

RIVM rapport 609021028/2004

**Milieu- en gezondheidsonderzoek in de leefomgeving
van Van Voorden gieterij te Zaltbommel: samenvatting
van de deelonderzoeken**

M.G. Mennen, J.M.I. Kwekkeboom*,
M.H. Broekman en N. van Brederode*

* GGD Rivierenland

Dit onderzoek werd verricht in opdracht en ten laste van de gemeente Zaltbommel in het kader van het project M/609023 'Ondersteuning lagere overheden' en ten laste van de VROM-Inspectie in het kader van het project M/609021 'Raamproject adhoc ondersteuning Inspectieonderzoek'.

Het deelonderzoek van GGD Rivierenland is uitgevoerd in opdracht van de gemeente Zaltbommel.

Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), Postbus 1, 3720 BA Bilthoven,
telefoon: 030 - 274 91 11, fax: 030 - 274 29 71

GGD Rivierenland, Postbus 6062, 4200 HB Tiel, telefoon: 0344 - 69 87 00, fax: 0344 -
69 87 99

Rapport in het kort

Milieu- en gezondheidsonderzoek in de leefomgeving van Van Voorden gieterij te Zaltbommel: samenvatting van de deelonderzoeken

Naar aanleiding van onrust bij omwonenden van een metaalgieterij is een onderzoek uitgevoerd om vast te stellen welke stoffen door de metaalgieterij worden uitgestoten en in welke hoeveelheden. Ook is gemeten hoe hoog de concentraties en depositie van deze stoffen in de leefomgeving zijn en wat de gezondheidsrisico's voor de omwonenden zijn als gevolg van blootstelling aan deze stoffen. Daarnaast is met behulp van dagboekjes, vragenlijsten en de kankerregistratie inzicht verkregen in aard, omvang en mate van gezondheidsklachten en hinder bij omwonenden.

Het onderzoek is uitgevoerd door het RIVM en de GGD Rivierenland in opdracht van de gemeente Zaltbommel en de VROM-Inspectie regio Oost.

Conclusie is dat voor bepaalde stoffen die de gieterij emitteert er sprake is van verhoogde blootstelling in de wijk ten opzichte van achtergrondniveaus. Er worden geen gezondheidskundige grenswaarden overschreden. Het aantal borstkankergevallen in de wijk is verhoogd ten opzichte van wat normaal gesproken verwacht kan worden, maar er kan geen verband gelegd worden met omgevingsfactoren. Er is verder geen verhoogd aantal gezondheidsklachten en/of aandoeningen gevonden, maar er is wel sprake van een hoge mate van (geur)hinder, ongerustheid en ontevredenheid bij omwonenden.

Abstract

Investigation on the quality of the environment and health in the residential area near the Van Voorden BV foundry in Zaltbommel, The Netherlands: individual studies summarised

An investigation to assess health risks was commissioned by the Zaltbommel municipality and the Inspectorate of the Netherlands Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment in response to residents' concern about possible health effects due to emissions from the Van Voorden BV foundry in Zaltbommel. The emission of gaseous and particulate compounds from the foundry was measured, along with the concentrations and deposition of emitted compounds in the neighbourhood. The exposure of residents to compounds emitted from the foundry was quantified and compared to toxicological limits. Parallel to this, a survey was carried out among the residents, in which they were asked to keep a journal on annoyance and to complete a questionnaire on health, annoyance and well-being. Incidence rates were evaluated on the basis of cancer registration data. Measurement results showed that concentrations and deposition of foundry-related compounds were high relative to background levels; however, toxicological limits were not exceeded at all. Breast cancer incidence was significantly higher than expected, but no relation with environmental compounds could be established. No differences in self-reported health were reported, but results did show a high level of annoyance and anxiety combined with a low level of satisfaction concerning quality of life.

Voorwoord

Dit rapport beschrijft een onderzoek naar de potentiële blootstelling aan stoffen als gevolg van de emissies van de het bedrijf Van Voorden Gieterij BV te Zaltbommel en naar de gezondheidsklachten en hinder van omwonenden van het bedrijf. Het onderzoek is uitgevoerd door het RIVM en de GGD Rivierenland in opdracht van de gemeente Zaltbommel en de VROM-Inspectie regio Oost.

Het onderzoek is begeleid door een commissie, bestaande uit vertegenwoordigers van de betrokken partijen en geleid door een onafhankelijk voorzitter. De volgende personen namen deel aan de commissie:

- Dhr. prof. dr. A.B. Ringeling, hoogleraar bestuurskunde, Erasmus Universiteit Rotterdam, voorzitter van de commissie
- Dhr. ir. R. Hackert, wethouder gemeente Zaltbommel
- Dhr. S. Wakelkamp, medewerker gemeente Zaltbommel, secretaris van de commissie
- Mevr. ing. C. van Zuthem, hoofd afdeling Bouw- en milieuzaken, gemeente Zaltbommel
- Dhr. ir. K. Waterlander, VROM-Inspectie regio Oost
- Dhr. F. Bekhuis, provincie Gelderland, Dienst Milieu en Water
- Mevr. J.C.H. Schuurmans, omwonende van het bedrijf
- Mevr. L.I. Tijssen, omwonende van het bedrijf
- Dhr. dr. ir. W.G. van Inzen, omwonende van het bedrijf
- Dhr. drs. ing. J.G. Vollenbroek, deskundige namens de omwonenden
- Dhr. J.A. Meeuwissen, directeur Van Voorden Gieterij BV
- Dhr. W. van Overdam, medewerker Van Voorden Gieterij BV
- Dhr. M. van der Slik, KWA Bedrijfsadviseurs, deskundige namens Van Voorden Gieterij BV
- Dhr. drs. G.C. Geujen, Actorion, communicatieadviseur

Deze begeleidingscommissie had de volgende taken:

1. het adviseren van de opdrachtgevers en de onderzoekers inzake de opzet van de te verrichten onderzoeken, meetplannen en eventuele vervolgonderzoeken;
2. het toezien op een juiste en objectieve wijze van uitvoering van de betreffende onderzoeken en meetplannen;
3. het vervullen van een intermediaire functie voor de achterban (bewoners en betrokken organisaties) om draagvlak te genereren voor het onderzoek en de uiteindelijke resultaten en gevolgen;
4. het adviseren van het college van burgemeester en wethouders over de door het college te nemen vervolgstappen na het bekend worden van de resultaten van de diverse onderzoeken.

De commissie is zowel in de voorbereidingsfase als tijdens het onderzoek een aantal malen bijeengewees om de voortgang te bewaken, (tussentijdse) resultaten en rapportages te bespreken en zo nodig adviezen uit te brengen voor bijstelling van de onderzoeken.

Daarnaast is een technische commissie in het leven geroepen om de door het RIVM

uitgevoerde delen van het onderzoek (het emissieonderzoek en het immissie-, gewas- en depositieonderzoek) technisch-inhoudelijk te begeleiden. De technische commissie had tot taak zowel de onderzoekers als de begeleidingscommissie te adviseren over de voortgang, resultaten en rapportages van de onderzoeken.

Deze technische commissie bestond uit:

- Dhr. F.P.E. Warrens, medewerker gemeente Zaltbommel
- Mevr. M.A.A. Blom, Intergemeentelijk Orgaan Rivierenland, Milieu Advies Dienst
- Dhr. ir. K. Waterlander, VROM-Inspectie regio Oost
- Dhr. dr. C.J.M. van den Bogaard, VROM-Inspectie accountmanagement
- Dhr. F. Bekhuis, provincie Gelderland, Dienst Milieu en Water
- Dhr. drs. ing. J.G. Vollenbroek, deskundige namens de omwonenden
- Dhr. M. van der Slik, KWA Bedrijfsadviseurs, deskundige namens Van Voorden Gieterij BV

Het gezondheidsonderzoek is inhoudelijk begeleid door een wetenschappelijke commissie, bestaande uit:

- Mw. Dr. Ir. I. Van Kamp, senior onderzoeker Centrum Voor Milieu-Gezondheid Onderzoek, RIVM
- Dhr. P. Van Den Hazel, medisch milieukundige Hulpverleningsdienst Gelderland Midden
- Mw. I. Akkersdijk, medisch milieukundige GGD Zuid Holland Zuid

Inhoud

Samenvatting.....	9
1 Inleiding.....	11
1.1 Beschrijving van de problematiek.....	11
1.2 Aanleiding tot het onderzoek.....	12
1.3 Leeswijzer.....	13
2 Doel en opzet van het onderzoek.....	15
2.1 Doel.....	15
2.2 Opzet.....	15
3 Emissieonderzoek.....	17
3.1 Inleiding.....	17
3.1.1 Overzicht van de bedrijfsprocessen.....	17
3.2 Doel.....	18
3.3 Opzet.....	18
3.4 Uitvoering.....	19
3.5 Resultaten.....	20
3.6 Conclusies emissieonderzoek.....	22
4 Immissieonderzoek.....	25
4.1 Inleiding.....	25
4.2 Doel.....	25
4.3 Opzet.....	26
4.3.1 Selectie van de te meten componenten.....	26
4.3.2 Meetprogramma.....	26
4.4 Uitvoering.....	28
4.5 Representativiteit.....	29
4.5.1 Analyse van de weersgegevens.....	29
4.5.2 Analyse van de productiecijfers.....	32
4.5.3 Conclusie over representativiteit.....	35
4.6 Resultaten.....	36
4.6.1 Continue luchtmetingen.....	36
4.6.2 Intensieve luchtmetingen.....	39
4.6.3 Luchtmetingen op zeswaardig chroom.....	41
4.6.4 Depositietingen.....	42
4.6.5 Gewasonderzoek.....	42
4.7 Evaluatie van de blootstelling en gezondheidsrisico's.....	43
4.7.1 Blootstellingsroutes.....	43
4.7.2 Blootstelling door inademing.....	45
4.7.3 Orale blootstelling.....	47
4.7.4 Risico's door blootstelling aan meerdere stoffen tegelijk.....	52
4.8 Conclusies immissieonderzoek.....	54
5. Gezondheidsonderzoek.....	57
5.1 Dagboekonderzoek.....	57
5.1.1 Doel.....	57
5.1.2 Methode.....	57
5.1.3 Resultaten.....	58
5.1.4 Conclusies dagboekonderzoek.....	66

5.2 Vragenlijstonderzoek	66
5.2.1 Doel.....	66
5.2.2 Methode	67
5.2.3 Resultaten.....	68
5.2.4 Conclusies vragenlijstonderzoek	71
5.3 Onderzoek naar kankercluster.....	71
5.3.1 Inleiding	71
5.3.2 Methode	72
5.3.3 Resultaten.....	74
5.3.4 Relatie met omgevingsfactoren	75
5.3.5 Conclusies kankercluster onderzoek	76
6. Conclusies.....	77
Met dank	79
Literatuur	81
Bijlage 1. Plattegrond Van Voorden Gieterij BV en de bemeten emissiepunten	86
Bijlage 2. Totale maximale massastromen uit het bedrijf.....	87
Bijlage 3. Overzicht meetlocaties.....	88
Bijlage 4. Overzicht locaties chroom (VI) metingen	89
Bijlage 5: Overzicht van concentraties in de lucht en bijbehorende grenswaarden voor inademing ..	90

Samenvatting

Dit rapport beschrijft een onderzoek naar de potentiële blootstelling aan stoffen als gevolg van de emissies van het bedrijf Van Voorden Gieterij BV te Zaltbommel en naar de gezondheidsklachten en hinder van omwonenden van het bedrijf.

Van Voorden Gieterij BV in Zaltbommel maakt bronzen sloopschroeven en diverse soorten gietstukken van ijzerhoudende legeringen. De metaalgieterij ligt op zeer korte afstand van een woongebied. Als gevolg van de bedrijfsactiviteiten emitteert de gieterij een aantal stoffen naar de lucht, onder andere stofdeeltjes, zware metalen en gasvormige verbindingen waaronder formaldehyde en een aantal zwavelhoudende gassen. Bij omwonenden van de metaalgieterij is onrust ontstaan over de gevolgen voor de gezondheid, die de activiteiten van het bedrijf met zich mee brengen. Naast acute klachten en hinder werden door de bewoners ook chronische klachten van hart, longen (longontstekingen bij kinderen), bovenste luchtwegen, maagdarmsstelsel en kanker aan de emissies toegeschreven.

Het RIVM heeft bij het bedrijf en in de wijk metingen verricht bestaande uit twee deelonderzoeken, te weten:

1. Een emissieonderzoek, met als doel vast te stellen welke stoffen door de metaalgieterij worden uitgestoten en in welke hoeveelheden.
2. Een immissieonderzoek, om na te gaan hoe hoog de concentraties en depositie van deze stoffen op leefniveau zijn in vergelijking met achtergrondniveaus in Nederland. Ook is beoordeeld of blootstelling aan deze stoffen gezondheidsrisico's met zich mee kan brengen door de gemeten concentraties en de berekende blootstelling te vergelijken met luchtkwaliteitseisen en gezondheidkundige normen.

De GGD Rivierland heeft met behulp van dagboekjes, vragenlijsten en de kankerregistratie onderzoek gedaan met als doel inzicht te krijgen in aard, omvang en mate van gezondheidsklachten en hinder van de omwonenden van het bedrijf.

Door integratie van de deelonderzoeken is beoordeeld of een verband tussen de blootstelling aan stoffen uit de gieterij en de vastgestelde gezondheidsklachten aannemelijk is.

Conclusie van het onderzoek is dat voor bepaalde stoffen die de gieterij emitteert er sprake is van verhoogde blootstelling in de wijk ten opzichte van achtergrondniveaus. Er worden geen gezondheidkundige grenswaarden overschreden.

Er is sprake van een hoge mate van (geur)hinder, ongerustheid en ontevredenheid bij de bewoners in Zaltbommel. Er is geen verhoogd aantal gezondheidsklachten en/of aandoeningen gevonden. Het aantal borstkankergevallen in de wijk is verhoogd ten opzichte van wat normaal gesproken verwacht kan worden, maar er kan geen verband gelegd worden met omgevingsfactoren.

1 Inleiding

1.1 Beschrijving van de problematiek

Het bedrijf Van Voorden Gieterij BV in Zaltbommel maakt bronzen sloopschroeven en diverse soorten gietstukken van ijzerhoudende legeringen. De metaalgieterij ligt op zeer korte afstand van een woongebied. Als gevolg van de bedrijfsactiviteiten emiteert de gieterij een aantal stoffen naar de lucht, onder andere stofdeeltjes, aan stofdeeltjes gebonden componenten – in het bijzonder zware metalen – en gasvormige verbindingen waaronder formaldehyde en een aantal zwavelhoudende gassen. Er is sprake van regelmatig optredende, kortdurende emissies tijdens smelten, gieten en vormen van de producten. Tijdens het gieten van de smelt in de gietpan komt zogenaamde gietrook vrij. Bij het gieten van de smelt in de vorm wordt, onder meer door contact van de hete smelt met koolstofachtige bestanddelen van de gietvorm, zogenaamd gietgas – een mengsel van gassen en stofdeeltjes – geëmitteerd. Daarnaast worden er min of meer continu stoffen geëmitteerd tengevolge van onder meer het slijpen en afbramen van gietproducten. De stoffen komen via dak- en muurventilatoren, dus op gebouwhoogte, ongereinigd vrij en kunnen zich, mede vanwege de structuur van de bedrijfsgebouwen, niet optimaal verspreiden.

