscriterium is in de praktijk niet altijd eenduidig; interpretatieverschillen zijn mogelijk. De uiteindelijke wijze van toepassing en gebruik van het toepasbaarheidsbeginsel of het blootstellingscriterium is de verantwoordelijkheid van de betreffende (lokale) overheid.

Voor werknemers is momenteel geen publieke grenswaarde voorhanden; de vroegere MAC-waarde van $5 mg/m^3$ (8-uurs tijdgewogen gemiddelde (tgg)) voor respirabel stof is per 1 januari 2007 komen te vervallen. In België en Duitsland geldt voor de werkplek een grenswaarde van $3 mg/m^3$ ($=3000 \mu g/m^3$) voor respirabel stof (8-uurs tgg) waarbij in Duitsland, naast de 8-uurs waarde, ook een 15-minuten waarde van $6 mg/m^3$ is vastgesteld. De op het ZALCO-terrein gemeten waarden zijn ruim lager dan deze grenswaarden (SER, 2012).

Dioxinen

De concentraties dioxinen die in de lucht gevonden zijn, worden weergegeven in femtogrammen (fg, dit is 10^{-15} gram) TEQ per m^3 . Het gemiddelde varieert van 17 fg TEQ per m^3 (Nieuwdorp), 28 fg TEQ per m^3 (Politietrainingscentrum) tot 50 fg TEQ per m^3 (ZALCO). Voor dioxinen is er geen norm voor kortdurende blootstelling, omdat het bij deze stoffen gaat om de langdurige blootstelling. Met de volgende rekensom kan worden nagegaan wat de (gemiddelde) bijdrage is aan de toegestane dagelijkse belasting met dioxinen.

De norm die in Nederland wordt gehanteerd, is 1 – 4 pg TEQ/kg lichaam gewicht per dag. Dat betekent voor iemand met een gewicht van 70 kg een hoeveelheid van 70 – 280 pg per dag. Deze hoeveelheid heeft geen nadelige effecten op de gezondheid, ook niet als de blootstelling het gehele leven duurt.

Per 24 uur wordt circa 20 m^3 ingeademd. In elke m^3 bevindt zich maximaal 50 fg TEQ (ZALCO-terrein). Per dag is dat $20 \times 50 = 1000$ fg. Dat is gelijk aan 1 pg TEQ per dag.

De bijdrage aan de hoeveelheid die mensen binnen mogen krijgen is dus maximaal 1,7 pg op een toegestane hoeveelheid van 70 – 280 pg/dag. Dat komt overeen met < 3% bij de laagste en ca. < 1% bij de hoogste schatting.

Cadmium

De grenswaarde voor langdurige blootstelling voor Cd is laag in vergelijking met de andere metalen, namelijk 5 ng/ m^3 . Uit Tabel 28 blijkt dat de gemiddelde concentraties Cd op alle meetlocaties beneden deze grenswaarde liggen.

Stikstofdioxide

De grenswaarde voor langdurige blootstelling aan NO_2 ligt op 40 $\mu g/m^3$. Deze wordt bij het Politietrainingscentrum benaderd; daar is hij 38 $\mu g/m^3$. Op de windroos die gemaakt is voor deze locatie (pagina 29; figuur 11) is te zien dat er vanuit alle windrichtingen wordt bijgedragen aan de NO_2 -concentraties ter plaatse, met wat hogere bijdragen uit de richting zuidzuidoost. Voor Nieuwdorp geldt dat de gemiddelde NO_2 -concentratie rond de 27 $\mu g/m^3$ ligt. De grenswaarde voor kortdurende blootstelling aan NO_2 is 200 $\mu g/m^3$ per uur. Op geen van de meetlocaties overschrijden de uurgemiddelde waarden deze norm (Tabel 29).

In Tabel 30 zijn de resultaten van de gassen uit bovenstaande tabellen vergeleken met de bijbehorende geurdrempels. Volgens de tabel wordt alleen voor H_2S de geurdrempel overschreden, zowel voor de gemiddelde als voor de maximale blootstelling. Echter, wat in de tabel H_2S genoemd wordt, is een verzameling van alle niet-geoxideerde zwavelverbindingen die zijn gemeten op de locatie ZALCO. Sommige daarvan hebben een lage geurdrempel, vergelijkbaar met waterstofsulfide, andere echter niet. Omdat het werkelijke percentage H_2S onbekend is, wordt in deze tabel gedaan of alles H_2S is. Dit is een worst-case benadering.

Tabel 30. Meetresultaten vergeleken met geurdrempels

	VASTE LOCATIES		geurdrempel
	maxima	gemiddeld	
H_2S^*	62 $\mu g/m^3$ (Z)	1,4 $\mu g/m^3$ (Z)	0,6 $\mu g/m^3$
SO_2	163 $\mu g/m^3$ (Z)	19 $\mu g/m^3$ (Z)	2450 $\mu g/m^3$
NH_3	24 $\mu g/m^3$ (Z)	18 $\mu g/m^3$ (Z)	1120 $\mu g/m^3$
NO_2	149 $\mu g/m^3$ (N)	38 $\mu g/m^3$ (P)	243 $\mu g/m^3$
Benzeen	22 $\mu g/m^3$	0,5 $\mu g/m^3$	9270 $\mu g/m^3$
Tolueen	56 $\mu g/m^3$	1,0 $\mu g/m^3$	1340 $\mu g/m^3$
xyleen	61 $\mu g/m^3$	1,0 $\mu g/m^3$	191 $\mu g/m^3$
ethylbenzeen	14 $\mu g/m^3$	0,2 $\mu g/m^3$	800 $\mu g/m^3$

* Zie opmerking tabel 28.

8.4 Resultaten additionele metingen

Gedurende de meetcampagne zijn er ook metingen gedaan op momenten dat de emissie van het bedrijf Thermphos geroken kon worden of (zichtbaar) laag over het land trok. Deze metingen zijn zowel door RIVM-medewerkers als door medewerkers van de provincie uitgevoerd.

NB: Ook de bewoners van Coudorp hebben klachten bijgehouden. Die worden in hoofdstuk 6 besproken en vergeleken met de resultaten van metingen die op hetzelfde moment werden gedaan.

In Tabel 31 zijn de resultaten opgenomen voor de stoffen die gezondheidsrelevant zijn. Er is in dit overzicht geen rekening gehouden met de locatie waar deze stoffen zijn aangetroffen of de dagen dat er is bemonsterd. Voor een volledig overzicht daarvan zie hoofdstuk 5. Uit Tabel 31 blijkt dat er voor geen van de stoffen, grenswaarden of geurdrempels zijn overschreden. Er moet wel een voorbehoud worden gemaakt ten aanzien van deze additionele metingen. Het bleek in de praktijk moeilijk om representatieve metingen in de pluim te doen. Daarvoor waren de perioden dat het tijdens het uitvoeren van de additionele metingen in dit onderzoek daadwerkelijk stonk, in feite te kort.