Bij omwonenden van de metaalgieterij is onrust ontstaan over de gevolgen voor de gezondheid, die de activiteiten van het bedrijf met zich mee brengen. Uit een kort inventariserend onderzoek door de GGD Rivierenland in 1999 is gebleken dat de omwonenden tijdens het optreden van emissies met name acute klachten hebben van de ogen, de luchtwegen en de huid. Het betreft klachten van irritatie van ogen, neus, keel en huid en acute benauwdheid. Tijdens het optreden van deze emissies gingen bewoners naar binnen. Dit leverde een belemmering van hun bewegingsvrijheid op. Naast acute klachten werden ook chronische klachten van hart, longen (longontstekingen bij kinderen), bovenste luchtwegen en maagdarmselsel aan de emissies toegeschreven. Een aantal omwonenden en voormalige omwonenden heeft kanker. Het aantal kankergevallen wordt door hen als hoog ervaren en ook in verband gebracht met de uitstoot door het bedrijf. Daarnaast zeggen omwonenden hinder te ondervinden van de activiteiten van de fabriek. De hinder betreft stank, mogelijk afkomstig van de gietrook en de gietgassen, en verder overlast door geluid en verwaaiend stof, onder andere metaalachtige deeltjes afkomstig van slijp- en braamwerkzaamheden.

Sinds 1999 is het bedrijf gestopt met de productie van mangaanbrons, een proces waarbij veel overlast werd ervaren. Niettemin zeggen omwonenden sindsdien nog steeds klachten te hebben.

1.2 Aanleiding tot het onderzoek

In juni 2002 is op initiatief van omwonenden het weefsel van een borst van één der omwonenden, die is geopereerd aan borstkanker, geanalyseerd op zware metalen. De resultaten van dit weefselonderzoek zijn middels een brief van één van de omwonenden gemeld aan de gemeente, de VROM-Inspectie en de minister van VROM. De brief bevatte tevens een door de omwonenden samengestelde lijst van gezondheidsklachten en een dringend verzoek tot ingrijpen. Daarnaast hebben bewoners een brief gestuurd aan de gemeente Zaltbommel waarin zij de onzekerheid over hun gezondheidsrisico naar voren brachten en verzochten om een nader onderzoek naar concentraties in hun leefomgeving en gezondheidsonderzoek, met name het vóórkomen van kanker en luchtwegklachten.

Naar aanleiding hiervan is door een aantal instanties gezamenlijk geïnventariseerd wat er tot dan toe aan onderzoek was verricht en welke gegevens nog ontbraken om duidelijkheid te verkrijgen over een al dan niet bestaande relatie tussen de gemelde gezondheidsklachten en de uitstoot van het bedrijf. Deze instanties waren de VROM-Inspectie regio Oost, de gemeente Zaltbommel, de provincie Gelderland, de GGD Rivierenland, het Intergemeentelijk Orgaan Rivierenland (IOR) en het RIVM.

Uit de inventarisatie bleek dat er weliswaar enkele onderzoeken waren uitgevoerd naar de emissies van het bedrijf, maar dat er geen nauwkeurig beeld was van de concentraties op leefniveau. Ook eerder uitgevoerd onderzoek naar bodemverontreiniging en concentraties in groenten uit de tuinen van omwonenden leverden onvoldoende gegevens om de mogelijke blootstelling van omwonenden aan schadelijke stoffen te bepalen.

Geconcludeerd werd dat aanvullend onderzoek noodzakelijk was. Dit aanvullend onderzoek zou gericht moeten zijn op de omvang en de samenstelling van de emissies, de concentraties schadelijke stoffen in de lucht op leefniveau (continu en tijdens het optreden van emissies bij een aantal processen binnen het bedrijf) en de gehalten aan schadelijke stoffen in gewassen en neergedaalde stofdeeltjes. Daarnaast werd het wenselijk geacht om met behulp van vragenlijsten en dagboeken de gezondheidsklachten en hinder van omwonenden zo volledig mogelijk te inventariseren.

Behalve de uitstoot uit het bedrijf werden ook de emissies van het verkeer op de nabijgelegen rijksweg A2 als mogelijke bron voor gezondheidsrisico's gezien. In het aanvullend onderzoek zou daar rekening mee moeten worden gehouden.

Het RIVM en de GGD Rivierenland hebben samen een onderzoeksvoorstel opgesteld, waarin invulling werd gegeven aan de bovengenoemde wensen. Dit voorstel is besproken met de betrokken instanties en de begeleidingscommissie (zie voorwoord) en na enkele aanpassingen geaccordeerd. De gemeente Zaltbommel heeft vervolgens het RIVM en de GGD Rivierenland opdracht gegeven het onderzoek uit te voeren. De VROM-Inspectie regio Oost heeft het onderzoek mee gefinancierd.

1.3 Leeswijzer

Dit rapport is als volgt opgebouwd. In hoofdstuk 2 worden de doelstelling en globale opzet van het onderzoek beschreven. Het totale onderzoek is gesplitst in drie deelonderzoeken, namelijk een emissieonderzoek, een immissieonderzoek en een gezondheidsonderzoek. De hoofdstukken 3 tot en met 5 bevatten samenvattingen van deze deelonderzoeken. In hoofdstuk 4 wordt ook aandacht gegeven aan de representativiteit van het onderzoek, door middel van een analyse van de weersomstandigheden en de productie van het bedrijf tijdens de meetcampagne en over meerdere jaren. In hoofdstuk 6 staan de conclusies van het onderzoek.

Voor een volledige beschrijving over de opzet, resultaten en conclusies van de deelonderzoeken wordt verwezen naar de afzonderlijke rapporten (Broekman *et al.*, 2004; Mennen *et al.*, 2004; Kwekkeboom en van Brederode, 2004).

2 Doel en opzet van het onderzoek

2.1 Doel

Het doel van het onderzoek is:

1. vast te stellen of de omwonenden van Van Voorden Gieterij BV worden blootgesteld aan verhoogde concentraties¹ van stoffen, in het bijzonder stoffen die door het bedrijf worden uitgestoten;
2. na te gaan of de concentraties van deze stoffen op leefniveau gezondheidsrisico's met zich mee kunnen brengen door deze concentraties te vergelijken met luchtkwaliteitseisen en gezondheidskundige normen;
3. inzicht te krijgen in aard, omvang en mate van gezondheidsklachten en hinder van de omwonenden, waarbij een vergelijking met landelijke gegevens wordt gemaakt;
4. te beoordelen of een verband tussen de blootstelling aan stoffen uit de gieterij en de vastgestelde gezondheidsklachten aannemelijk is.

2.2 Opzet

Het totale onderzoek is gesplitst in drie deelonderzoeken, namelijk:

1. Een emissieonderzoek, gericht op het bepalen van de omvang en samenstelling van de emissies aan gassen en stofdeeltjes die vrijkomen bij de bedrijfsprocessen tijdens het smelten, gieten, vormen, slijpen en bramen. Ook de vrachten (emissies) van deze gassen, stofdeeltjes en daarin voorkomende componenten (in het bijzonder zware metalen) zullen worden bepaald. De resultaten van deze metingen worden gebruikt om te bepalen welke stoffen in de volgende onderdelen van het onderzoek zullen worden gemeten.
2. Een immissieonderzoek in de leefomgeving van het bedrijf. Dit immissieonderzoek bestaat uit metingen van de concentraties schadelijke stoffen in de lucht op leefniveau. Er worden continue metingen gedaan op twee vaste locaties gedurende een aantal weken en er worden extra metingen verricht op enkele dagen tijdens het optreden van emissies bij giet- en smeltprocessen. Daarnaast wordt onderzoek gedaan naar de depositie van stofgebonden componenten (in het bijzonder zware metalen) in de woonomgeving rond het bedrijf. Tenslotte worden monsters genomen gewassen in de woonomgeving rond het bedrijf. Deze gewassen worden geanalyseerd op schadelijke stoffen, in het bijzonder zware metalen.
3. Een gezondheidsonderzoek, bestaande uit een vragenlijstsonderzoek naar gezondheidsklachten en hinder onder de omwonenden van het bedrijf en een controlegroep, en een dagboekonderzoek over hinder onder een aantal omwonenden.

¹ Bedoeld wordt verhoogd ten opzichte van 'normaal' voorkomende concentraties in de lucht in stedelijk gebied, ook wel stadsachtergrondconcentraties genoemd.

Verder wordt onderzoek gedaan naar mogelijke kankerclusters in de woonwijk.

Uitgebreidere beschrijvingen van de opzet van deze deelonderzoeken zijn te vinden in de hoofdstukken 3 tot en met 5.

Het emissie- en het immissieonderzoek worden uitgevoerd door het RIVM en het gezondheidsonderzoek door de GGD Rivierenland. De RIVM-onderzoeken richten zich met name op de eerste twee doelen van het totale onderzoek, terwijl het onderzoek van de GGD is gericht op het derde doel. Door integratie van de resultaten van de deelonderzoeken kan de beoordeling uit de vierde doelstelling worden gemaakt.

3 Emissieonderzoek

3.1 Inleiding

Het bedrijf Van Voorden Gieterij BV in Zaltbommel produceert metalen gietstukken. Er worden gietstukken van twee typen legeringen gemaakt, namelijk van nikkel-aluminium brons (dit betreft voornamelijk scheepsschroeven) en van diverse soorten ferro-legeringen (dit betreft allerhande producten).

Bij de productieprocessen kan een aantal activiteiten worden onderscheiden die in mindere of meerdere mate aanleiding kunnen geven tot emissies van verschillende soorten gassen en stofdeeltjes naar de lucht. Deze gassen en stofdeeltjes worden voornamelijk via dak- en muurventilatoren (de zogenaamde emissiepunten), die in de hallen aanwezig zijn, uitgestoten. Door verspreiding via de lucht komen de stoffen terecht in de leefomgeving, in de lucht maar ook op de bodem en op gewassen. Dit laatste proces wordt depositie genoemd en betreft met name grotere stofdeeltjes, veelal aangeduid als grof stof.

3.1.1 Overzicht van de bedrijfsprocessen

In deze paragraaf wordt een kort overzicht gegeven van de meest relevante processen en de bedrijfshallen waarin de verschillende processen plaatsvinden. De bedrijfshallen zijn aangegeven op de plattegrond in Bijlage 1. De belangrijkste bedrijfshallen zijn:

- De smeltbedrijven (hallen 2 en 24). Hier worden de grondstoffen voor de legeringen gesmolten.
- De vormrij industrieel gietwerk (hal 12). In deze hal worden de gietstukken van ferrolegeringen vervaardigd.
- De vormrij schroeven (hal 22). In deze hal worden de gietstukken van nikkel-aluminium (NiAl) brons vervaardigd.
- De slijperij (hal 33). Hier worden de scheepsschroeven en daaraan gerelateerde producten geslepen.
- De bramerij (hal 54). Hier worden de gietstukken van ferrolegeringen afgebraamd en geslepen.
- De HODI (hal 59). In deze hal vinden las- en snijwerkzaamheden en andere metaalbewerkingen plaats.

Daarnaast bevinden zich enkele andere bedrijfsruimtes op het terrein, zoals het kantoor, een lab en een timmerwerkplaats. Hier vinden geen of geen noemenswaardige emissies plaats.

Deze meest relevante processen zijn:

- a) smelten van de basis grondstof in de elektro-ovens in de hallen 2 en 24;
- b) gieten van de smelt uit de oven in de gietpan in de hallen 2 en 24;
- c) gieten van de smelt uit de gietpan in de vormzand-mallen in de hallen 12, 22 en 29;
- d) coaten en uitbranden (chemisch binden) van de vormzand-mallen in hal 12, 22 en 29;

- e) uitbreken van de mallen die gemaakt zijn van chemisch gebonden vormzand in hal 12;
- f) het regenereren van het brekerzand tot herbruikbaar vormzand in de zandbreker in hal 12;
- g) het slijpen van NiAl brons-gietstukken in hal 33;
- h) het afbramen van ferro-gietstukken in hal 54 en
- i) de uitvoering van de las- en snijwerkzaamheden en overige metaalbewerkingen in de HODI.

Uit het bovenstaande overzicht blijkt, dat in sommige hallen meerdere processen plaatsvinden.

3.2 Doel

Het doel van het emissieonderzoek is vast te stellen *welke stoffen* door Van Voorden Gieterij BV worden uitgestoten (samenstelling) en *in welke hoeveelheden* die stoffen worden uitgestoten (omvang). Dit inzicht in de uitstoot van het bedrijf is van belang voor het onderzoek in de leefomgeving, dat bestaat uit metingen in de lucht en analyses van veeg- en grasmonsters. De resultaten van het emissieonderzoek dienen om vast te stellen welke stoffen in de leefomgeving (lucht, veegmonsters en gras) zullen worden onderzocht.

3.3 Opzet

Voorafgaand aan het emissieonderzoek zijn de volgende activiteiten verricht:

- Er is door literatuurstudie informatie verzameld over processen in en emissies van metaalgieterijen in het algemeen.
- Er is informatie opgevraagd bij het bedrijf Van Voorden Gieterij BV over de processen in de verschillende bedrijfshallen, de producten, de gebruikte grondstoffen en de emissiepunten.
- Door het ingenieursbureau Pro Monitoring zijn in opdracht van het bedrijf in 1999 en in 2001 emissiemetingen verricht (Pro Monitoring, 1999; 2001). De rapportages van deze onderzoeken zijn uitvoerig bestudeerd en de resultaten zijn gebruikt bij het opstellen van het meetplan voor het emissieonderzoek.
- Door de technische commissie (zie voorwoord) is een bezoek gebracht aan het bedrijf. Hierbij waren ook deskundigen van TNO-MEP op het gebied van emissiemetingen aanwezig. Tijdens dit bezoek zijn alle bedrijfshallen en de daarin aanwezige emissiepunten uitvoerig bekeken. Tevens zijn de relevante bedrijfsactiviteiten (smelten, uitgieten, vormen, uitbreken, gieten, slijpen, afbramen en lassen) en daaraan gerelateerde processen zoals rookontwikkeling en stofvorming waargenomen.

Op basis van de verzamelde informatie en het bezoek aan het bedrijf is een meetplan voor het emissieonderzoek opgesteld. In dit meetplan is vastgesteld:

- bij welke emissiepunten metingen worden verricht;
- op welke stoffen er bij elk van de geselecteerde emissiepunten metingen worden verricht;
- hoe lang en hoe vaak er bij elk emissiepunt wordt gemeten.

Het volledige meetplan is beschreven in Broekman *et al.* (2004). De bemeten emissiepunten zijn vermeld op de plattegrond in Bijlage 1.

Voor twee emissiepunten is besloten om in dit onderzoek geen metingen te verrichten, namelijk de zandbreker en de ventilatoren van de HODI.

De HODI is een bedrijfshal waar voornamelijk las- en snijwerkzaamheden worden verricht.

Voor de zandbreker wordt gebruikt gemaakt van gegevens die door Pro Monitoring zijn gemeten, in combinatie met analyses van een steekmonster zand uit de zandbreker. Voor de HODI wordt in eerste instantie gebruik gemaakt van kentallen (meetwaarden uit andere onderzoeken). De reden om bij deze punten geen metingen te doen is dat er, anders dan bij de emissiepunten van bijvoorbeeld de hal waar ferro-gietstukken worden gegoten, geen andere stoffen werden verwacht dan al bekend was uit de bestudeerde informatie.

Daarnaast speelden praktische problemen van technische aard een rol.

3.4 Uitvoering

Het emissieonderzoek vond plaats in de week van 24 tot en met 28 maart 2003 en bestond uit de volgende activiteiten:

- Het bepalen van het debiet (dat is de snelheid waarmee de lucht het emissiepunt uitstroomt) van elk geselecteerd emissiepunt.
- Het nemen van luchtmonsters bij de geselecteerde emissiepunten en het analyseren van de genomen monsters in het laboratorium. Een deel van de luchtmonsters is ter plaatse geanalyseerd in een mobiel laboratorium met behulp van een instrument waarmee ook onbekende stoffen (dat wil zeggen stoffen waarvan op voorhand niet bekend was dat ze door het bedrijf werden uitgestoten) kunnen worden geïdentificeerd.
- Directe metingen van de concentraties aan stofdeeltjes en koolwaterstoffen bij een aantal emissiepunten.
- Het nemen van veegmonsters van aanwezige stofdeeltjes op de daken van het smeltbedrijf en de vormrij industrieel gietwerk (de bedrijfsruimte, waar de ferro-legeringen worden gegoten) en op de vloeren van de slijperij en bramerij. Deze veegmonsters zijn eveneens geanalyseerd in het laboratorium.