Tabel 31. Resultaten additionele metingen, vergeleken met grenswaarden en geurdrempels

Stoffen $\mu\text{g}/\text{m}^3$	min. tot max.	grenswaarden	geurdrempels
Benzeen	< b.g.-15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	30 (14 dgn.)	9270 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Tolueen	< b.g.-56 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	3800 (14 dgn.)	1340 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Xyleen	< b.g.-39 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	8700 (14 dgn.)	191 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
ethylbenzeen	< b.g.-16 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	21.000 (14 dgn.)	800 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
1,3-butadieen	< b.g.-19 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	221 (14 dgn.)	137 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ⁽¹⁾
3-chloorpropeen	< b.g.-14 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		1000 - 75.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ₍₂₎
1,2,4-trichloorbenzeen	< b.g.-38 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (levenslang)	24.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ₍₂₎
1,3,5-trimethylbenzeen	< b.g.-12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		
1,1,2,3,4,4-Hexachloro-1,3-butadiene (HCBd)	< b.g.-10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		12.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ₍₂₎
formaldehyde	0,12-1,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	100 (30 min).	660 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
acetaldehyde	0,02-0,45 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Aceton	0,4-1,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	61.724 (14 dgn.)	107.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
fosforpentoxide	3-17 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (irritatie)	
fosforzuur	< b.g. -15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		
ng/m³			
Kwik	< b.g. - 23 ng/m^3	50 ng/m^3 (levenslang)	n.v.t.

(1): Chemiekaartenboek, online versie, 2012

(2): Indicatieve geurdrempels uit Ruth, J.H., 1986.

b.g. = bepalingsgrens

dgn = dagen

9 Conclusies

Met continue metingen gedurende bijna 5 maanden op verschillende meetlocaties en met additionele metingen op een aantal dagen heeft het RIVM de luchtkwaliteit op en rondom het industrieterrein Vlissingen-Oost in kaart gebracht. Het onderzoek was gericht op stoffen die het bedrijf Thermphos uitstoot en die mogelijk een verklaring vormen voor de klachten van omwonenden en werknemers op het industrieterrein.

De bijdrage van Thermphos aan de gemeten concentraties is als volgt te beschrijven. Uit de metingen blijkt dat Thermphos voor de meeste stoffen niet de enige bron in het industriegebied is. Dit was vooraf bekend en is ook in de metingen bevestigd. Door de resultaten op de drie meetlocaties en de additionele metingen te combineren is een redelijk beeld ontstaan van de bijdrage van Thermphos en de bijdrage van andere bronnen aan de luchtkwaliteit in en om het industrieterrein. Dit is als volgt te beschrijven:

- *Fijn stof*: tot op afstanden van circa 3 à 4 km is Thermphos één van de fijn stof bronnen die bijdragen aan de luchtkwaliteit. Andere bedrijven en de verkeerswegen hebben ook invloed. Omdat er meerdere fijn stof bronnen zijn is de bijdrage niet nader te kwantificeren.
- *Elementen*: de elementen cadmium, fosfor en strontium (waarvan onbekend is in welke verbinding deze elementen zitten) worden op alle drie de meetpunten bij wind uit de richting van Thermphos en Arkema gemeten. Van het bedrijf Arkema is niet bekend dat dit bedrijf deze elementen zou emitteren. Van Thermphos zijn emissies van cadmium en fosfor bekend. Uit de richting van Thermphos worden de hoogste concentraties gemeten.
- *Zwavelcomponenten*. Thermphos is één van de bronnen van zwaveldioxide (SO₂) in het industriegebied die de luchtkwaliteit beïnvloedt. Thermphos is tevens een bron van andere (niet geoxideerde) zwavelverbindingen. Er zijn zwavelhoudende verbindingen, zoals bijvoorbeeld waterstofsulfide (H₂S) en mercaptanen, die bij de aangetroffen concentraties tot overschrijding van de geurdrempel leiden. Er zijn relaties gevonden tussen concentraties van zwaveldioxide in de lucht en het optreden van klachten in de woonomgeving. De gemeten concentraties zwaveldioxide zijn echter te laag om daar klachten van te verwachten. Zwaveldioxide lijkt hier dus vooral aan te geven dat er sprake is van processen op het industrieterrein die stank of overlast kunnen veroorzaken.
- *Stikstofoxiden*. Thermphos is één van de bronnen van stikstofoxiden in het industriegebied die de luchtkwaliteit beïnvloedt. Er zijn echter ook andere belangrijke stikstofbronnen zoals andere industrie en het wegverkeer.
- *Fosforzuur en fosforpentoxide*. Thermphos is een bron voor fosforzuur en fosforpentoxide in de omgevingslucht. De metingen tonen echter lage concentraties aan.
- *Overige*. Er zijn vele andere metingen verricht. Sommige componenten zijn niet of nauwelijks aangetroffen (zoals fosfine en aldehyden) en andere componenten zijn afkomstig van andere bronnen dan Thermphos (zoals benzeen, toluen, en andere organische componenten). Voor dioxinen en ammoniak zijn de metingen gedaan met langdurende bemonsteringsperioden. Hierdoor is het niet mogelijk

de gemeten concentraties te relateren aan specifieke bronnen. Al deze componenten zijn uiteraard wel meegenomen in de toetsing van de luchtkwaliteit.

Voor het beoordelen van de luchtkwaliteit zijn de meetresultaten vergeleken met gezondheidkundige en milieukwaliteitsnormen. Resultaat van het onderzoek is dat er geen normoverschrijding van de onderzochte stoffen optreedt. Dit geldt zowel voor normen voor langdurige blootstelling als voor normen voor kortdurende blootstelling.

Ook is geconstateerd dat zwavelverbindingen op het industrieterrein kunnen voorkomen in concentraties boven de geurdrempel. Op grond van de metingen is niet te zeggen of dit zwavelwaterstof, mercaptanen of nog andere zwavelverbindingen zijn. Als het zwavelwaterstof of mercaptanen zijn dan liggen de gemeten concentraties boven de geurdrempel. Dit houdt in dat er klachten over stank kunnen optreden.

De additionele metingen laten evenmin overschrijdingen zien van gezondheidkundige normen of geurdrempels. Wel worden er fosforverbindingen aangetroffen die in hogere concentraties dan gemeten kunnen leiden tot irritatie. Het blijkt echter lastig te zijn om met de, bij de additionele metingen, gebruikte technieken en de korte duur van de monsternamen mogelijkheid van de 'pluim' goede metingen uit te voeren.

Literatuur

Broekman, M.H., M.R. Ramlal, W.C. Hijman, C.J. Berkhoff, E. Dijkman, Veldanalyse van aldehyden in lucht; ontwikkeling van in-situ meetmethoden, RIVM rapport 609350001.

Chemiekaartenboek, online versie, <http://chemiekaarten.sdu.rijksweb.nl/chkonline/>, geraadpleegd maart 2012

Emissieregistratie, 2010. Kentallen voor de betreffende bedrijven over het jaar 2010. Website geraadpleegd maart 2012 en tevens contact gehad met Emissieregistratie voor de op- en overslag (niet opgenomen in emissieregistratie) <http://www.emissieregistratie.nl/erpubliek/bumper.nl.aspx>

KNMI, 2012. Website www.knmi.nl. Frequentietabellen windrichting in graden, station Vlissingen. Geraadpleegd maart 2012.

Mennen, M., A. Dusseldorp, M. Mooij, E. Schols, 2010. De verspreiding van dioxinen rond Thermphos. RIVM rapport 609021108.

Mooij, M., 2011. Eerste beoordeling van de luchtkwaliteit rondom Thermphos. RIVM rapport 609039001.

Overveld, A.J.P., A. Dusseldorp, M. van Bruggen, N.J. van Belle, M.G. Mennen, 2011. Integraal advies Thermphos. RIVM advies aan provincie Zeeland en de Klankbordgroep Thermphos, d.d. 18 februari 2011, versie 6.0.

RIVM, 2012. Website Grootschalige Concentratiekaarten Nederland. <http://www.rivm.nl/nl/themasites/gcn/index.html>. Gegevens maart 2012.