De monsternemingen, debietbepalingen en de directe metingen zijn uitgevoerd door TNO-MEP, afdeling Processen en Applicaties, in opdracht en onder toezicht van het RIVM. TNO-MEP heeft de beschikking over de nodige expertise en meetfaciliteiten voor emissiemetingen.

De analyses zijn grotendeels uitgevoerd door RIVM. Een beperkt aantal analyses is

uitbesteed aan TNO-MEP en aan ASCOR BV.

Er zijn analyses verricht op zowel van tevoren vastgestelde stoffen – op basis van de verzamelde informatie – maar ook op onbekende stoffen, dat wil zeggen stoffen waarvan op voorhand niet bekend was dat ze door het bedrijf werden uitgestoten. Hiervoor is een zogenaamde screening-analysetechniek toegepast op een deel van de genomen monsters.

3.5 Resultaten

De resultaten van het emissieonderzoek zijn beschreven in Broekman *et al.* (2004) en Olthuis (2003). Het laatstgenoemde rapport, dat betrekking heeft op de werkzaamheden van TNO-MEP, is ook als bijlage opgenomen in Broekman *et al.* (2004).

In dit hoofdstuk worden alleen de meest relevante resultaten van de emissiemetingen besproken.

Uit de meet- en analysegegevens is, per proces en per bedrijfshal, berekend welke hoeveelheden van de aangetoonde stoffen worden uitgestoten. Vervolgens is per stof de totale emissie – dat wil zeggen de uitstoot uit alle bedrijfshallen samen – uit het bedrijf berekend. De totale emissie per stof is weergegeven in Bijlage 2.

Voor elke stof is de totale emissie vergeleken met de grensmassastroom uit de Nederlandse Emissie Richtlijnen (de NeR)². Deze grensmassastromen zijn ook vermeld in de tabel in Bijlage 2. De vergelijking van de emissies met de NeR grensmassastromen heeft tot doel te bepalen welke stoffen in zodanige mate worden uitgestoten dat ze in het onderzoek in de leefomgeving nader onderzocht moeten worden. De vergelijking heeft uitdrukkelijk *niet* tot doel de uitstoot van het bedrijf te *toetsen* aan de grensmassastromen uit de NeR.

Op grond van de vergelijking van de emissies met de NeR grensmassastromen zijn drie groepen stoffen onderscheiden:

- a) Stoffen die in relatief grote mate worden uitgestoten. Met ‘relatief grote mate’ wordt bedoeld ongeveer even hoog of zelfs hoger dan de NeR grensmassastroom. Deze groep stoffen zal in het immiszieonderzoek zeker meegenomen moeten worden.
- b) Stoffen die in minder grote mate worden uitgestoten. Met ‘minder grote mate’ wordt bedoeld lager dan de NeR grensmassastroom, maar toch duidelijk aantoonbaar. Van deze groep stoffen moet nader worden bezien of ze in het immiszieonderzoek meegenomen moeten worden. Daarbij spelen ook andere argumenten een rol (zie paragraaf 4.3.1).
- c) Stoffen die niet of nauwelijks worden uitgestoten. Van deze groep stoffen wordt niet

² De NeR is een toetsingskader voor vergunningsverlenende instanties, waarin richtlijnen, grensmassastromen en concentratie-eisen voor emissies zijn opgenomen die in milieuvergunningen voor bedrijven moeten worden toegepast. De grensmassastromen zijn niet wettelijk vastgesteld, hetgeen betekent dat het bevoegd gezag bij het opstellen van een milieuvergunning van de grensmassastromen uit NeR kan afwijken, maar dat moet ze dan wel motiveren. Verder staat in de NeR dat het bevoegd gezag altijd moet controleren of een in de vergunning opgelegde grensmassastroom voldoende laag is om overschrijding van de grenswaarden op leefniveau (de zogenaamde immisiegrenswaarden) te voorkomen.

verwacht dat ze in de leefomgeving in verhoogde mate (dus hoger dan normaal) zullen voorkomen. In het immissieonderzoek hoeven deze stoffen dan ook niet te worden meegenomen.

De ‘indeling’ van stoffen in deze groepen wordt gegeven in paragraaf 3.6 (conclusies, eerste punt).

De berekende emissies in Bijlage 2 zijn gebaseerd op een ‘worst case’ benadering, waardoor ze waarschijnlijk een overschatting vormen van de werkelijke emissies³. De reden om deze ‘worst case’ benadering toe te passen is dat daarmee wordt voorkomen dat bij het onderzoek in de leefomgeving stoffen ‘over het hoofd’ worden gezien.

De screening op ‘onbekende’ componenten wees uit dat bij de processen in hal 12 (de vormrij industrieel gietwerk, waar de ferro-legeringen worden gegoten) nog enkele andere gasvormige componenten worden uitgestoten, waarvan in Bijlage 2 geen emissiewaarden zijn vermeld. De reden daarvoor is dat uit de screening alleen een indicatie van de emissies is te schatten. De gevonden stoffen zijn ethanol, zwaveldioxide en carbonylsulfide en de geschatte emissies bedragen 11, 30 en 2 gram per uur. De NeR grensmassastromen voor ethanol en zwaveldioxide bedragen 500 respectievelijk 2000 gram per uur; voor carbonylsulfide is geen grensmassastroom vastgesteld. Er is ook een screening verricht op ‘onbekende’ stofgebonden componenten, maar die leverde geen andere componenten op dan die al in Bijlage 2 zijn genoemd.

Uit de analyses van het bemonsterde veegstof op de daken van het smeltbedrijf en de vormrij industrieel gietwerk blijkt dat dit stof, zoals verwacht mocht worden, met name metalen bevat die voorkomen in de legeringen die het bedrijf toepast, zoals ijzer, chroom, nikkel, koper, zink en mangaan. De gehalten in de veegmonsters zijn hoger dan die in bijvoorbeeld de gemiddelde waarden in schoon bodemstof. Een vergelijking van de analyseresultaten met die van het monster vormzand geeft aan dat het veegstof op het dak van de vormrij industrieel gietwerk ook veel vormzand bevat. Deze conclusie is gebaseerd op de overeenkomsten in de gemeten gehalten aan silicium en zirkonium, die voornamelijk in het zand voorkomen en bijna niet in de legeringen. Het stof van het dak van het smeltbedrijf bevat veel minder silicium en veel hogere gehalten aan de genoemde metalen. Dit stof bestaat dus in beperkte mate uit zand en verder uit metaaldeeltjes. Het stof uit de slijperij en bramerij bevat, zoals verwacht, voornamelijk de metalen uit de legeringen, waarvan in die hallen gietstukken worden bewerkt, en elementen die voorkomen in slijpmaterialen.

De analyseresultaten van de veegmonsters en de monsters vormzand zijn gebruikt om een schatting te maken van de totale emissie aan zirkonium uit het bedrijf. Dit element kon namelijk niet worden geanalyseerd in de filters waarop stofdeeltjes bij de emissiepunten

³ Het komt er op neer dat, als bijvoorbeeld in één hal meerdere emissiepunten zijn bemeaten, de hoogst gemeten waarde zwaarder is meegeteld bij de berekening van de emissie uit die hal. De precieze berekeningswijze wordt beschreven in Broekman *et al.* (2004).

zijn bemonsterd⁴.

De emissie aan metalen die door verwaaiing van de stofdeeltjes vanaf de daken en uit de hallen in de leefomgeving terechtkomen, is niet te kwantificeren omdat het verwaaiingsproces niet goed is te modelleren. Op grond van de vergelijking van emissies uit het bedrijf met de NeR grensmassastromen was echter toch al bepaald dat metalen zouden worden meegenomen in het immissieonderzoek.

De veegmonsters van de daken zijn ook geanalyseerd op dioxinen. Hoewel op grond van de informatie over de processen bij het bedrijf niet werd verwacht dat dioxinen in relevante hoeveelheden zouden vrijkomen, zijn voor alle zekerheid toch enkele analyses verricht. In twee van de veegmonsters was het dioxinegehalte laag, vergelijkbaar met het niveau in schone bodems. Het derde monster bevatte een hogere, maar geen extreem hoge hoeveelheid dioxinen. Het gehalte lag ruim onder het indicatief niveau van ernstige bodemverontreiniging.

Met behulp van een verspreidingsberekening, uitgaande van 'worst case' condities, is aangetoond dat de verspreiding en depositie van dioxinen zo laag is, dat de blootstelling van omwonenden aan dioxinen onder de toegestane waarde blijft. Voor de wijze van berekenen wordt verwezen naar Broekman *et al.* (2004). In paragraaf 4.7.3 zal ook op basis van meetgegevens uit het immissieonderzoek en de analyses van de veegmonsters van de daken worden aangetoond dat de blootstelling aan dioxinen onder de toegestane waarde blijft.

3.6 Conclusies emissieonderzoek

Uit de resultaten van het emissieonderzoek kunnen de volgende conclusies worden getrokken.

1. Op grond van de vergelijking van de totale emissies uit het bedrijf met de NeR grensmassastromen kunnen de stoffen die bij het emissieonderzoek zijn aangetoond in drie groepen worden verdeeld.
 - a) Stoffen die in relatief grote mate worden uitgestoten, dat wil zeggen ongeveer even hoog of hoger dan de NeR grensmassastroom. Deze groep stoffen zal in het immissieonderzoek zeker meegenomen moeten worden.
 - b) Stoffen die in minder grote mate worden uitgestoten. Van deze groep stoffen moet nader worden bezien of ze in het immissieonderzoek meegenomen moeten worden. Daarbij spelen ook andere argumenten, zoals de relatieve giftigheid van de stof, een rol.
 - c) Stoffen die niet of nauwelijks worden uitgestoten. In het immissieonderzoek hoeven deze stoffen dan ook niet te worden meegenomen.

In Tabel 1 is aangegeven welke van de aangetoonde stoffen tot groep a, b of c behoort.

⁴ De reden hiervoor is dat de filters met een andere analysetechniek zijn geanalyseerd dan de veegmonsters en de monsters vormzand.

Tabel 1. Indeling in stoffen naar relatieve massastroom ten opzichte van de toegestane waarde uit de NeR.

Groep a)	Groep b)	Groep c)
Totaal vluchtige organische componenten	Formaldehyde	Acetaldehyde
Benzeen	Tolueen	Vanadium
Isopropanol	Ethanol	Molybdeen
Stof	Aluminium	Zirkonium
Kwarts (respirabel)	Calcium	Dioxinen
Chroom	IJzer	PAK's
Koper	Zink	Overige gasvormige organische componenten (behalve die in de groepen a en b)
Mangaan	Waterstofsulfide	Overige stofgebonden organische componenten
Kobalt	Carbonylsulfide	
Nikkel	Zwavedioxide	
Lood		

2. De meeste stoffen die bij het emissieonderzoek zijn gedetecteerd (groepen a en b) werden op grond van de vooraf verzamelde informatie ook verwacht:
- De metalen (ijzer, chroom, nikkel, mangaan, koper en aluminium) maken deel uit van de legeringen, waarvan het bedrijf gietstukken maakt.
 - Isopropanol en formaldehyde komen voor in het bindmiddel dat wordt gebruikt om gietvormen voor de ferro-gietstukken te maken.
 - Een aantal organische componenten zoals benzeen en tolueen wordt gevormd door reacties van gebruikte chemicaliën onder hoge temperatuur tijdens het gieten. Ook de aangetoonde zwavelverbindingen zijn waarschijnlijk reactieproducten. Ze worden gevormd uit het paratolueensulfonzuur en zwavelzuur die eveneens bestanddelen zijn van het bindmiddel voor de gietvormen.
 - Het kwarts is een bestanddeel van het gebruikte vormzand.

Van enkele aangetoonde stoffen is niet duidelijk, waarom ze worden uitgestoten, namelijk lood, zink en kobalt. Deze metalen komen niet voor in de producten van het bedrijf. Mogelijk komen ze wel voor als spore-element in de grondstoffen. In onderzoeken bij andere ijzergieterijen zijn ook aantoonbare emissies aan lood en zink gevonden.

Het zij nog vermeld dat andere bekende toxische metalen zoals cadmium, arseen en kwik in het emissieonderzoek niet of in zeer beperkte mate zijn gevonden. Van deze stoffen mag verwacht worden dat ze in de leefomgeving niet of nauwelijks in verhoogde mate voorkomen.

3. Als gekeken wordt naar de uitstoot per proces en per bedrijfshal, dan blijkt dat de uitstoot uit de voormalig industrieel gietwerk voor vrijwel alle aangetoonde stoffen de hoogste bijdrage levert. Wat betreft 'totaal stof' zijn ook bijdragen uit de zandbreker, de slijperij en de bramerij relatief hoog ten opzichte van de totale uitstoot. Verder

levert de zandbreker de grootste bijdrage aan de emissie van kwarts en de bramerij de grootste bijdrage aan nikkel.

4. De onderzoeksresultaten blijken goed vergelijkbaar te zijn met de resultaten van de twee onderzoeken van Pro Monitoring in 1999 en in 2001. Pro Monitoring heeft echter een minder omvangrijk pakket aan stoffen gemeten. Enkele stoffen die niet door Pro Monitoring zijn gemeten, zijn in dit onderzoek wel aangetoond (bijvoorbeeld benzeen en enkele zwavelverbindingen).
5. Het stof op de daken van het smeltbedrijf en de voormalig handełsgietwerk bevat metalen zoals ijzer, chroom, nikkel, koper, zink en mangaan. Dit stof bestaat naast vormzand ook uit metaaldeeltjes afkomstig uit de processen. Door verwaaiing kunnen de metaalhoudende stofdeeltjes in de leefomgeving terecht komen. Deze metalen worden in het immissieonderzoek gemeten.
6. Het stof op het dak van het smeltbedrijf bevat een hoeveelheid dioxinen, die hoger is dan in bijvoorbeeld schone bodem, maar lager dan het indicatief niveau van ernstige bodemverontreiniging. Met behulp van een verspreidingsberekening is aangetoond dat de verspreiding en depositie van dioxinen zo laag is, dat de blootstelling van omwonenden aan dioxinen onder de toegestane waarde blijft.

4 Immissieonderzoek

4.1 Inleiding

Van Voorden Gieterij BV ligt in een woonwijk van Zaltbommel. Een deel van het bedrijfsterrein grenst aan de tuinen van een aantal woningen. De gassen en stofdeeltjes, die door het bedrijf worden uitgestoten, worden verspreid in de leefomgeving van het bedrijf. Hierbij komt een deel van de stofdeeltjes terecht in de tuinen van de woningen. Het immissieonderzoek – ook wel immissie-, gewas- en depositieonderzoek genoemd – is er op gericht de gevolgen van de verspreiding van de door het bedrijf geëmitteerde stoffen zo goed mogelijk in beeld te brengen. Hierbij moet worden gedacht aan het inademen van gassen en fijne stofdeeltjes door omwonenden, maar ook aan verontreiniging van gewassen in de tuinen van omwonenden, die ontstaat door de depositie van stofdeeltjes uit het bedrijf.

Omdat ook de rijksweg A2 op korte afstand langs de woonwijk loopt, wordt in het immissieonderzoek ook rekening gehouden met stoffen afkomstig van het verkeer.