Ruth, J.H., 1986. Odor Threshold and irritation levels of several chemical substances; a review. Am. Ind. Hyg. Ass. J. (47), 1986, pp A-142 ev

SER, 2012, Website geraadpleegd maart 2012. <http://www.ser.nl/nl/grenswaarden/stof%20%20inhaleerbaar%20en%20respira%20bel.aspx>

Bijlage 1 Foto's meetopstelling



Figuur 22. Bedrijf Thermphos gezien vanuit noordelijke richting (vanaf de meetopstelling bij ZALCO)



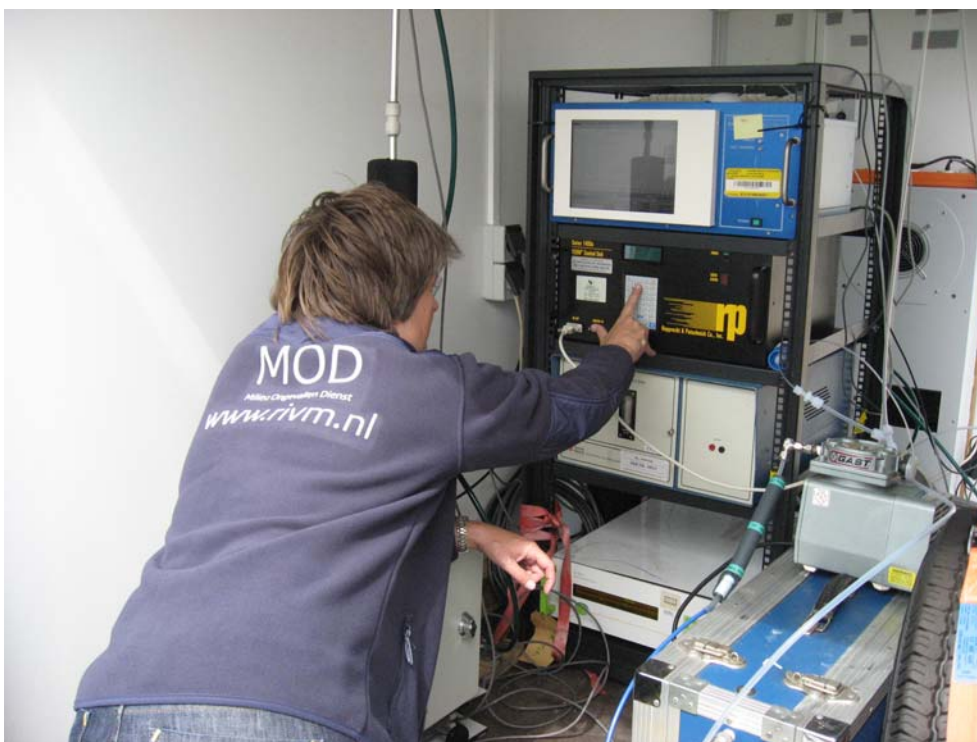
*Figuur 23. Meetopstelling locatie ZALCO
Op de achtergrond is het bedrijf Thermphos zichtbaar.*



Figuur 24. Passieve ammoniak samplers



Figuur 25. Meetopstelling in aanhanger bij het politie-opleiding en -trainingcentrum (PTC)



Figuur 26. Meetapparatuur in een aanhanger



Figuur 27. Weerstation, aanzuigbuis en slangen en canister op aanhanger



Figuur 28. Leckel filter apparaat (locatie PTC)



Figuur 29. Meetopstelling aan de Coudorp in Nieuwdorp (locatie ND)



Figuur 30. Monsternamen tijdens additionele metingen 13 oktober 2012 met canister en luchtpompjes met diverse adsorbentia, het bedrijf Thermphos is op de achtergrond zichtbaar, gezien vanuit zuid-westelijke richting (vanaf het dijkhoofd bij 'Poort Fort Rammekens').

Bijlage 2 Gebruikte apparaten en analysemethoden

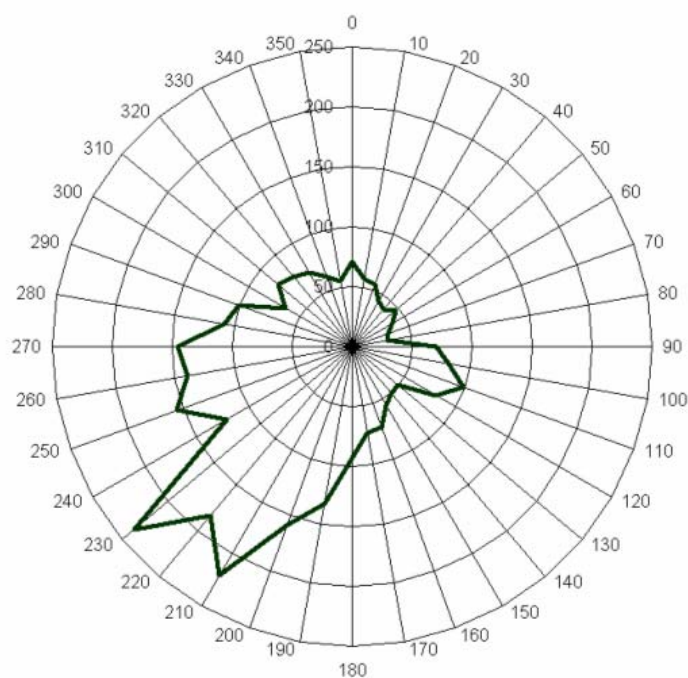
Tabel 32. Te meten componenten en methode

Component	Methode; instrument	Meetfrequentie
Stikstofoxiden (NO, NO ₂ , NO _x)	Chemoluminescentiemonitor Ecophysics CLD700 AL	1 minuut
Zwavedioxide (SO ₂ , TS)	UV fluorescentiemonitor Thermo Electron 45C (Loc 1)	1 minuut
Zwavedioxide (SO ₂)	UV fluorescentiemonitor Thermo Electron 45 (Loc 2,3)	1 minuut
PM ₁₀	R&P Tapered Element Oscillating Monitor TEOM 1400a	5 minuut (loc 1) 10 minuut (loc2,3)
PM ₁₀	Leckel SEQ 47/50 met PM ₁₀ afscheider en kwartsfilter	dag
Ammoniak (NH ₃)	Gradko NH ₃ Diffusion tube , DIF400RTU-RA	2 weken
Benzeen, toluen, ethyl-benzeen, p-,m-,o-xyleen (BTEX)	Gaschromatograaf Synspec GC955	15 minuut
VOC's	RIVM eigen bouw monstername op koolbuizen (Anasorb CSC200/800 SKC Inc)	dag
Dioxine	KleinfILTERgerät (Derenda) met TSP afscheider en kwartsfilter en Poly Urethaan filter(PUF)	2-3 weken
Fosforpentoxide	Preloaded filter cassette SKC- 225-3-01	4 uur
Fosforzuur	Sorbent tube XAD-7 SKC-226-98	4 uur
VOC	Canister SKC gevolgd door GC-MS Analyse	4 uur of instantaan
Aldehyden	Monstername op DNPH cartridges Waters	4 uur

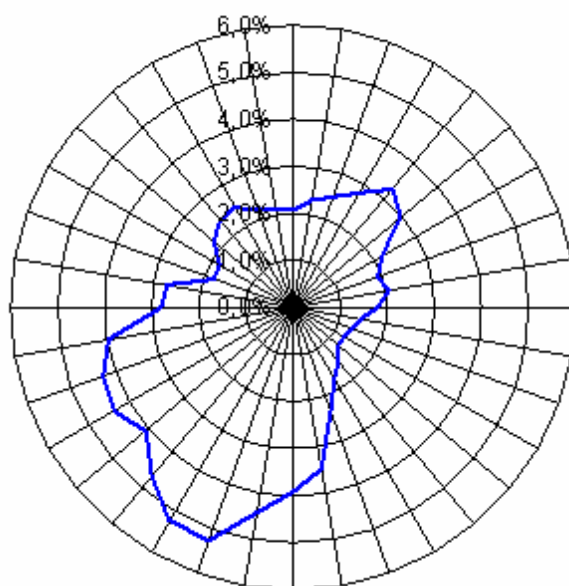
Tabel 33. Te analyseren componenten en methoden

Analysecomponent	Analysemethode	analyzelaboratorium
Ammoniak (NH ₃)	Ion chromatografie (IC)	Gradko, Engeland
VOC's	Gaschromatograaf massaspectrometrie (GC-MS)	TNO Utrecht
Dioxine	Gaschromatograaf hoge resolutie massaspectrometrie (HR GC-MS)	Alcontrol Zweden
Fosforpentoxide	Fotometrie mbv CFA	RIVM- CMM
Fosforzuur	Fotometrie mbv CFA	RIVM- CMM
PM ₁₀ -Elementen	Hoge resolutie inductief gekoppelde plasma massa spectrometrie (HR ICP-MS)	
VOC-Canister	Gaschromatograaf massaspectrometrie (GC-MS)	TNO Utrecht
Aldehyden	Gaschromatograaf massaspectrometrie (GC-MS)	RIVM-MOD

Bijlage 3 Aantal uren windrichting gedurende meetperiode



Figuur 31. Aantal uren wind per uurgemiddelde windrichting KNMI-meteostation Vlissingen in de periode 22 juni tot 28 oktober 2011 (Bron: KNMI, 2012)



Figuur 32. Meerjarige windrichtingsfrequentie KNMI-meteostation Vlissingen (Bron: KNMI, 2012)

Bijlage 4 Toelichting op meetstations LML e.a.

Tabel 34. Gegevens gebruikte meetstations LML op basis van gegevens Centrum voor MilieuMonitoring (zie Tabel 4)

LML		Coördinaten (lengte- en breedte-graden)		type_of_station	station_type_of_area
131	Vredepeel-Vredeweg	51,541111	5,853614	Background	rural
133	Wijnandsrade-Opfergeltstraat	50,903056	5,882236	Background	suburban
230	Biest Houtakker-Biestsestraat	51,519444	5,148903	Background	rural
235	Huijbergen-Vennekenstraat	51,435	4,360286	Background	rural
301	Zierikzee-Lange Slikweg	51,635556	3,916947	Background	rural
312	Axel-Zaaidijk	52,04	4,08	Background	rural
318	Philippine-Stelleweg	51,295278	3,749458	Background	rural
319	Nieuwdorp	51,46444	3,74472	Background	rural
416	Vlaardingen-Lyceumlaan	51,9175	4,357228	Background	urban
418	Rotterdam-Schiedamsevest	51,915	4,480289	Background	urban
433	Vlaardingen-Floreslaan	51,911389	4,326953	Traffic	urban
444	De Zilk-Vogelaarsdreef	52,298056	4,510286	Background	rural
445	Den Haag-Veerkade	52,075	4,316125	Traffic	urban
538	Wieringerwerf-Medemblikkerweg	52,804722	5,050842	Background	rural
546	Zaanstad-Hemkade	52,420219	4,832064	Industrial	unknown
620	Cabauw-Zijdeweg	51,971389	4,926397	Background	rural
627	Bilthoven-Van Leeuwenhoeklaan	52,120833	5,195567	Background	suburban
633	Zegveld-Oude Meije	52,138889	4,838336	Background	rural
638	Utrecht-Vleutenseweg	52,093889	5,103058	Traffic	urban
722	Eibergen-Lintveldseweg	52,0925	6,605839	Background	rural
738	Wekerom-Riemterdijk	52,1125	5,708619	Background	rural
807	Hellendoorn-Luttenbergerweg	52,389167	6,403614	Background	rural
929	Valthermond-Noorderdiep	52,876667	6,933333	Background	rural
934	Kollumerwaard-Hooge Zuidwal	53,331667	6,277508	Background	rural
GGD Amsterdam					
12	Amsterdam-Van Diemenstraat	52,39	4,888058	Traffic	urban
16	Amsterdam-Westerpark	52,393056	4,870003	Background	urban
703	Amsterdam-Spaarnwoude	52,4	4,73	Unknown	rural
704	Amsterdam-Hoogtij	52,43	4,77	Industrial	unknown
Provincie Noord-Holland					
551	NH-Ijmuiden	52,46	4,6	Industrial	
553	Wijk aan Zee	52,49	4,6	Industrial	
DCMR Rijnmond					
496	Hoek van Holland-Berghaven	51,978056	4,121389	Industrial	unknown
478	Vlaardingen-Deltapad G.L.	51,898889	4,304722	Industrial	unknown
495	Maassluis-Kwartellaan	51,931944	4,227778	Industrial	urban

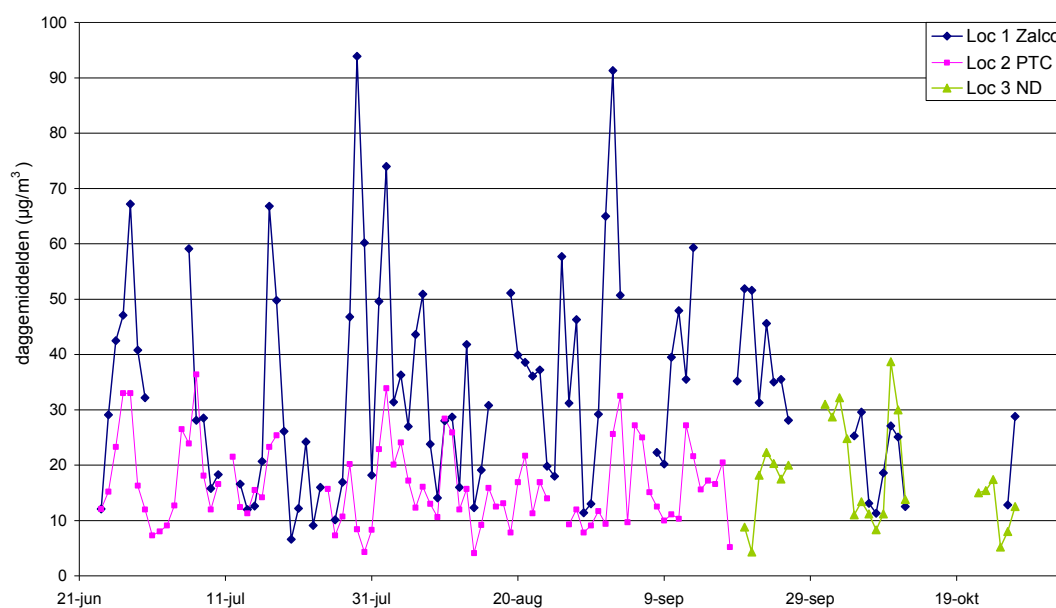
Tabel 35. Toelichting op afleiding achtergrondconcentraties Zeeland (zie Tabel 4)