4.2 Doel

Het doel van het immissieonderzoek is het vaststellen van de (potentiële) blootstelling van omwonenden aan gasvormige en stofvormige componenten die afkomstig zijn van het bedrijf of eventueel van andere bronnen, waarbij met name wordt gedacht aan het verkeer op de rijksweg A2. Daarbij worden alle relevante blootstellingsroutes in acht genomen. Die routes kunnen zijn: blootstelling via de lucht, blootstelling via opname van gedeponeerde stof door zogenaamd hand-mond gedrag of tijdens het buiten eten en blootstelling via consumptie van in eigen tuin gekweekte gewassen.

Door middel van concentratiemetingen van stoffen in de lucht wordt de blootstelling van omwonenden aan stoffen *via de lucht* vastgesteld, zowel tijdens het optreden van emissies uit de fabriek als gemiddeld over langere tijd. De meetgegevens leveren tevens informatie over de luchtkwaliteit in de leefomgeving van de gieterij.

Met het depositie- en gewasonderzoek wordt nagegaan of er in de woonomgeving van de gieterij sprake is van verhoogde depositie van verontreinigende componenten ten opzichte van normaal voorkomende waarden in Nederland. Met de gegevens kan de potentiële blootstelling aan deze componenten via *opname van gedeponeerde stof* en via *consumptie* van in eigen tuin gekweekte gewassen worden geschat. Ook wordt onderzocht of er een verband bestaat tussen de depositie en de uitstoot van het bedrijf.

De aldus gemeten en berekende (potentiële) blootstelling wordt vergeleken met gezondheidkundige grenswaarden voor de gevonden stoffen. Daarmee kan worden bepaald of er mogelijk een verhoogd gezondheidsrisico is voor omwonenden.

4.3 Opzet

4.3.1 Selectie van de te meten componenten

Op basis van de resultaten van het emissieonderzoek is een selectie gemaakt van stoffen voor het immissieonderzoek. Uit het emissieonderzoek is gebleken dat een aantal componenten in zodanige hoeveelheden door het bedrijf wordt uitgestoten, dat deze *mogelijk* in verhoogde mate in de leefomgeving zullen worden aangetroffen (groep **a** uit de conclusies van het emissieonderzoek; zie paragraaf 3.6). Deze componenten zijn alle meegenomen in het immissieonderzoek.

Daarnaast is er een groep componenten die in relatief minder hoge hoeveelheden door het bedrijf worden uitgestoten, maar nog wel zodanig dat ze tijdens perioden met emissies uit het bedrijf, bijvoorbeeld tijdens het gieten, in verhoogde mate kunnen worden aangetroffen (groep **b** uit de conclusies van het emissieonderzoek). Bij deze componenten zijn ook andere selectiecriteria (hoe giftig is de stof; is de stof gerelateerd aan andere stoffen die toch al worden gemeten; is er een geschikte, praktisch uitvoerbare meetmethode voor beschikbaar) gebruikt om te bepalen of ze worden meegenomen in het onderzoek in de leefomgeving. Dit heeft geresulteerd in de keuze om, behalve ethanol (oftewel alcohol; deze stof is niet erg toxisch), alle stoffen uit groep **b** mee te nemen. Van deze stoffen is formaldehyde alleen gemeten als er emissies tijdens het gieten plaatsvonden en de andere stoffen tijdens de hele meetperiode.

Omdat ook de invloed van emissies uit verkeer op de nabijgelegen rijksweg A2 op de blootstelling deel uitmaakt van het onderzoek, zijn stikstofoxiden en PAK's (Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen) – deze stoffen zijn typerend voor de uitstoot van het verkeer (Feimann *et al.*, 2001; Van Velze, 1996) – toegevoegd aan de groep te meten componenten.

In het depositie- en gewasonderzoek zijn metingen verricht op alle aan stofdeeltjes gebonden componenten, ofwel alle metalen uit de groepen **a** en **b**. De depositie van gasvormige componenten speelt namelijk geen rol van betekenis.

4.3.2 Meetprogramma

Het onderzoek in de leefomgeving bestond uit de volgende onderdelen:

Continue luchtmetingen: Gedurende een langere periode, namelijk 6 weken, zijn op twee meetlocaties in de woonomgeving continue metingen verricht van een aantal stoffen in de lucht. Daarnaast zijn in deze periode op 10 locaties met behulp van passieve samplers gemiddelde concentraties aan vluchtige organische componenten (VOC's) gemeten.

Intensieve luchtmetingen: Op drie werkdagen zijn benedenwinds van het bedrijf intensieve metingen verricht van stoffen in de lucht, waarbij het meetprogramma was gericht op de optredende emissies uit het bedrijf.

Aanvullende luchtmetingen op zeswaardig chroom: Zeswaardig chroomverbindingen zijn carcinogeen. Daarom is er voor zeswaardig chroom een zeer lage grenswaarde vastgesteld, veel lager dan voor andere chroomverbindingen. Omdat uit de continue metingen is gebleken dat de concentratie totaal chroom – dus de totale concentratie van alle

chromiumverbindingen – in de lucht relatief hoog was, is besloten enkele aanvullende metingen op zeswaardig chroom te verrichten. Daar deze metingen zeer arbeidsintensief zijn, is het aantal metingen beperkt tot in totaal 10, verdeeld over enkele emissiemetingen, enkele immissiemetingen gedurende werkuren benedenwinds van het bedrijf (vergelijkbaar met de intensieve metingen) en enkele daggemiddelde immissiemetingen (vergelijkbaar met de continue metingen). De metingen op zeswaardig chroom zijn later uitgevoerd dan de andere metingen.

Depositietingen: Op een aantal plaatsen in de omgeving van het bedrijf zijn veegmonsters genomen die zijn geanalyseerd op door het bedrijf uitgestoten stofvormige componenten.

Gewasonderzoek: Op een aantal plaatsen in de omgeving van het bedrijf zijn gras- en bodemmonsters genomen, gevolgd door analyse op dezelfde componenten als voor de veegmonsters. De bodemmonsters zijn uitsluitend genomen om te onderzoeken of eventuele verhoogde gehalten aan componenten in het gras zijn veroorzaakt door opname uit de bodem of door op het gewas gedeponeerde stofdeeltjes. Er is dus geen onderzoek naar bodemverontreiniging gedaan, omdat er op en rondom het terrein van Van Voorden Gieterij BV in een eerder stadium al voldoende van dit soort bodemonderzoeken zijn verricht.

Een gedetailleerde beschrijving van het meetprogramma is te vinden in Mennen *et al.* (2004).

De twee meetlocaties voor de continue metingen zijn zodanig geselecteerd dat één meetpunt dicht bij het bedrijf ligt en het andere meetpunt wat verder van het bedrijf af, maar dicht bij de rijksweg A2. Omdat gebleken is dat de voormalig industrieel gietwerk de hoogste bijdrage levert aan de emissies, is het eerste meetpunt nabij deze hal gevestigd. De twee meetlocaties liggen, vanuit het bedrijf gezien, in verschillende richtingen. Hierdoor kan de invloed van beide bronnen – het bedrijf en de rijksweg A2 – zo goed mogelijk onderscheiden kan worden.

De meetlocaties voor de intensieve metingen zijn steeds gekozen op basis van de heersende windrichting op de betreffende dag.

De passieve samplers voor de VOC metingen zijn op verschillende plaatsen verspreid over een gebied tot ongeveer 200 meter rond het bedrijf opgehangen. Verder zijn enkele samplers nabij de rijksweg A2 geplaatst.

In het gebied rondom het bedrijf zijn ook de veeg-, gras- en bodemmonsters genomen. Als referentie is ook in Kerkwijk, op ongeveer 3,5 km van het bedrijf, een gras- en bodemmonsters genomen. De referentiemeting heeft tot doel de concentraties aan stoffen op een niet door het bedrijf belaste locatie te bepalen.

4.4 Uitvoering

Het immissie-, gewas- en depositieonderzoek is uitgevoerd in de periode van 12 mei tot en met 14 juli 2003.

De continue metingen vonden plaats van 12 mei tot en met 30 juni 2003. In de eerste week waren nog niet alle meetinstrumenten operationeel. Deze week werd gebruik om proef te draaien. Daarna is gedurende 6 weken continu gemeten op de locaties LC1 en LC2. In dezelfde periode hebben de metingen op VOC's met de passieve samplers plaatsgevonden op de locaties B1 tot en met B10. De meetlocaties zijn aangegeven op de plattegrond in Bijlage 3.

De intensieve metingen werden uitgevoerd op 2 juni, 26 juni en 14 juli 2003. De derde intensieve meetdag viel buiten de periode van de continue metingen. De reden hiervoor is dat er tijdens deze periode onvoldoende dagen waren met geschikte weersomstandigheden voor de intensieve metingen. Op 14 juli zijn op twee locaties metingen verricht. De locaties lagen vanaf het bedrijf gezien in dezelfde richting, maar op verschillende afstanden. De meetlocaties voor de intensieve metingen (LI1 tot en met LI4) zijn aangegeven op de plattegrond in Bijlage 3.

De veeg-, gewas- en bodemonsters zijn genomen op 26 juni, na een periode met 18 dagen vrijwel droog weer. Ook deze monsterlocaties zijn in Bijlage 3 aangegeven. Voor depositiemetingen is het van belang dat de monstername plaats vindt na een droge periode van in ieder geval enkele dagen. Immers, door neerslag kunnen stofdeeltjes die op de bodem en gewassen zijn neergekomen met het regenwater worden meegespoeld naar de lager gelegen bodem en dan zijn ze niet meer in veeg- en grasmonsters waarneembaar. De veegmonsters zijn genomen van afgebakende gladde oppervlakken, zoals de bovenkant van een elektriciteitskastje, die 10 dagen voor de monstername waren gereinigd. De analyses van de veegmonsters geven dus een beeld van de depositie over ongeveer 10 dagen.

De aanvullende metingen op zeswaardig chroom zijn uitgevoerd in de maanden september tot en met november 2003. Bijlage 4 geeft een overzicht van de meetlocaties voor dit aanvullend onderzoek. In Mennen *et al.* (2004) wordt de keuze van de locaties nader toegelicht.

Het meetprogramma is grotendeels uitgevoerd volgens opzet. Technische problemen en kapotte filters hebben er toe geleid dat in de totale set gegevens een aantal 'missing values' voorkomen. In totaal bedroeg het percentage 'missing values' 13%. Dit is een normaal percentage voor een veldmeetcampagne. De uitval is verspreid over de hele campagne voorgekomen en niet bijvoorbeeld alleen op dagen dat de wind van het bedrijf richting één van de meetpunten stond, waardoor een vertekend beeld had kunnen ontstaan. De uitval heeft dan ook geen consequenties voor de resultaten, interpretatie en conclusies van het immissieonderzoek.

Om praktische redenen konden op enkele plaatsen waar gras is bemonsterd geen bodemmonsters worden genomen waardoor het aantal onderzochte bodemmonsters is beperkt. Daarom is zo veel mogelijk aanvullende informatie gehaald uit de rapporten van eerder verrichte bodemonderzoeken in de woonwijk (NIPA, 2000; Verhoeven, 1999).

4.5 Representativiteit

Een belangrijk aspect van het immissieonderzoek is de representativiteit van de meetgegevens. Anders gezegd: Leveren de meetgegevens die in de onderzoeksperiode worden verzameld een representatief beeld van de blootstelling en milieubelasting in de omgeving van het bedrijf over meerdere jaren?

Om deze vraag bevestigend te kunnen beantwoorden, moet aan de volgende twee voorwaarden worden voldaan:

1. De weersomstandigheden, en dan met name de windrichting, de windsnelheid en de neerslag, tijdens de meetperiode moeten gemiddeld genomen overeenkomen met die over meerdere jaren.
2. De productie van het bedrijf tijdens de meetperiode moet gemiddeld genomen overeenkomen met de jaarlijkse productie, zowel qua omvang als qua samenstelling van de producten.

Om dit na te gaan zijn weersgegevens en productiecijfers van het bedrijf verzameld en geanalyseerd. Hieronder worden de opzet en resultaten van deze analyse weergegeven.

4.5.1 Analyse van de weersgegevens

Bij het KNMI zijn weersgegevens opgevraagd over de onderzoeksperiode (12 mei tot en met 30 juni). De gegevens zijn gemeten op het KNMI-metstation Herwijnen, gelegen op ongeveer 5 km van Zaltbommel. Van alle KNMI-metstations ligt dit station het dichtst bij het bedrijf.

Van de volgende parameters zijn uurgemiddelde waarden opgevraagd:

- Windrichting
- Windsnelheid
- Temperatuur
- Globale straling (maat voor de hoeveelheid zonnestraling)
- Bewolkingsgraad
- Hoeveelheid en duur van de neerslag
- Relatieve vochtigheid
- Stabiliteit

De windrichting en windsnelheid zijn vooral bepalend voor de verspreiding van stoffen door de lucht. De hoeveelheid neerslag heeft grote invloed op de uitwassing en depositie van stofdeeltjes. Andere weerparameters, zoals de hoeveelheid zonnestraling en de

temperatuur, zijn niet direct van invloed op de (lokale) verspreiding en depositie, maar geven wel een volledig beeld van de weersomstandigheden.

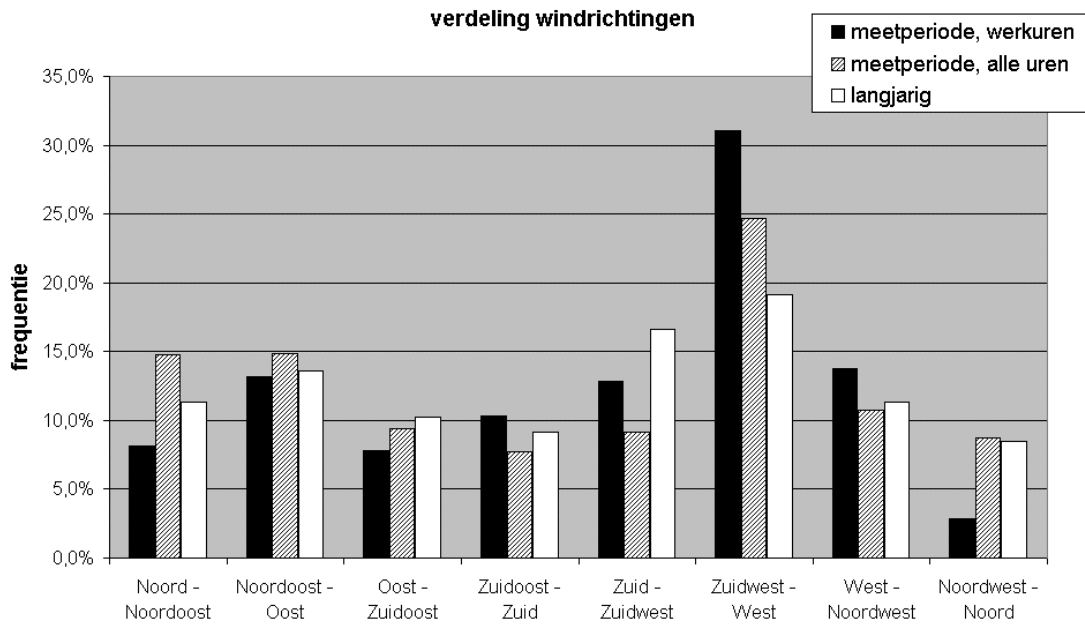
De windrichting- en windsnelheidsgegevens zijn statistisch vergeleken met die over meerdere jaren. Deze vergelijking is weergegeven in de Figuren 1 en 2, in de vorm van zogenaamde staafdiagrammen. Hiermee is aangegeven hoeveel procent van de tijd een bepaalde windrichting (Figuur 1) of windsnelheidsklasse (Figuur 2) is voorgekomen:

- tijdens de hele meetperiode (gearceerde staven);
- tijdens de uren in de meetperiode dat het bedrijf werkzaam was (zwarte staven);
- over meerdere jaren (witte staven).

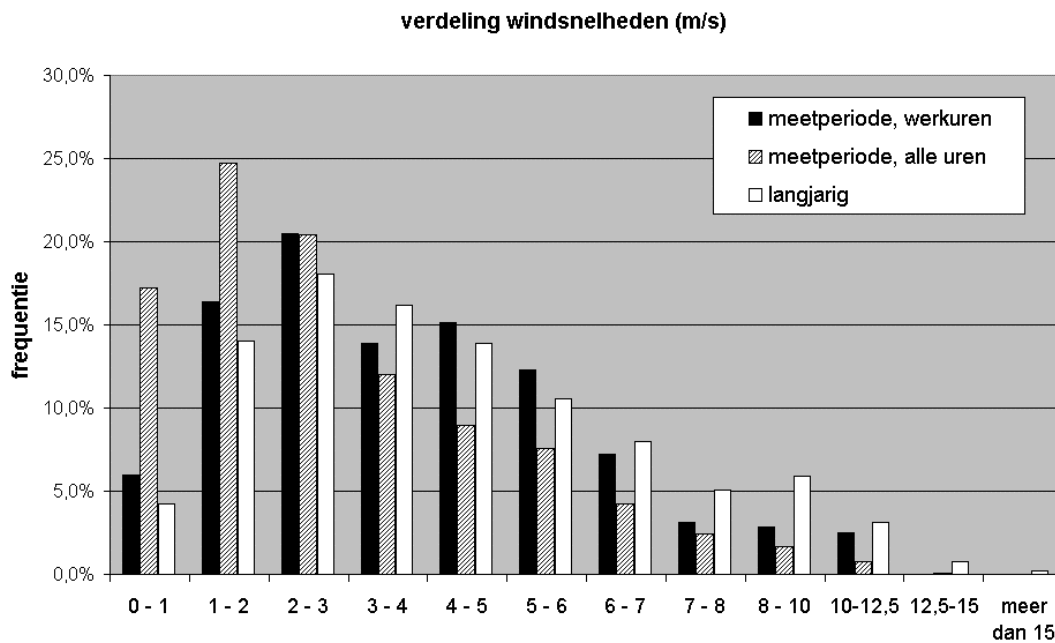
De gearceerde en witte staven in Figuur 1 vertonen een goede overeenkomst. Alleen in de richtingen ‘zuid - zuidwest’ en ‘zuidwest - west’ zijn er (kleine) verschillen, maar die zijn voor de representativiteit niet van belang aangezien er in noordelijke tot oostelijke richting van het bedrijf geen woningen liggen. Ook de beide meetpunten voor de continue metingen (LC1 en LC2) liggen niet in die richting. De zwarte staven vertonen iets meer afwijking van de witte, maar uit de figuur blijkt dat oostelijke wind ongeveer even vaak is voorgekomen tijdens de uren dat het bedrijf werkzaam vergeleken met meerdere jaren. Dat betekent dat op meetpunt LC1 de meetgegevens een, voor zover het de windrichting betreft, representatief beeld geven. Noordwestenwind is tijdens de uren dat het bedrijf werkzaam was te weinig voorgekomen. Daardoor is de uitstoot van het bedrijf op meetpunt LC2 wellicht minder goed merkbaar geweest. Dit meetpunt was echter mede bedoeld om de invloed van het verkeer op de rijksweg A2 op de luchtkwaliteit te onderzoeken en daarvoor is vooral oostenwind van belang en die is, zo hebben we al laten zien, voldoende vaak voorgekomen.

Figuur 2 geeft aan dat in de hele meetperiode lage windsnelheden oververtegenwoordigd zijn geweest. Dat geldt ook, zij het in mindere mate, voor de uren dat het bedrijf werkzaam was. Het gevolg is dat concentraties van stoffen in de lucht gemiddeld genomen iets hoger zijn geweest dan normaal (dat wil zeggen op jaarbasis), omdat bij lage windsnelheid sprake is van minder verdunning.

De hoeveelheid neerslag, die tijdens de meetperiode is gevallen, was minder dan normaal. In de meetperiode is in totaal 48 mm regen gevallen, hetgeen na extrapolatie neerkomt op 406 mm in een jaar. De werkelijke hoeveelheid die in een jaar valt bedraagt 700 tot 800 mm. Ook de duur van de neerslag viel lager uit dan normaal, namelijk ongeveer 5% van de tijd tegen normaliter 8%. Minder neerslag heeft tot gevolg dat de concentraties stofdeeltjes (en dus ook stofgebonden componenten zoals metalen) in de lucht tijdens de meetperiode iets hoger zijn uitgevallen dan normaal, omdat er minder uitwassing is opgetreden. Het effect van neerslag op de concentratie is voor korte afstanden tot de bron echter gering.



Figuur 1. Voorkomen van verschillende windrichtingen tijdens de meetperiode en over meerdere jaren



Figuur 2. Voorkomen van verschillende windsnelheden tijdens de meetperiode en over meerdere jaren

4.5.2 Analyse van de productiecijfers

Het bedrijf heeft gedurende het immissieonderzoek een logboek bijgehouden van de giet- en smeltactiviteiten, de hoeveelheden en typen gegoten stukken, de gebruikte materialen en overige relevante parameters zoals starttijd en tijdsduur van de gietprocessen. Andere werkzaamheden zoals slijpen en afbramen vinden de hele werkdag plaats en zijn daarom niet apart geregistreerd.

Op basis van dit logboek heeft het bedrijf aan RIVM tijdens de meetperiode opgegeven wat zij dagelijks aan gietstukken produceerde. Opgegeven werden:

- het type legering;
- het gietgewicht van elk gietstuk;
- de tijdstippen van gieten;
- de hal waarin werd gegoten.

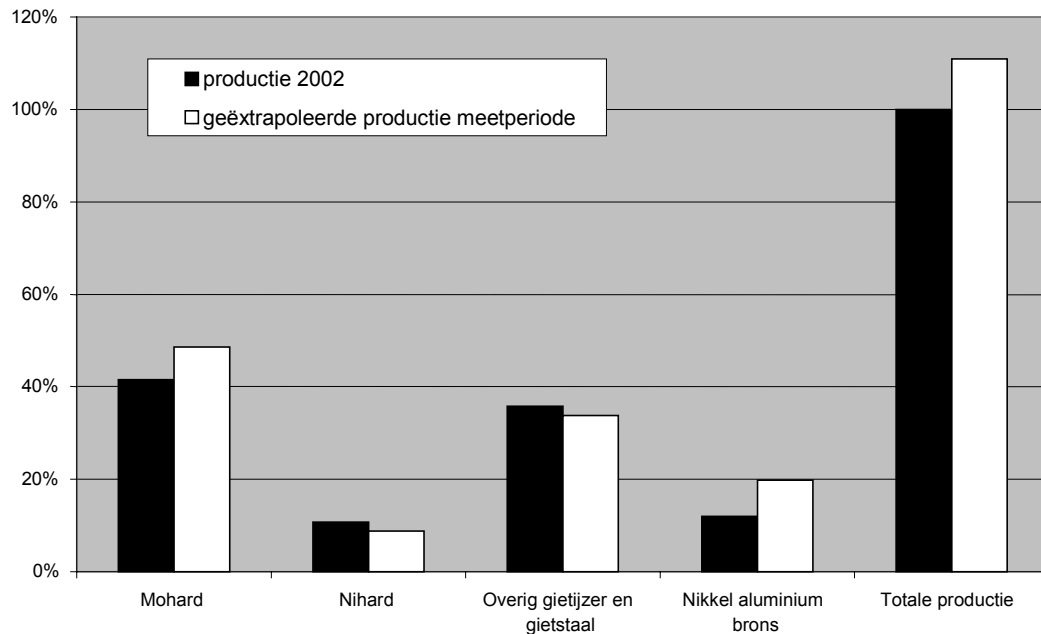
Ook zijn door het bedrijf gegevens verstrekt over de samenstelling van elk type legering. Daarnaast heeft het bedrijf de jaarproductie over 2002 opgegeven, per type legering. Door de gemeente Zaltbommel zijn gegevens verstrekt over de totale productie (niet per type legering) van het bedrijf over de jaren 1993 tot en met 2002.

Tijdens het onderzoek zijn door de gemeente en de VROM-Inspectie bij het bedrijf controles uitgevoerd van de door het bedrijf verstrekte gegevens. Ook een afvaardiging van de omwonenden heeft inzicht gehad in de gegevens van het bedrijf.

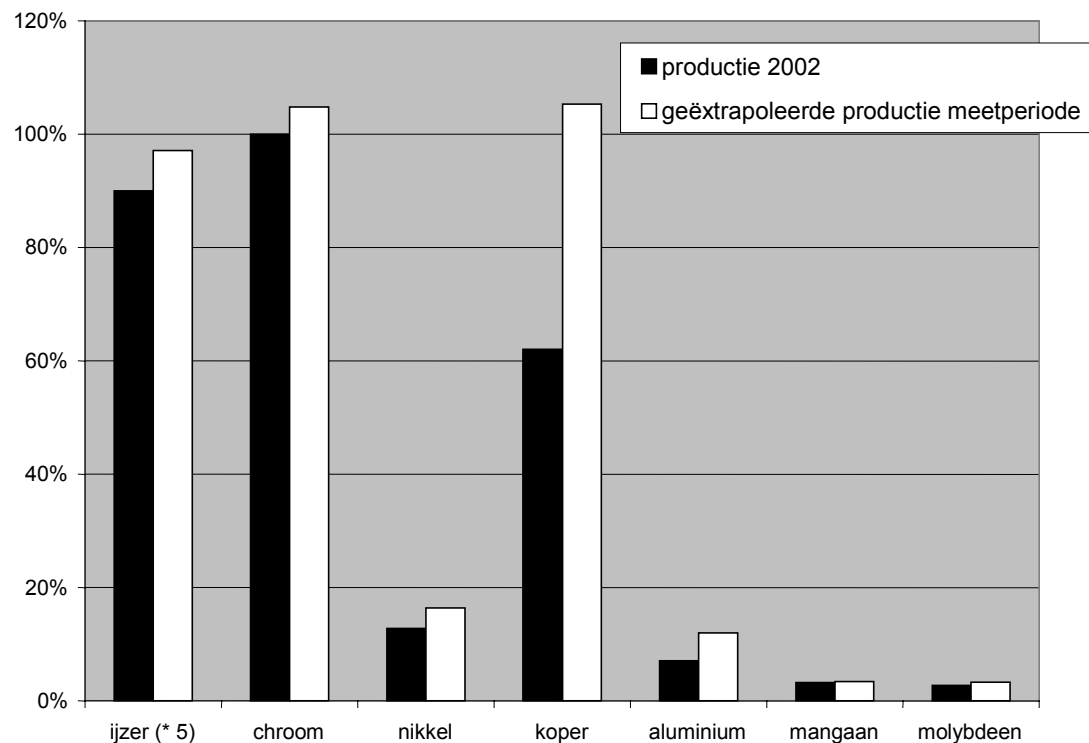
De productiegegevens over de meetperiode zijn door de onderzoekers geëxtrapoleerd naar jaarbasis en vervolgens vergeleken met de werkelijke jaarproductie over 2002. De resultaten van deze vergelijking zijn weergegeven in Figuur 3. Bij de vergelijking is onderscheid gemaakt tussen de verschillende typen legeringen die het bedrijf produceert, namelijk nikkel-aluminium brons, Mohard, Nihard en overig gietijzer en gietstaal. Mohard, Nihard en 'overig' zijn alle ferro-legeringen. De groep 'overig' bestaat uit een grote groep van verschillende typen ferro-legeringen waarvan de productie van elk type relatief klein is ten opzichte van die van Mohard en Nihard. De productiecijfers in Figuur 3 zijn uitgedrukt als percentage ten opzichte van de totale productie in 2002 op basis van netto gietgewicht.

Omdat de samenstelling van de verschillende typen legeringen uiteen loopt, is ook een schatting gemaakt van de hoeveelheden metalen in de geproduceerde gietstukken tijdens de meetperiode en op jaarbasis. Deze hoeveelheden zijn berekend met de opgegeven gietgewichten en de opgegeven samenstelling van elke legering. Een voorbeeld: als in de meetperiode in totaal 17000 kg van legering A is gegoten en 33.000 kg van legering B en deze legeringen respectievelijk 3% en 5% nikkel bevatten, dan is de hoeveelheid 'geproduceerd' nikkel uit deze legeringen in de meetperiode $510 + 1650 = 2160 \text{ kg}^5$. Op dezelfde wijze zijn de hoeveelheden voor de andere metalen berekend. De berekende hoeveelheden 'geproduceerde' metalen zijn vergeleken in Figuur 4, uitgedrukt als percentage ten opzicht van de hoeveelheid 'geproduceerd' chroom over 2002.

⁵ Opmerking: Dit zijn louter fictieve cijfers die als voorbeeld dienen.



Figuur 3. Productiecijfers (op basis van netto gietgewicht) per type legering over de meetperiode en het jaar 2002.



Figuur 4. Productiecijfers per metaal (op basis van netto gietgewicht) over de meetperiode en het jaar 2002 (NB de hoeveelheden ijzer zijn i.v.m. de schaalindeling door een factor 5 gedeeld; de werkelijke 'productie' aan ijzer ligt dus een factor 5 hoger).

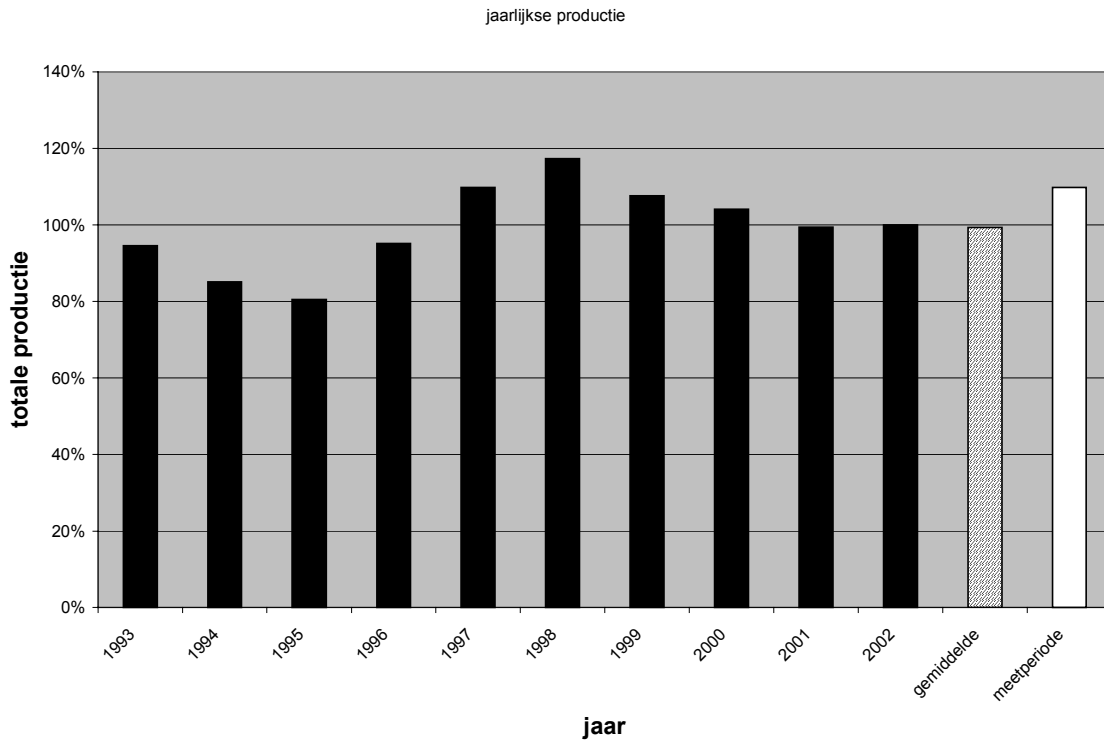
Aangenomen wordt dat deze hoeveelheden een maat vormen voor de *uitstoot* van de verschillende metalen, omdat elke legering een vaste receptuur (samenstelling) heeft en bij het vervaardigen van elke legering steeds dezelfde soorten en hoeveelheden grondstoffen worden gebruikt. De aanname is gebaseerd op het feit dat, als van de samenstelling en het grondstoffenverbruik wordt afgeweken, dit negatieve gevolgen heeft voor de kwaliteit van de producten. Dat geldt ook voor het gebruik van blikpakketten en andere restmaterialen uit de metaalverwerkende industrie (soms aangeduid met ‘schroot’⁶), die als grondstof worden ingezet.