Parameter	Toelichting
PM ₁₀	Gemiddelde stations 301 en 318 genomen om een beeld te krijgen over de concentratie op een achtergrondstation in Zeeland.
NO ₂	Gemiddelde stations 301 en 318 genomen om een beeld te krijgen over de concentratie op een achtergrondstation in Zeeland.
NO	Gemiddelde stations 301 en 318 genomen om een beeld te krijgen over de concentratie op een achtergrondstation in Zeeland.
SO ₂	Station 318 is het enige station wat een representatief beeld kan geven over de SO ₂ -achtergrondconcentraties in Zeeland
NH ₃	Station 235 is het enige station wat een enigszins representatief beeld kan geven over de NH ₃ -achtergrondconcentraties in Zeeland.
H ₂ S	Geen onbelast station aanwezig in alle meetnetten.
Benzeen	Station 230 is het enige station wat een enigszins representatief beeld kan geven over de BTEX-achtergrondconcentraties in Zeeland.
Tolueen	Station 230 is het enige station wat een enigszins representatief beeld kan geven over de BTEX-achtergrondconcentraties in Zeeland.
Ethylbenzeen	Station 230 is het enige station wat een enigszins representatief beeld kan geven over de BTEX-achtergrondconcentraties in Zeeland.
Xyleen	Station 230 is het enige station wat een enigszins representatief beeld kan geven over de BTEX-achtergrondconcentraties in Zeeland.
Pb	Stations 538, 627, 807 en 934 gebruikt om een beeld te geven van de concentratie van onbelaste en niet verkeersgevoelige achtergrondwaarden in Nederland.
Cd	Stations 538, 627, 807 en 934 gebruikt om een beeld te geven van de concentratie van onbelaste en niet verkeersgevoelige achtergrondwaarden in Nederland.

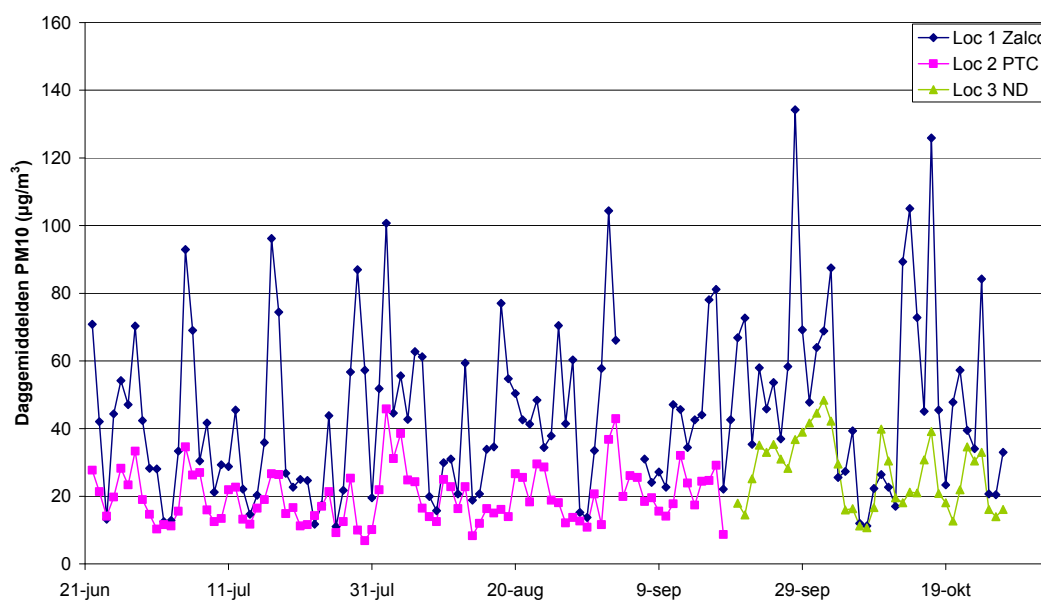
Tabel 36. Toelichting op concentraties meetstations met industrie aan Z/ZW-hoek (zie Tabel 4)

Parameter	Toelichting
PM ₁₀	Gemiddelde stations 546 (LML, Haven Amsterdam), 553 (Provincie N.H., Haven IJmuiden), 704 (GGD, Haven Amsterdam) en 484 (DCMR, Haven Rotterdam) genomen voor vergelijking. De stations hebben weinig invloed van verkeer en hebben een bron in de Z/ZW kant zitten.
NO ₂	Stations 546 (LML, Haven Amsterdam) gebruikt; station heeft weinig invloed van verkeer en heeft een bron in de Z/ZW kant zitten. Geen stations bij haven Rotterdam gebruikt; deze hebben alle te veel invloed van de grote stad en/of de kassencomplexen in de buurt waar veel NO _x wordt uitgestoten.
NO	Stations 546 (LML, Haven Amsterdam) gebruikt; station heeft weinig invloed van verkeer en heeft een bron in de Z/ZW kant zitten. Geen stations bij haven Rotterdam gebruikt; deze hebben alle te veel invloed van de grote stad en/of de kassencomplexen in de buurt waar veel NO _x wordt uitgestoten.
SO ₂	Gemiddelde stations 553 (Provincie N.H., Haven IJmuiden) en 496 (DCMR, Haven Rotterdam) gebruikt; beide stations hebben weinig invloed van verkeer en hebben een bron aan de Z kant zitten.
NH ₃	Geen representatief belast station aanwezig voor vergelijking; de belaste stations in het LML worden beïnvloed door landbouwactiviteiten.
H ₂ S	Station 553 (Provincie N.H., Haven IJmuiden) gebruikt om een indicatie te geven van een concentratie in een belast gebied nabij een haven.
Benzeen	Gemiddelde stations 546 (Haven Amsterdam) en 495 (Haven Rotterdam) gebruikt; beide station hebben weinig invloed van verkeer en hebben een bron in de Z/ZW kant zitten.
Tolueen	Gemiddelde stations 546 (Haven Amsterdam) en 495 (Haven Rotterdam) gebruikt; beide station hebben weinig invloed van verkeer en hebben een bron in de Z/ZW kant zitten.
Ethylbenzeen	Stations 546 (LML, Haven Amsterdam) gebruikt; station heeft weinig invloed van verkeer en heeft een bron in de Z/ZW kant zitten.
Xyleen	Stations 546 (LML, Haven Amsterdam) gebruikt; station heeft weinig invloed van verkeer en heeft een bron in de Z/ZW kant zitten.
Pb	Station 478 (Haven Rotterdam) gebruikt voor vergelijking; dit station heeft aan de Z/ZW/ZO kant een bron zitten. Noot: station bevindt zich op het terrein van een waterzuiveringsinstallatie.
Cd	Station 478 (Haven Rotterdam) gebruikt voor vergelijking; dit station heeft aan de Z/ZW/ZO kant een bron zitten. Noot: station bevindt zich op het terrein van een waterzuiveringsinstallatie.