Volgens opgave van het bedrijf wordt in de winter wel meer (maximaal 67%) paratoluëensulfonzuur toegevoegd in het bindmiddel dat wordt toegepast bij het maken van gietvormen voor de ferro-gietstukken. Hierdoor kan de emissie aan zwavelhoudende componenten tijdens het gieten van ferro-gietstukken in de winter hoger zijn dan in de zomer. Sommige van deze zwavelhoudende componenten veroorzaken een typerende stank.

Tenslotte is nagegaan of de productie van het bedrijf over de afgelopen tien jaren ongeveer overeenkomt met die over 2002. Hiervoor zijn de door de gemeente verstrekte gegevens grafisch weergegeven in Figuur 5, wederom uitgedrukt als percentage ten opzichte van de totale productie in 2002. Uitgezet zijn de totale productie per jaar (zwart), de gemiddelde totale productie over 1993 tot en met 2002 (gearceerd) en de naar jaarbasis geëxtrapoleerde productie over de meetperiode (wit).

De totale productie blijkt over de jaren heen enigszins te variëren, maar gemiddeld over langere tijd ongeveer overeen te komen met die over 2002 en de geëxtrapoleerde productie over de meetperiode. Echter, voor zover bekend wijkt de samenstelling van de productie in de jaren voor 2000 af van de samenstelling vanaf het jaar 2000, omdat voor 2000 ook producten van andere legeringen, onder andere mangaanbrons, werden vervaardigd. Ook waren voor het jaar 2000 in een aantal bedrijfsruimten geen dakventilatoren geïnstalleerd, waardoor de emissies op andere wijze plaatsvonden dan tijdens de meetperiode. We kunnen dus concluderen dat de productie en de emissies in de meetperiode ongeveer overeenkomen met de jaargemiddelde productie en emissies vanaf het jaar 2000.

⁶ Hoewel soms de term ‘schroot’ wordt gebruikt, gaat het in feite om schone restmaterialen, dat wil zeggen deze materialen mogen bijvoorbeeld geen restanten lak, olie of andere koolwaterstoffen bevatten.



Figuur 5. Productiecijfers op basis van netto gietgewicht over de jaren 1993 tot en met 2002.

4.5.3 Conclusie over representativiteit

De weersomstandigheden tijdens de meetperiode waren zodanig, dat de meetgegevens van het immissieonderzoek een redelijk representatief beeld geven van de normaal voorkomende situatie. De gemeten concentraties zijn mogelijk iets hoger dan normaal vanwege de lagere windsnelheid en de geringere hoeveelheid neerslag. Wat betreft de windrichting, geven de resultaten op meetpunt LC1 een representatief beeld van de uitstoot van het bedrijf, terwijl die op meetpunt LC2 een onderschatting geven van de uitstoot van het bedrijf, maar wel een representatief beeld van de invloed van de rijksweg A2.

De productie in de meetperiode komt ongeveer overeen met de jaargemiddelde productie vanaf het jaar 2000. Alleen de hoeveelheid gegoten nikkel-aluminium brons stukken in de meetperiode zijn iets hoger dan jaargemiddeld. Geconcludeerd wordt dat de emissies tijdens de meetperiode een representatief beeld geven van de jaargemiddelde emissies vanaf het jaar 2000.

4.6 Resultaten

4.6.1 Continue luchtmetingen

Uit de ‘ruwe’ meetgegevens zijn voor elke gemeten component uur- of daggemiddelde concentraties bepaald. Vervolgens zijn hieruit enkele statistische kenmerken berekend over de hele meetperiode, zoals de gemiddelde concentratie, de hoogst gemeten waarde (maximum) en het 95 percentiel⁷. Deze waarden zijn vergeleken met – op dezelfde wijze berekende – waarden gemeten op een aantal stations uit het LML (Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit). Deze vergelijking geeft inzicht in de luchtkwaliteit in Zaltbommel in relatie tot die op andere soorten locaties.

In het LML wordt onderscheid gemaakt in enkele typen locaties, namelijk ‘regionaal’ (platteland), ‘stadsachtergrond’ (stedelijk en industrieel gebied) en ‘straat’ (drukke straten en wegen met veel verkeer). Van elk van deze typen zijn één tot enkele locaties geselecteerd, waarbij als criterium is gebruikt dat de locaties zo dicht mogelijk bij Zaltbommel liggen en bovendien verspreid in verschillende richtingen. Naast genoemde typen is ook het enige ‘snelwegstation’ in het LML geselecteerd⁸. Voor componenten die niet in het LML worden gemeten, zijn voor de vergelijking gegevens uit andere onderzoeken zoals langdurige meetcampagnes gebruikt. In Mennen *et al.* (2004) is een volledig overzicht gegeven van de gebruikte bronnen.

In Tabel 2 zijn ter illustratie de concentraties stikstofoxiden in Zaltbommel en op enkele verschillende typen locaties uit het LML gegeven.

Tabel 2. Statistische parameters van uurgemiddelde concentraties stikstofoxiden (uitgedrukt in $\mu\text{g NO}_2 \text{ m}^{-3}$) in Zaltbommel en op enkele LML stations tijdens de meetperiode.

Locatie	Type locatie	Gemiddelde	Mediaan	95 percentiel	maximum
Zaltbommel, LC1		30	25	69	230
Zaltbommel, LC2		32	23	84	266
Vredepeel	Regionaal	16	14	37	86
Biest-Houtakker	Regionaal	20	18	46	128
Wekerom	Regionaal	18	15	39	84
Zegveld	Regionaal	20	16	47	92
Eindhoven	Stad	42	36	97	390
Dordrecht	Stad	33	28	75	180
Nijmegen, Ruitersstraat	Stad	38	27	128	214
Breukelen	Snelweg	113	101	281	604

⁷ Het 95 percentiel van de gemeten concentraties is de waarde die gedurende 5% van de tijd wordt overschreden. Het 95 percentiel is daarmee een maat voor regelmatig voorkomende piekconcentraties.

⁸ In de terminologie van het LML wordt dit station ook een straatstation genoemd. In tegenstelling tot andere straatstations, die veelal liggen langs drukke straten en wegen in steden, ligt dit station vlak naast een snelweg.

De vergelijking in Tabel 2 laat zien dat de gemeten concentraties stikstofoxiden in Zaltbommel ongeveer op het niveau voor stedelijke achtergrond liggen en lager zijn dan het niveau in drukke straten en op het snelwegstation bij Breukelen. Het zij vermeld dat dit station op minder dan 10 meter van de rijksweg A2 ligt, terwijl de afstand tussen de meetpunten in Zaltbommel tot de rijksweg A2 respectievelijk 250 en 120 meter bedraagt. Meetpunt LC2 ligt het dichtst bij de rijksweg A2, hetgeen is waar te nemen in de iets hogere concentraties die daar zijn gevonden. Het lokaal verkeer in Zaltbommel levert slechts een zeer beperkte bijdrage aan de concentraties stikstofoxiden en ook het bedrijf stoot nagenoeg geen stikstofoxiden uit.

Daarnaast zijn enkele berekeningen gedaan om inzicht te krijgen in de mogelijke bijdragen van enerzijds de metaalgieterij en anderzijds de rijksweg aan de concentraties in de leefomgeving. Bij deze berekeningen is onder meer onderzocht of bij wind uit de richting van het bedrijf of de rijksweg A2 hogere concentraties werden gemeten dan bij andere windrichtingen. Daarbij is er rekening mee gehouden of een bron op een bepaald moment wel of niet actief was. Voor het bedrijf bijvoorbeeld zijn daartoe de uren genomen dat het bedrijf werkzaam was (overdag door de week), waarbij de uren waarop het gieten plaatsvond twee maal zo zwaar zijn meegeteld.

Als voorbeeld zijn in Tabel 3 de concentraties van enkele metalen⁹ in Zaltbommel en op enkele verschillende typen locaties gegeven. Voor het meetpunt LC1, dat het dichtst bij het bedrijf lag, is onderscheid gemaakt tussen de concentraties die zijn gemeten als de wind uit de richting van het bedrijf kwam en de concentraties die zijn gemeten bij andere windrichtingen¹⁰.

Uit de tabel blijkt dat *op dagen dat de wind afkomstig is van het bedrijf* de daggemiddelde concentraties chroom, mangaan, nikkel en koper op meetpunt LC1 duidelijk verhoogd zijn ten opzichte van de normaal voorkomende waarden. Dat geldt ook voor ijzer en zink, die niet in de tabel zijn opgenomen. De verhoogde waarden zijn ter verduidelijking vet weergegeven. Ook de concentraties lood zijn verhoogd, zij het in mindere mate dan de andere genoemde metalen.

Voor cadmium zijn tijdens de meetperiode enkele hoge piekwaarden tussen 5 en 30 ng m⁻³ gevonden. Door deze piekwaarden vallen de gemiddelde concentraties op de meetpunten hoger uit dan de achtergrondwaarde. De piekwaarden kwamen steeds voor op dagen dat er nikkel-aluminium brons producten werden gegoten. Echter, niet op alle dagen dat dit type producten werden gegoten, was de cadmium concentratie verhoogd. Dit duidt er op dat de piekwaarden voor cadmium mogelijk verband houden met incidenteel optredende emissies uit het bedrijf tijdens het smelten en/of gieten van nikkel-aluminium brons producten. Als de piekwaarden (4 in totaal) worden weggelaten, zijn de gemiddelde concentraties cadmium ongeveer gelijk aan het achtergrondniveau in stedelijk gebied. Op dagen dat de wind niet van het bedrijf komt zijn de concentraties metalen op meetpunt LC1 ongeveer even hoog als op meetpunt LC2, behalve voor koper. Dit duidt op een

⁹ Voor de overzichtelijkheid zijn in deze tabel niet alle metalen vermeld, maar alleen de meest relevante.

¹⁰ Opmerking: Voor locatie LC2 is geen onderscheid gemaakt naar windrichting, omdat het aantal meetwaarden bij wind uit de richting van het bedrijf te beperkt was.

specifieke bron van koper (anders dan de gieterij) in de omgeving van meetpunt LC1. Voor zover bekend is zulk een bron echter niet aanwezig.

Tabel 3. Gemiddelde, laagste en hoogste daggemiddelde concentraties metalen (in ng m^{-3}) in Zaltbommel tijdens de meetperiode en referentiegegevens uit andere onderzoeken.

Locatie	Type locatie	Chroom	Lood	Mangaan	Nikkel	Koper	Cadmium
Zaltbommel, LC1 <i>hele periode</i>		15,6 <i>2,0-94,4</i>	17,0 <i>2,8-68,1</i>	39 <i>2,0-245</i>	11,6 <i>1,8-56,3</i>	99 <i>6,3-443</i>	1,9 <i>0,2-29,7</i>
Zaltbommel, LC1 <i>'van bedrijf'</i>		51,1 <i>6,0-94,4</i>	38,6 <i>9,1-68,1</i>	106 <i>24,3-245</i>	26,7 <i>4,6-56,3</i>	206 <i>50-342</i>	4,3 <i>0,4-29,7</i>
Zaltbommel, LC1 <i>'niet van bedrijf'</i>		7,0 <i>2,0-44,3</i>	11,7 <i>2,8-32,9</i>	23 <i>5,2-129</i>	7,9 <i>1,8-48,4</i>	73 <i>6,3-443</i>	1,3 <i>0,2-27,9</i>
Zaltbommel, LC2 <i>hele periode</i>		6,0 <i>1,9-32,7</i>	11,4 <i>1,4-44,0</i>	20 <i>4,5-55</i>	7,3 <i>2,0-30,3</i>	29 <i>5,1-293</i>	0,9 <i>0,2-10,6</i>
Vredepeel	Regionaal	3,8 <i>1,3-10,5</i>	23,5 <i>3-55</i>	15,0 <i>2,9-32,8</i>	2,9 <i>1,4-5,9</i>	9,1 <i>2,6-18,3</i>	niet gemeten
R'dam Overschie	Stad, nabij snelweg	7,1 <i>1,3-14,1</i>	27 <i>3-59</i>	19,7 <i>3,3-41,4</i>	7,4 <i>1,4-14,8</i>	18,3 <i>5,3-36,4</i>	niet gemeten
A'dam Overtoom	Stadachter grond	2,7 <i>1,3-5,3</i>	16 <i>3-41</i>	10,4 <i>2,7-21,2</i>	3,5 <i>1,4-6,7</i>	9,6 <i>4,2-17,9</i>	niet gemeten
A'dam Stadhouderskade	Straat	5,8 <i>1,3-12,5</i>	32 <i>3-60</i>	20,9 <i>7,3-42</i>	5,5 <i>1,4-10,3</i>	35 <i>17-59</i>	niet gemeten
Referentie- gegevens	Diverse locaties	3 <i>0,5-10</i>	15 <i>3-150</i>	20 <i>1-100</i>	5 <i>0,3-50</i>	30 <i>1-250</i>	0,5 <i>0,1-10</i>

Voor een volledig overzicht van alle berekeningen, resultaten, grafieken en tabellen wordt verwezen naar Mennen *et al.* (2004). De belangrijkste resultaten zijn hieronder samengevat:

- De gemiddelde luchtkwaliteit in de leefomgeving rond de gieterij ligt voor de meeste componenten op regionaal tot stadsachtergrondniveau. *Uitzonderingen* hierop vormen de stof isopropylalcohol en de metalen chroom (waaronder zeswaardig chroom), nikkel, koper, mangaan, zink en cadmium. De gemiddelde concentraties van deze metalen liggen een factor 2 tot 5 boven het niveau in regionale en onbelaste stedelijke gebieden. In mindere mate zijn ook de concentraties lood en ijzer verhoogd ten opzichte van dit niveau.
- Van een aantal componenten zijn op het meetpunt LC1, op 40 meter ten westen van het bedrijf, duidelijk verhoogde concentraties gemeten op dagen dat de wind van het bedrijf afkomstig was en het bedrijf werkzaam was. Het gaat om de componenten zwaveldioxide, overige gasvormige zwavelcomponenten, isopropylalcohol, respirabel kwarts en de metalen chroom (waaronder zeswaardig chroom), ijzer, mangaan, nikkel, koper, zink en lood. Al deze componenten worden, zo is gebleken uit het

emissieonderzoek, door het bedrijf uitgestoten. Incidenteel zijn ook verhoogde concentraties aan cadmium gevonden, die mogelijk verband houden met emissie tijdens het smelten en gieten van nikkel-aluminium brons producten.

- Op het verder weggelegen meetpunt LC2, op 150 meter van het bedrijf, zijn ook verhoogde concentraties van enkele metalen gevonden, zij het in mindere mate dan op LC1. De lagere concentraties op meetpunt LC2 zijn het gevolg van het effect van verdunning en van depositie van grovere metaalhoudende stofdeeltjes tussen het bedrijf en het meetpunt.
- In de lucht in de woonwijk rond het bedrijf komt relatief meer grof stof voor dan in regionale en onbelaste stedelijke gebieden.
- De emissies van het verkeer op de rijksweg A2 leiden tot licht verhoogde concentraties aan stikstofoxiden, PAK's, stof, zwaveldioxide en overige gasvormige zwavelcomponenten, met name op meetpunt LC2, dat het dichtst bij de rijksweg ligt. De bijdrage van de rijksweg is echter beperkt in de zin dat de concentraties in de leefomgeving niet boven het stadsachtergrondniveau komen.
- De concentraties aan benzeen, toluen en andere aromaten (waarvan bekend is dat ze door verkeer worden uitgestoten) waren vrijwel niet verhoogd, ook niet op de meetpunten die het dichtst bij de rijksweg A2 lagen. Mogelijk heeft de geluidswal naast de weg een rol gespeeld in de verspreiding van de door het verkeer geëmitteerde componenten in de zin dat er een grotere verdunning heeft plaatsgevonden.