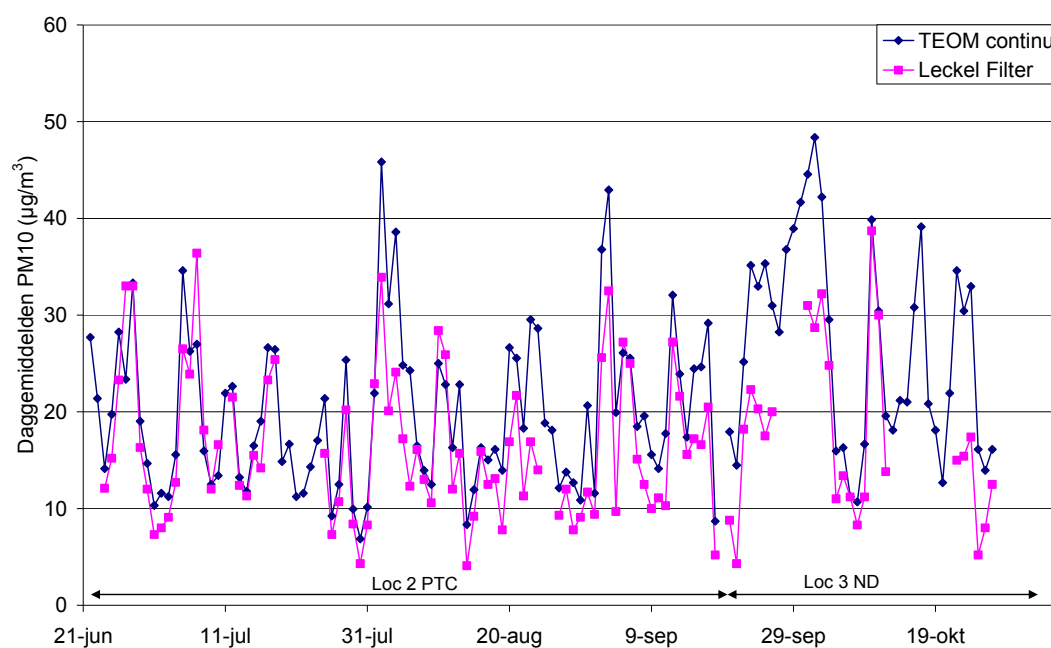
Bijlage 5 Daggemiddelde PM_{10} -concentraties gemeten met Leckel en TEOM



Figuur 33. Daggemiddelde Pm_{10} -concentraties op basis van de continue metingen met TEOM op de drie meetlocaties



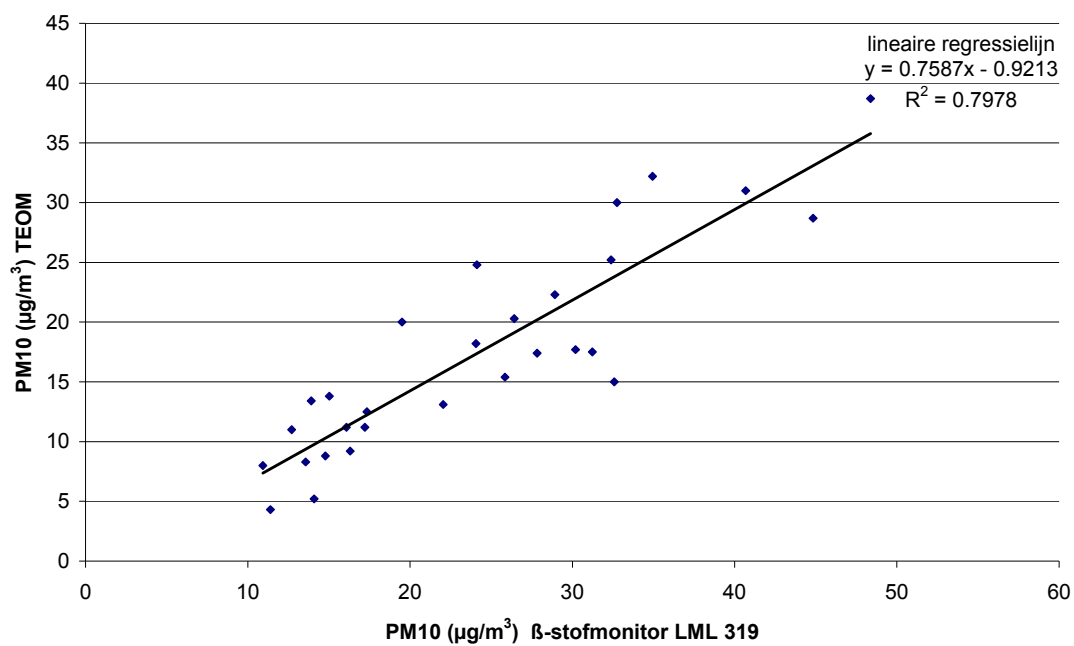
Figuur 34. Daggemiddelde Pm_{10} -concentraties op basis van 24-uursmetingen met Leckel op de drie meetlocaties



Figuur 35. Daggemiddelde fijnstofconcentraties op de meetlocaties PTC (tot 19 september 2011) en ND (vanaf 19 september tot en met 28 oktober) met TEOM en Leckel

Bijlage 6 PM₁₀-metingen locatie ND tegen locatie LML319 te Nieuwdorp

Figuur 36. Vergelijking van de PM₁₀ daggemiddelde waarden locatie ND (TEOM) met PM₁₀ daggemiddelde waarden LML319 station Nieuwdorp (β-stofmonitor)



Bijlage 7 Resultaten VOC-metingen met koolbuizen

Er is een aantal koolbuizen geanalyseerd als aanvulling op de BTEX-resultaten. De selectie is weergegeven in Tabel 37. In Tabel 38 zijn de concentraties van VOC's gegeven zoals gemeten met de koolbuizen.

Tabel 37. Selectie van koolbuizen voor VOC metingen

Datum	Locatie 1	Locatie 2 & 3	Opmerking
4-8-11	KB1_40	KB2_42	dag van canister bemonstering
21-8-11	KB1_64	KB2_64	willekeurige dag tweede serie koolbuizen (21-8)
12-9-11	B1_87	KB2_86	windindustrie PTC (210°) (12-9)
26-9-11	KB1_101	KB2_97	vreemde benzeen-piek op e-nose en BTX te Coudorp (26-9)
11-10-11	KB1_116	KB2_112	windindustrie Coudorp (250°) (11-10)

Tabel 38. Gemeten 24-uursgemiddelde concentraties met koolbuizen

Datum	bepalings	4-aug	21-aug	12-sep	26-sep	11-okt		4-aug	21-aug	12-sep	26-sep	11-okt
Locatie	grens	ZALCO	ZALCO	ZALCO	ZALCO	ZALCO	Blanco	PTC	PTC	PTC	ND	ND
Eenheid	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
aromaten												
benzeen	0,5	1,8	3,6	2,2	2,0	-	-	2,0	1,2	71	0,6	-
tolueen	0,5	1,7	3,1	0,8	0,8	0,7	-	0,8	1,0	12	2,0	0,9
ethylbenzeen	0,5	-	0,6	-	-	-	-	-	-	0,8	-	-
p,m-xyleen	0,5	0,8	1,9	-	-	-	-	-	0,5	2,2	0,8	-
o-xyleen	0,5	-	0,6	-	-	-	-	-	-	0,6	-	-
styreen	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
iso-propylbenzeen	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
n-propylbenzeen	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3-ethyltolueen	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4-ethyltolueen	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1,3,5-trimethylbenzeen	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2-ethyltolueen	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1,2,4-trimethylbenzeen	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	0,6	-	-
1,2,3-trimethylbenzeen	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
naftaleen	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Datum	bepalings	4-aug	21-aug	12-sep	26-sep	11-okt		4-aug	21-aug	12-sep	26-sep	11-okt
Locatie	grens	ZALCO	ZALCO	ZALCO	ZALCO	ZALCO	Blanco	PTC	PTC	PTC	ND	ND
Eenheid	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
alkanen												
n-hexaan	0,5	1,3	2,7	1,3	1,2	-	-	1,3	-	63	0,6	-
n-heptaan	0,5	-	0,7	-	-	-	-	-	-	1,0	-	-
n-oktaan	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
n-nonaan	0,5	-	0,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
n-decaan	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
n-undecaan	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
n-dodecaan	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
n-tridecaan	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
n-tetradecaan	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
cyclohexaan	0,5	-	0,8	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-
2-methylhexaan	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	3,2	-	-
3-methylhexaan	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	3,2	-	-
2,2,4-trimethylpentaan	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
methylcyclohexaan	0,5	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2-methylheptaan	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3-methylheptaan	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Datum	bepalings	4-aug	21-aug	12-sep	26-sep	11-okt		4-aug	21-aug	12-sep	26-sep	11-okt
Locatie	grens	ZALCO	ZALCO	ZALCO	ZALCO	ZALCO	Blanco	PTC	PTC	PTC	ND	ND
Eenheid	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
methylcyclopentaan	0,5	-	0,6	-	-	-	-	-	-	1,9	-	-
chloorkoolwaterstoffen												
1,1,1-trichloorethaan	1,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1,2-dichloorethaan	1,1	-	-	-	-	-	-	-	-	1,4	-	-
tetrachloormethaan	1,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
trichlooretheen	1,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
tetrachlooretheen	1,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
diversen												
iso-butylacetaat	1,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
n-butylacetaat	1,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
methyliisobutylketon	1,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