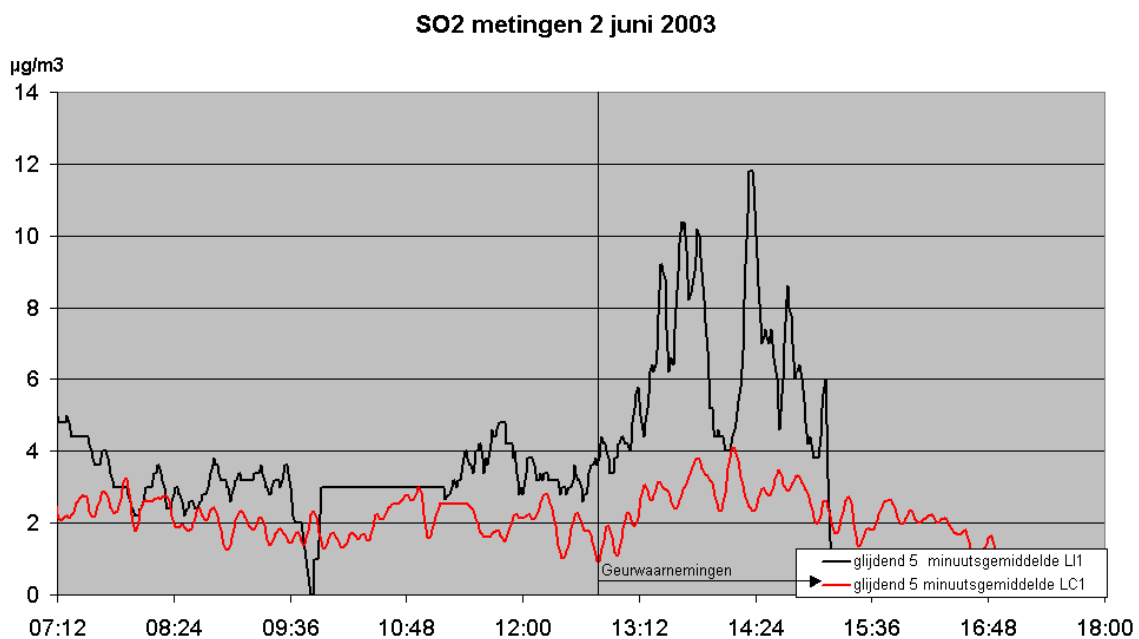
4.6.2 Intensieve luchtmetingen

Uit de 'ruwe' meetgegevens zijn per meetdag voor elke component de gemiddelde concentraties over de meetperiode (4 tot 6 uur) bepaald. Deze waarden zijn vergeleken met de gemiddelde concentraties over dezelfde meetperiode op het andere (vaste) meetpunt en met de gemiddelde concentraties over de hele meetperiode van het continue onderzoek. Ook is voor de continue gemeten componenten het verloop van de concentratie op beide meetpunten (dat wil zeggen het tijdelijke meetpunt benedenwinds van het bedrijf en het vaste meetpunt) vergeleken.

De vergelijking bevestigt het beeld dat uit de resultaten van de continue metingen naar voren komt. Tijdens werkdagen, en dan met name op momenten dat emissies uit de voormalig industrieel gietwerk plaatsvinden, komen benedenwinds van het bedrijf verhoogde concentraties van een aantal door het bedrijf geëmitteerde stoffen voor. Op 50 tot 100 meter van het bedrijf waren de hoogst gemeten piekwaarden – gemiddeld over een werkdag – aan isopropylalcohol, chroom (ook zeswaardig chroom), ijzer, mangaan, nikkel, koper, zink en lood 10 tot 50 maal zo hoog als het achtergrondniveau. Voor de zwavelverbindingen en respirabel kwarts lagen de piekwaarden op 5 tot 10 maal het achtergrondniveau. In mindere mate werden ook van benzeen, toluen, formaldehyde en PAK's verhoogde waarden gemeten. Ten aanzien van de PAK's valt op dat bij de intensieve metingen wel (licht) verhoogde concentraties zijn gemeten en tijdens de continue metingen niet. De reden hiervoor is dat bij de continue metingen gedurende 24 uur is bemonsterd, waardoor kortdurende hogere concentraties als het ware worden

‘verdund’.

De piekconcentraties aan zwavelverbindingen kwamen met name voor tijdens en vlak na het gieten van ferro-gietstukken. Ter illustratie is in Figuur 6 het verloop van de concentratie zwaveldioxide op één van de intensieve meetdagen weergegeven. In deze figuur zijn de concentraties op het intensieve meetpunt LI1 en het vaste meetpunt LC1 uitgezet tegen de tijd. Op deze dag is in de vormerij industrieel gietwerk een gietstuk van een ferro-legering vervaardigd. Het gieten vond plaats tussen 13:45 en 14:00 uur. De figuur laat zien dat rond die tijd de gemeten concentraties zwaveldioxide benedenwinds van het bedrijf hoger zijn dan bovenwinds. Ook het karakter van de emissies (kortdurend en pieksgewijs) komt uit de figuur duidelijk naar voren. Tegelijk met de toename van de concentratie zwaveldioxide werd door de meetploeg op locatie LI1 een karakteristieke, zwavelachtige geur waargenomen.



Figuur 6. SO₂ concentraties beneden- en bovenwinds van Van Voorden tijdens de intensieve meetdag op 2 juni.

De concentraties stof en stofgebonden componenten zoals metalen vertoonden ook op andere tijden op de werkdag pieken. Blijkbaar spelen ook emissies uit andere bronnen zoals de slijperij en de bramerij een rol in de verhoogde stofconcentraties in de omgeving.

Tijdens de intensieve metingen op 14 juli, op twee locaties benedenwinds van het bedrijf, zijn ook op 150 meter verhoogde concentraties metalen en zwavelverbindingen gemeten,

zij het minder hoog dan op 50 tot 100 meter. Deze resultaten laten zien dat de emissies uit het bedrijf tot op minstens 150 meter afstand in de leefomgeving zijn waar te nemen.

4.6.3 Luchtmetingen op zeswaardig chroom

Uit de emissiemetingen blijkt dat bij de HODI zeswaardig chroom wordt uitgestoten. Het percentage zeswaardig chroom ten opzichte van totaal chroom was ongeveer 2%. De emissieconcentraties van totaal chroom en ook die van mangaan, nikkel, ijzer, zink en koper kwamen qua orde van grootte overeen met de op basis van kentallen geschatte emissieconcentraties uit de rapportage van het emissieonderzoek (zie paragraaf 3.3). De concentratie stof bij de dakventilator van de HODI kwam overeen met resultaten van metingen door Pro Monitoring.

Uit de voormalig industrieel gietwerk komt geen aantoonbaar zeswaardig chroom vrij. De concentraties stof en metalen bij deze emissiemeting waren lager dan bij het emissieonderzoek. Dit kan worden verklaard doordat bij de meting in het emissieonderzoek een gietstuk met een hogere massa werd vervaardigd en doordat er bij die meting werd gegoten onder de dakventilator waar de emissiemetingen plaatsvonden, terwijl bij de meting op zeswaardig chroom het gieten tussen twee dakventilatoren in plaatsvond.

De daggemiddelde immissiemetingen, waarbij de wind niet van het bedrijf af kwam, geven aan dat de achtergrondconcentratie aan zeswaardig chroom circa $0,5 \text{ ng m}^{-3}$ bedraagt. Deze waarde is hoger dan de resultaten van achtergrondmetingen die eerder in Bilthoven zijn verricht (Mennen *et al.*, 1998). De in Zaltbommel gemeten waarden zijn wel vergelijkbaar met concentraties gemeten op rurale en stedelijke locaties in de USA en Canada.

Benedenwinds van de HODI komen verhoogde concentraties zeswaardig chroom voor in de leefomgeving, tot ongeveer 50 maal de achtergrondwaarde (gemiddeld over een werkdag). Ook de daggemiddelde concentratie zeswaardig chroom was, als de wind – in ieder geval een deel van de werkdag – van de HODI afkomstig was, verhoogd.

Benedenwinds van de voormalig industrieel gietwerk komen niet of nauwelijks verhoogde concentraties zeswaardig chroom voor. In één geval werd er wel een licht verhoogde waarde gemeten, maar waarschijnlijk hebben emissies uit de HODI daarbij een rol gespeeld (de wind is tijdens deze meting enigszins gedraaid).

Het percentage zeswaardig chroom ten opzichte van totaal chroom in de lucht rondom het bedrijf varieert van minder dan 1 tot ongeveer 20%, waarbij de hoogste percentages voorkomen als de wind afkomstig is van de HODI. De gevonden percentages zijn vergelijkbaar met resultaten uit eerder onderzoek. Opvallend is dat het percentage zeswaardig chroom bij de emissiemeting bij de HODI slechts 2% bedraagt, terwijl op leefniveau benedenwinds hogere percentages voorkomen. Mogelijk is de concentratie zeswaardig chroom in de lucht die de HODI verlaat onderschat door technische

beperkingen bij de bemonstering.

4.6.4 Depositietingen

Uit de analyseresultaten van de veegmonsters is de depositie – dat is de hoeveelheid van een stof per oppervlak – aan metalen en elementen berekend. Deze depositie is vergeleken met referentiewaarden uit andere onderzoeken en literatuurgegevens.

Hieruit blijkt dat de depositie aan chroom, koper en nikkel op de bemonsterde locaties in omgeving van de gieterij hoger is dan op referentielocaties¹¹. In beperkte mate geldt dit ook voor ijzer, mangaan, zink en lood. Omdat deze metalen ook in verhoogde concentraties zijn aangetroffen bij de luchtmetingen als de wind afkomstig was van het bedrijf, ligt het voor de hand te concluderen dat verspreiding en depositie van stofdeeltjes afkomstig van Van Voorden Gieterij BV hier de oorzaak van is.

Van de andere metalen en elementen is de gemeten depositie niet verhoogd, behalve op één locatie, een vensterbank van de woning bij meetlocatie LC2, waar zeer hoge deposities van lood, barium en zink zijn gevonden. Uit het ruimtelijk verspreidingspatroon en het feit dat van andere metalen uit de gieterij op deze locatie geen sterk verhoogde depositie is gevonden, kan worden afgeleid dat de oorzaak hiervan moet worden gezocht in een andere bron dan het bedrijf.

4.6.5 Gewasonderzoek

In een aantal grasmonsters zijn van enkele metalen verhoogde gehalten gevonden. Het gaat daarbij om koper (op vrijwel alle plaatsen licht verhoogd), chroom, nikkel, lood en ijzer (op enkele plaatsen licht verhoogd). Bovendien is het grasmonster van locatie G7, een braakliggend terrein nabij een begraafplaats ten noorden van het bedrijf, sterk verontreinigd met lood, ijzer en aluminium. De oorzaak van deze verontreiniging moet waarschijnlijk in een zeer lokale bron worden gezocht en niet in emissies van Van Voorden Gieterij BV. In de resultaten van de grasmonsters is de invloed van emissies uit het bedrijf minder duidelijk terug te zien dan in de veegmonsters.

In de bij dit onderzoek genomen bodemmonsters zijn geen verhoogde gehalten aan metalen aangetroffen. In de eerder verrichte bodemonderzoeken werden verhoogde gehalten aan koper en lood aangetroffen, gemiddeld genomen ruim 1,5 maal zo hoog als de streefwaarde. Op één plaats werd een loodgehalte boven de interventiewaarde aangetroffen. Dit betreft echter een zeer lokale verontreiniging (zogenaamde hot spot), aangezien in een ander bodemmonster van hetzelfde perceel het loodgehalte veel lager was. Voor zink lag het gemiddelde rond de streefwaarde, maar werden op enkele plaatsen licht verhoogde gehalten gevonden, die echter nog altijd onder de interventiewaarde lagen. Van de andere metalen lagen de gehalten steeds rond of onder de streef- en de

¹¹ In Mennen *et al.* (2004) is een volledig overzicht gegeven van de gebruikte bronnen met data over de achtergronddepositie van metalen. Hierbij moet de kanttekening worden gemaakt dat er slechts op beperkte schaal depositiegegevens beschikbaar zijn. Bovendien is de spreiding in 'normaal voorkomende waarden' al groot. Het is echter evident dat van enkele metalen in Zaltbommel verhoogde waarden zijn gevonden.

achtergrondwaarde.

De verhoogde gehalten aan lood en koper zijn niet te verklaren uit de in dit onderzoek gemeten depositiefluxen, die representatief worden geacht voor de periode vanaf het jaar 2000. Het is echter goed mogelijk dat de depositie in het verleden heeft afgeweken van de in dit onderzoek gemeten waarden.

De verhoogde gehalten aan koper in de grasmonsters zouden mede een gevolg kunnen zijn van opname uit de bodem, aangezien ook daarin het kopergehalte verhoogd is. Voor de andere metalen, waarvan in het gras verhoogde waarden zijn gemeten (chromium, nikkel en ijzer), lijkt depositie van stofdeeltjes de belangrijkste oorzaak van de verhoging in gras te zijn, aangezien zij in de bodem niet in verhoogde mate voorkomen.

4.7 Evaluatie van de blootstelling en gezondheidsrisico's

4.7.1 Blootstellingsroutes

Mensen kunnen via verschillende routes worden blootgesteld aan schadelijke stoffen: door inademing (inhalatoire blootstelling), via de mond (orale blootstelling) en via de huid (dermale blootstelling).

Inhalatoire blootstelling vindt plaats door inademing van gasvormige componenten of van stofdeeltjes in de lucht.

Bij blootstelling via de mond kan onderscheid gemaakt worden tussen inname van gedeponerd stof tijdens het buiten eten of door zogenaamd hand-mond gedrag (ingestie), en consumptie van verontreinigd voedsel. Bij dit laatste kan gedacht worden aan het opeten van in eigen tuin gekweekte gewassen, maar ook aan consumptie van producten afkomstig van dieren (vlees, melk, eieren) die met de verontreinigde gewassen in aanraking zijn gekomen. Ingestie van gedeponerd stof is met name relevant voor kleine kinderen die immers hand-mond gedrag kunnen vertonen.

Dermale blootstelling kan plaatsvinden door huidcontact met gassen of stofdeeltjes in de lucht of door huidcontact met gedeponerde stofdeeltjes op bijvoorbeeld een tuintafel. In het geval van Van Voorden Gieterij BV speelt deze route geen rol, omdat de componenten die in de omgeving van de gieterij in verhoogde mate zouden kunnen voorkomen niet of nauwelijks via de huid worden opgenomen. Sommige van de aangetoonde stoffen, met name organische componenten zoals benzeen, kunnen wel door de huid worden opgenomen, maar dan vooral als men de component als vloeistof op de huid krijgt. In de leefomgeving rond de gieterij komen deze componenten echter alleen voor in gasvormige toestand in de lucht en de heersende concentraties zijn zo laag dat de opname via de huid verwaarloosbaar klein is. Dermale blootstelling wordt hier daarom buiten beschouwing gelaten.

Voorafgaand aan de bespreking van de verschillende blootstellingsroutes zullen eerst enkele algemene aspecten van de risicobeoordeling worden toegelicht.