`-' betekent dat de concentratie kleiner dan de bepalingsgrens is.

Bijlage 8 Meetresultaten dioxinen

In Tabel 39 en Tabel 40 in deze Bijlage staan alle resultaten van dioxineanalyse uitgedrukt in TEQ. Door het laboratorium zijn de verschillende dioxinen apart gerapporteerd, maar het is gebruikelijk deze met behulp van omrekenfactoren uit te drukken in het equivalent van de dioxine 2,3,7,8-Tetrachlorodibenzo-p-dioxine (TEQ = TCDD Equivalent). Per locatie en meetperiode zijn deelmonsters in de vorm van een filter (voor de stofgebonden dioxinen) en PUFF's (voor de vluchtige dioxinen) weergegeven. In de praktijk worden alle dioxinen in de deelmonsters gesommeerd tot een totaalgehalte.

In de tabellen staan een 'upper bound' en een 'lower bound' waarde weergegeven. De upper-bound zijn berekend door te stellen dat alle waarden kleiner dan de detectiegrens (analytische ondergrens voor de betreffende groep verbindingen met de gebruikte methodiek) gelijk zijn aan de detectiegrens. Met andere woorden, als het resultaat voor een bepaalde dioxineverbinding $< 0,002$ ng is, dan wordt doorgerekend als ware het resultaat 0,002. De uiteindelijke berekende hoeveelheid dioxinen is dus een 'worst-case benadering'. Wanneer de lower-bound wordt berekend, wordt gesteld dat alle resultaten kleiner dan de bepalingsgrens nul zijn. Met andere woorden, als het resultaat voor een bepaalde dioxineverbinding $< 0,002$ ng is, dan wordt doorgerekend als ware het resultaat 0.

De resultaten staan in Tabel 39 en Tabel 40.

Tabel 39. dioxinenresultaten locatie ZALCO (fg TEQ/m³)

Start Datum	Eind datum	Monsters	Concentratie ten minste (Lower Bound) Fg TEQ/m ³	Concentratie ten hoogste (Upper Bound) fg TEQ/m ³
30-6-2011	14-7-2011	LOC1 Filter 1 LOC1 PUFF 1A LOC1 PUFF 1B Totaal (filter + PUFFs)	1 66 3 71	8 66 9 83
19-7-2011	25-7-2011	LOC1 Filter 2 2A 2B Totaal (filter + PUFFs)	1 monsterfout monsterfout 1	12 monsterfout monsterfout 12
25-7-2011	10-8-2011	LOC1 Filter 3 LOC1 PUFF 3A LOC1 PUFF 3B Totaal (filter + PUFFs)	1 1 2 4	9 9 8 25
10-8-2011	25-8-2011	LOC1 Filter 4 LOC1 PUFF 4A LOC1 PUFF 4B Totaal (filter + PUFFs)	2 10 0 12	8 14 7 29
25-8-2011	4-9-2011	LOC1 Filter 5 LOC1 PUFF 5A LOC1 PUFF 5B Totaal (filter + PUFFs)	16 37 20 73	23 38 21 82
4-9-2011	15-9-2011	Geen bemonstering		
15-9-2011	27-9-2011	LOC1 Filter 6 LOC1 PUFF 6A LOC1 PUFF 6B Totaal (filter + PUFFs)	11 23 0 33	15 26 9 51
27-9-2011	13-10-2011	LOC1 Filter 7 LOC1 PUFF 7A 7B Totaal (filter + PUFFs)	9 24 0 33	17 32 0 49
13-10-2011	3-11-2011	LOC1 Filter 8 LOC1 PUFF 8A LOC1 PUFF 8B Totaal (filter + PUFFs)	25 12 0 37	31 19 11 60

Tabel 40. Dioxinenresultaten locatie PTC en ND (fg TEQ/m³)

Locatie		Monsters	Concentratie ten minste (Lower Bound) Fg TEQ/m ³	Concentratie ten hoogste (Upper Bound) fg TEQ/m ³
Start Datum	Eind Datum			
Locatie PTC				
30-6-2011	7-7-2011	LOC2 Filter 1	0	16
		LOC2 PUFF 1A	4	18
		LOC2 PUFF 1B	0	16
		Totaal (filter + PUFFs)	4	50
11-7-2011	25-7-2011	LOC2 Filter 2	0	8
		LOC2 PUFF 2A	1	8
		LOC2 PUFF 2B	0	8
		Totaal (filter + PUFFs)	2	23
25-7-2011	7-8-2012	LOC2 Filter 3	1	7
		LOC2 PUFF 3A	1	7
		LOC2 PUFF 3B	0	6
		Totaal (filter + PUFFs)	1	20
10-8-2011	25-8-2011	LOC2 Filter 4	0	8
		LOC2 PUFF 4A	5	10
		LOC2 PUFF 4B	0	7
		Totaal (filter + PUFFs)	6	25
25-8-2011	8-9-2011	LOC2 Filter 5	0	8
		LOC2 PUFF 5A	4	9
		LOC2 PUFF 5B	0	7
		Totaal (filter + PUFFs)	4	25
8-9-2011	19-9-2011	LOC2 Filter 6	1	16
		LOC2 PUFF 6A	7	18
		LOC2 PUFF 6B	0	15
		Totaal (filter + PUFFs)	8	49
Locatie ND				
19-9-2011	13-10-2011	LOC2 Filter 7	4	7
		LOC2 PUFF 7A	15	17
		LOC2 PUFF 7B	0	4
		Totaal (filter + PUFFs)	19	28
13-10-2011	3-11-2011	LOC2 Filter 8	analysefout	analysefout
		LOC2 PUFF 8A	6	9
		LOC2 PUFF 8B	13	15
		Totaal (filter + PUFFs)	19	25

Bijlage 9 Additionele metingen: volledige lijst VOC

Tabel 41. Volledige analyse lijst van VOC en fosfine in canisters voor monster CA B01

Het beeld dat er weinig componenten worden aangetroffen is overeenkomstig de andere canisters (28 in totaal – niet allemaal in rapport opgenomen). Monsters waar wel componenten in zijn aangetroffen zijn gecondenseerd opgenomen in de hoofdttekst van dit rapport (hoofdstuk 5).

Sample name	52011162-12
Description	RZ IMG CA B01
Acquisitionfile	msdf00340
Units	µg/m ³
Limit of report	10
Phosphine *	<
Dichlorodifluoromethane (CFC12)	<
Chloromethane (methylchloride)	<
Chloroethene (vinylchloride)	<
1,2-Dichloro-1,1,2,-tetrafluorethane (CFC114)	<
Bromomethane (methylbromide)	<
1,3-Butadiene *	<
Trichloromonofluoromethane (CFC11)	<
1,1-Dichloroethene	<
Z-1,2-Dichloroethene(cis)	<
Ethylchloride (chloroethane)	<
Methylenechloride (dichloromethane)	<
1,1,2-Trichloro-1,2,2-trifluoroethane (CFC113)	<
Trichloromethane (chloroform)	<
3-Chloropropene *	<
Tetrachloromethane	<
1,1-Dichloroethane	<
Trichloroethylene (trichloroethene)	<
1,1,1-Trichloroethane	<
1,2-Dichloroethane	<
Benzene	<
Tetrachloroethylene (tetrachloroethene)	<
1,3-Dichloro-1-propene(cis)	<
1,2-Dichloropropane	<
1,3-Dichloro-1-propene(trans)	<
1,1,2-Trichloroethane	<
2-propenenitrile (acrylonitrile) *	<
1,2-Dibromoethane	<
Toluene	<
Chlorobenzene	<
1,1,2,2-Tetrachloroethane	<
m/p-Xylene	<
Styrene (vinylbenzene)	<
1,3-Dichlorobenzene	<

Tabel loopt door op volgende pagina

Vervolg Tabel 31

Ethylbenzene	<
1,4-Dichlorobenzene	<
o-Xylene	<
1,2-Dichlorobenzene	<
1,2,4-Trimethylbenzene	<
1-ethyl-4-methylbenzene (4-ethyltoluene) *	<
1,2,4-Trichlorobenzene	13
1,3,5-Trimethylbenzene	12
1,1,2,3,4,4-Hexachloro-1,3-butadiene (HCBD)	<

* No EPA TO14A compound

< kleiner dan de bepalingsgrens van 10 µg/m³

Bijlage 10 Principes van de risicobeoordeling

Normen noodzaak/wenselijkheid

Voor veel chemische stoffen bestaan normen die bedoeld zijn om de blootstelling te beperken. De meeste van deze normen geven aan boven welke dosering of concentratie een chemische stof nadelige effecten kan veroorzaken voor mens of milieu.

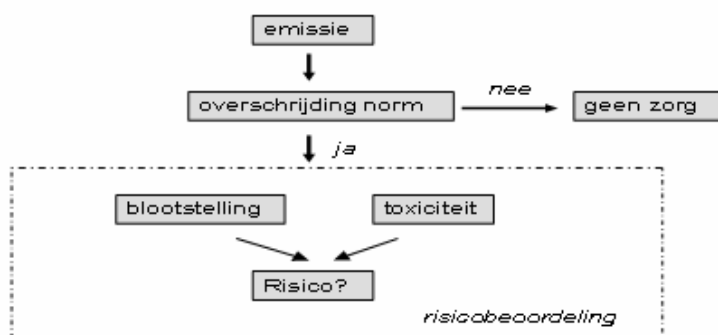
Soms zijn zij echter niet gebaseerd op gezondheidsrisico's, maar bijvoorbeeld op de laagste concentratie die nog technisch meetbaar is, omdat Europese regelgeving eist dat de blootstelling aan de betreffende stof wordt teruggedrongen.

Een dergelijke norm is een eerste instrument om te toetsen of blootstelling in een gegeven situatie acceptabel is of risico's kan induceren. Voor eenzelfde stof kunnen, afhankelijk van het beoogde beschermingsdoel (bijvoorbeeld werknemers versus algemene bevolking, kortdurende versus langdurende blootstelling), verschillende normen bestaan.

Zolang de blootstelling beneden de norm is, is er geen reden tot zorg (Figuur 37). Indien in een gegeven situatie een norm wél wordt overschreden, geeft dat aan dat er risico's voor mens of milieu kunnen optreden.

Dat hoeft lang niet altijd het geval te zijn. Het beleid kan bijvoorbeeld vastleggen dat een bepaalde norm die geldt voor langdurige blootstelling op geen enkele afzonderlijke dag overschreden mag worden. Het feit dat dat vanuit beleidsoogpunt niet is toegestaan, betekent niet automatisch dat een kortdurende overschrijding tot nadelige gezondheidseffecten zal leiden.

Om eventuele risico's bij overschrijding van een norm te kunnen beoordelen, is daarom gedetailleerde informatie nodig over de precieze hoogte en duur van de blootstelling en over de mogelijke gezondheidseffecten als gevolg van het specifieke blootstellingspatroon.



Figuur 37. Schematische weergave van relatie tussen normoverschrijding en risicobeoordeling

Uiteraard kent elke risicobeoordeling, ook die van de blootstelling aan stoffen die door het RIVM zijn onderzocht, zijn onzekerheden. Het is niet altijd mogelijk om deze onzekerheden in maat en getal uit te drukken. Daarom wordt bij

risicobeoordelingen een conservatieve aanname gevolgd – een zogenoemde ‘worst-casebenadering’ – met onzekerheidsmarges.

De verwachting is dat daarmee de uitkomst, binnen de marges van onzekerheden, eerder een overschatting is van het risico dan een onderschatting.

Thermphos

Normen

Toegepast op de situatie rondom Thermphos betekent het dat eerst onderzocht zal worden of bestaande normen worden overschreden. Het gaat dan zowel om normen die het veilige niveau aangeven voor langdurige blootstelling, als om normen die aangeven of kortdurende blootstelling tot gezondheidseffecten zou kunnen leiden.

Ook zijn er verschillen tussen normen voor de algemene bevolking en normen voor werknemers; de eerstgenoemde zijn in het algemeen lager. Omdat niet duidelijk is hoe stoffen moeten worden getoetst die niet op het eigen maar op een ander bedrijf vrijkomen, is voorzichtigheidshalve getoetst aan normen voor de algemene bevolking. Indien deze niet overschreden worden, kan gesteld worden dat normen voor werkers ook niet worden overschreden.

Als er geen sprake is van normoverschrijding, worden er van stoffen met een drempelwaarde (zie verder) geen gezondheidseffecten verwacht. Als dat wel het geval is, als er wél sprake is van normoverschrijding, moet in detail worden gekeken of de normoverschrijding aanleiding kan geven tot gezondheidseffecten.

Wel of geen drempelwaarde

Voor stoffen mét drempelwaarde wordt ervan uitgegaan dat er beneden die waarde, d.w.z. beneden de norm, geen effecten zijn. Er zijn ook stoffen waarvoor geen drempelwaarde kan worden afgeleid; dat zijn bijvoorbeeld stoffen die kanker kunnen veroorzaken. Ook fijn stof heeft wel een norm, maar bij die norm zijn er nog steeds effecten mogelijk.

Omdat er voor deze stoffen dus geen concentratie zonder effect kan worden afgeleid, zijn de normen die voor deze stoffen bestaan, gebaseerd op een aanvaardbaar geacht risico.

Stank prikkeling slijmvliezen

Omdat overlast door stank en prikkeling van slijmvliezen een belangrijke klacht is van omwonenden en werknemers, is ook onderzocht welke stoffen hiervoor verantwoordelijk kunnen zijn.

Dit is een uitgave van:

**Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu**

Postbus 1 | 3720 BA Bilthoven
www.rivm.nl