Bij de evaluatie van gezondheidsrisico's wordt veelal onderscheid gemaakt tussen

kortdurende blootstelling aan hoge concentraties en langdurige blootstelling aan lage concentraties. Dit onderscheid wordt gemaakt omdat in praktijksituaties dit vaak het patroon is dat voorkomt (kortdurend hoog, langdurend laag). Cruciaal daarbij zijn de verschillende effecten die stoffen kunnen hebben op de gezondheid. Sommige stoffen veroorzaken geen effecten bij langdurige blootstelling aan een lage concentratie, bijvoorbeeld omdat het lichaam kleine hoeveelheden van de stof gemakkelijk uitscheidt, maar wel bij een kortdurende blootstelling aan een hoge concentratie. Andere stoffen kunnen juist wel effecten veroorzaken bij langdurige blootstelling aan relatief lage concentraties, bijvoorbeeld stoffen die zich in het lichaam ophopen. Ook zijn er stoffen die zowel bij kortdurende blootstelling aan hoge concentraties als bij langdurige blootstelling aan lage concentraties effecten kunnen bewerkstelligen. Het gaat dan meestal om verschillende effecten.

In de normstelling voor chemische stoffen wordt onderscheid gemaakt in *chronische* grenswaarden (voor langdurige blootstelling) en *acute* grenswaarden (voor kortdurende blootstelling). Voor wat betreft de *chronische* grenswaarden is er een verdere onderverdeling tussen *kankerverwekkende* en *niet-kankerverwekkende* stoffen. Bij niet-kankerverwekkende stoffen geeft de chronische grenswaarde de concentratie aan waaraan een mens gedurende een heel leven mag worden blootgesteld zonder dat daarvan schade voor de gezondheid zal ontstaan. Bij kankerverwekkende stoffen is de chronische grenswaarde gelijkgesteld aan de concentratie, waarvoor bij levenslange blootstelling het additioneel risico op kanker $1:10^4$ bedraagt. Dit betekent dat iemand die zijn hele leven wordt blootgesteld aan een concentratie die even hoog is als de grenswaarde een kans van 1 op de 10.000 loopt om kanker te krijgen. De kans van 1 op de 10.000 wordt door de Nederlandse overheid geaccepteerd als het maximaal toelaatbaar risiconiveau oftewel het MTR.

Bij de normstelling wordt ook onderscheid gemaakt tussen de route waarlangs de blootstelling plaatsvindt (door inademing, inname via de mond of opname via de huid), omdat deze bepaalt hoe een stof in het lichaam terechtkomt, hetgeen van invloed kan zijn op het effect dat de stof bewerkstelligt. Bij de bespreking van de verschillende blootstellingsroutes in de volgende paragraaf zullen alle relevante typen grenswaarden aan de orde komen.

Een ander belangrijk aspect bij de risicobeoordeling zijn de begrippen potentiële blootstelling en 'worst case' benadering. Bij de berekening van de blootstelling wordt vaak in eerste instantie uitgegaan van een 'worst case' benadering, hetgeen betekent dat er wordt berekend hoeveel schadelijke stoffen een omwonende *in het ergste geval* binnen krijgt. Bij deze benadering wordt bijvoorbeeld aangenomen dat een omwonende zich altijd bevindt op de plaats waar de hoogste concentraties in de lucht voorkomen of dat een omwonende dagelijks 200 gram groente uit eigen tuin consumeert. Beide situaties komen in werkelijkheid meestal niet voor.

De blootstelling die met deze benadering wordt berekend wordt de *potentiële blootstelling* genoemd. Als de potentiële blootstelling al onder de gezondheidskundige grenswaarden ligt, zal de *actuele (werkelijke)* blootstelling daar zeker ook onder liggen en is er geen

sprake van een verhoogd gezondheidsrisico door deze blootstelling. Als de potentiële blootstelling boven de gezondheidkundige grenswaarden ligt, zal een realistischer schatting van de actuele blootstelling worden gemaakt. Hierbij zal informatie over het activiteitenpatroon en het gedrag van omwonenden moeten worden gebruikt. Doel daarbij is om te komen tot een betrouwbaardere risico-uitspraak.

4.7.2 Blootstelling door inademing

Om de blootstelling door inademing van gasvormige en stofgebonden componenten te bepalen kan gebruik worden gemaakt van de resultaten van de luchtmetingen uit het immissieonderzoek. Zoals gezegd wordt daarbij onderscheid gemaakt tussen de gemiddelde blootstelling over langere tijd en kortdurende blootstelling aan verhoogde concentraties gedurende een beperkte periode. Kortdurende verhoogde concentraties kunnen bijvoorbeeld voorkomen tijdens het optreden van emissies uit de fabriek of, in het geval van verkeersemisies, tijdens de spits.

In dit onderzoek is voor elke component als maat voor de gemiddelde blootstelling over langere tijd de gemiddelde concentratie op één van de twee meetpunten uit het continue onderzoek genomen. Vanuit de ‘worst case’ benadering is er voor gekozen steeds de hoogste gemiddelde concentratie van de twee meetpunten te nemen. Voor de meeste componenten, met name de componenten die door de gieterij worden uitgestoten, werd de hoogste waarde gemeten op meetpunt LC1. Voor de componenten die typerend zijn voor verkeersemisies (stikstofoxiden en PAK's) en ook voor de zwavelcomponenten was de gemiddelde concentratie het hoogst op meetpunt LC2.

De werkelijke blootstelling van omwonenden zal lager zijn dan de gemiddelde concentraties op de meetpunten, omdat ze zich niet gedurende 24 uur per dag bij (één van) de meetpunten hebben bevonden ofwel omdat ze verder weg van de fabriek en de rijksweg A2 wonen. Ook moet bedacht worden dat de feitelijke inhalatoire blootstelling aan metalen lager is dan de gemeten concentraties, omdat een deel van het stof in de leefomgeving rond het bedrijf uit grove, niet-inhaleerbare deeltjes bestaat. Deze metalen kan men wel via inslikken binnen krijgen. Deze inname wordt meeberekend bij de orale blootstelling.

De gemiddelde blootstelling aan zeswaardig chroom is geschat op basis van de hoogste gemeten concentratie benedenwinds van het bedrijf tijdens werkuren en het percentage dat een bepaalde windrichting (ten hoogste 20%) voorkomt. Verder is er rekening mee gehouden dat alleen op werkdagen overdag zeswaardig chroom wordt geëmitteerd. Tenslotte is de achtergrondconcentratie meegerekend. Deze berekening is gebaseerd op een beperkt aantal metingen, waardoor de onzekerheid in de berekende blootstelling relatief groot is.

Voor de kortdurende blootstelling aan verhoogde concentraties is uitgegaan van de hoogste gemeten uurgemiddelde of (werk)daggemiddelde concentraties van *alle* metingen, dus zowel de continue als de intensieve. Uit de meetresultaten is gebleken dat de emissies

uit de gieterij kunnen leiden tot kortdurende piekconcentraties in de leefomgeving. Deze pieken duren veelal slechts enkele minuten en de concentraties tijdens die pieken zijn hoger dan de maximale uurgemiddelde concentraties. Niettemin is er voor gekozen om bij de toetsing van de kortdurende blootstelling uit te gaan van uurgemiddelde waarden, omdat de acute grenswaarden ook geldig zijn voor een blootstellingsduur van minimaal een uur. In deze grenswaarden zijn effecten van hogere, kortdurende piekconcentraties verdisconteerd.

In Bijlage 5 zijn de gemiddelde en de maximale uurgemiddelde of (werk)dag-gemiddelde concentraties aan stoffen vermeld met daarbij de bijbehorende chronische respectievelijk acute grenswaarden. De opgevoerde grenswaarden zijn ontleend aan bestaande toxicologische evaluaties door RIVM, US-ATSDR¹², US-EPA¹³, WHO¹⁴ of anderen. Voor stoffen waarvan bij inademing alleen bij langdurige blootstelling effecten worden verwacht, zoals metalen, een aantal stofgebonden PAK's en respirabel kwarts, bestaan geen acute grenswaarden. Een kortdurende verhoogde blootstelling aan deze stoffen leidt niet tot gezondheidsschade zolang de gemiddelde blootstelling over langere tijd maar onder de chronische grenswaarde ligt.

Uit de tabel in Bijlage 5 blijkt dat de gemiddelde concentraties van de onderzochte stoffen onder de chronische grenswaarden liggen. Daarbij moet worden opgemerkt dat de gemiddelde concentratie aan nikkel, cadmium en zeswaardig chroom op ongeveer 40-60% van de chronische grenswaarde ligt. Ook de concentratie fijn stof ligt dicht tegen de grenswaarde, maar dat is ook elders in Nederland het geval en kan niet worden toegeschreven aan de emissies uit het bedrijf.

Behalve voor cadmium, koper, nikkel, zeswaardig chroom en fijn stof liggen ook de maximale werkdaggemiddelde concentraties onder de *chronische* grenswaarden. Voor alle componenten liggen de maximale werkdaggemiddelde concentraties onder de *acute* grenswaarden, voor zover deze zijn vastgesteld.

Van aluminium, calcium en ijzer ontbreken chronische grenswaarden in lucht voor de algehele bevolking. Voor deze metalen zijn wel MAC-waarden beschikbaar. Hoewel deze MAC-waarden bedoeld zijn voor gezonde werknemers, waarbij wordt uitgegaan van een blootstelling van 8 uur per dag, 5 dagen per week gedurende 40 jaar, is de marge tussen de MAC-waarden en de gemeten concentraties dermate groot (een factor 1000 of meer) dat effecten niet verwacht worden.

Van waterstofsulfide wordt de geurdrempel (zie noot 6 in de tabel van Bijlage 5) mogelijk overschreden (Ruth, 1986). De in de tabel vermelde concentratie heeft echter betrekking op de som van gasvormige zwavelverbindingen behalve zwaveldioxide. Uit het

¹² Agency for Toxic Substances and Disease Registry, een Amerikaanse overheidsinstantie die onder meer gezondheidskundige grenswaarden voor stoffen in het milieu vaststelt.

¹³ Environmental Protection Agency, een Amerikaanse overheidsinstantie die onder andere de toezicht en handhaving op milieugebied als taak heeft.

¹⁴ World Health Organisation.

emissieonderzoek kan worden afgeleid dat naast waterstofsulfide ook carbonylsulfide in substantiële hoeveelheden wordt uitgestoten¹⁵ en dat het aandeel waterstofsulfide ongeveer 60% bedraagt, waarmee de gemiddelde concentratie ongeveer $0,7 \mu\text{g m}^{-3}$ wordt en de maximale uurgemiddelde concentratie ongeveer $40 \mu\text{g m}^{-3}$. Van de blootstelling aan waterstofsulfide in de omgeving van de gieterij is dus mogelijk geurhinder te verwachten, te meer daar behalve waterstofsulfide waarschijnlijk ook nog andere zwavelverbindingen met een lage geurdrempel in verhoogde mate voorkomen. Het is namelijk bekend dat bij reacties waarbij waterstofsulfide ontstaat, zoals tijdens het gieten van de ferro-legering in de vorm, veelal ook andere zwavelverbindingen worden gevormd. Omdat het bindmiddel dat wordt toegepast bij het maken van gietvormen voor de ferro-gietstukken in de winter meer zwavelverbindingen bevat dan in de zomer (zie paragraaf 4.5.2), kan geurhinder in de winter vaker voorkomen dan in de meetperiode.

Samengevat kan worden gesteld dat de blootstelling van omwonenden aan stoffen in de lucht in de omgeving van de gieterij onder de van toepassing zijnde gezondheidkundige grenswaarden ligt. De gemiddelde concentraties aan nikkel, cadmium en zeswaardig chroom liggen echter op ongeveer de helft van de chronische grenswaarde. Op grond van de gemeten concentraties waterstofsulfide en andere zwavelverbindingen is het mogelijk dat regelmatig geurhinder optreedt, het meest in de winterperiode.

4.7.3 Orale blootstelling

In de leefomgeving van de gieterij zijn vier orale blootstellingsroutes van belang:

- a) inname van gedeponeerd stof door hand-mond gedrag; deze route is met name relevant voor kleine kinderen;
- b) consumptie van voedsel dat verontreinigd is geraakt door depositie van stofdeeltjes; hier wordt specifiek bedoeld op de situatie dat door omwonenden buiten (in de tuin) wordt gegeten;
- c) consumptie van in eigen tuin gekweekte gewassen; in de directe omgeving van Van Voorden worden door een aantal omwonenden groenten, kruiden en met name fruit voor eigen gebruik gekweekt;
- d) inslikken van ingeademd stof.

Blootstelling door consumptie van producten van dieren (vlees, melk, eieren) die met de verontreinigde gewassen in aanraking zijn gekomen is bij dit onderzoek niet aan de orde. Omdat het stof afkomstig van Van Voorden Gieterij BV voornamelijk verhoogde gehalten aan metalen bevat, is de berekening van de orale blootstelling gericht op metalen. Andere stofgebonden componenten zullen aan het eind van deze paragraaf worden besproken.

Hieronder wordt van elke route beschreven hoe en met welke gegevens de blootstelling is berekend. In eerste instantie wordt per route uitgelegd hoe de *extra* blootstelling is

¹⁵ Waarschijnlijk komen er nog meer zwavelverbindingen vrij, maar deze waren niet aantoonbaar zodat geconcludeerd kan worden dat waterstofsulfide en carbonylsulfide de belangrijkste zwavelverbindingen vormen.

berekend als gevolg van verhoogde concentraties en depositie aan metalen in de leefomgeving rond het bedrijf. Daarna zal de *totale* blootstelling over alle routes worden berekend, waarbij ook rekening wordt gehouden met de *achtergrondblootstelling*, dat wil zeggen de hoeveelheid metalen die een gemiddeld persoon in Nederland dagelijks binnen krijgt uit voedsel, drinkwater en via de hierboven genoemde routes.

Omdat kinderen de meest kwetsbare groep vormen, is de berekening van de blootstelling gericht op deze groep. Voor volwassenen zal de blootstelling per lichaamsgewicht lager uitvallen.

Voor details aangaande de berekeningen wordt verwezen naar Mennen *et al.* (2004).

Orale blootstelling door bodemingestie

Kinderen kunnen bij het spelen op de grond of in de zandbak zand- en bodemdeeltjes aan de handen krijgen, dat zij onbedoeld inslikken. Uit onderzoek is gebleken dat een kind door dit gedrag gemiddeld per dag 100 mg stof en bodemdeeltjes binnen krijgt (Otte *et al.*, 2001).

Om de inname via deze route te berekenen wordt gebruik gemaakt van de meetgegevens uit de bodemonderzoeken¹⁶. De extra blootstelling aan metalen als gevolg van verhoogde gehalten in de bodem kan als volgt worden berekend. Het gemiddelde gehalte van elk metaal in de bodem in de omgeving van Van Voorden Gieterij BV wordt gecorrigeerd voor het achtergrondgehalte; de achtergrondinname door bodemingestie is immers al verdisconteerd in de totale achtergrondblootstelling. Het verschil wordt vermenigvuldigd met de hoeveelheid dagelijks ingenomen stofdeeltjes en gedeeld door het gemiddeld lichaamsgewicht van een kind. Voor de groep kinderen waarvan de inname aan stofdeeltjes door hand-mond gedrag is vastgesteld bedraagt het gemiddeld lichaamsgewicht ongeveer 20 kg.

Orale blootstelling door inname van verontreinigd voedsel tijdens buiten eten

Twee veegmonsters zijn genomen door van een bord respectievelijk een atlas, die enige tijd op een tafel in de tuin van één van de woningen hadden gelegen, het gedeponeerde stof te verzamelen. Dit stof is gewogen en geanalyseerd. Uit de massa en samenstelling van het stof kan worden berekend hoe hoog de inname is als dit stof zou worden gemengd met voedsel op het bord¹⁷. Bij deze berekening zijn we er van uitgegaan dat al het stof op het bord wordt ingenomen. De inname is gedeeld door het lichaamsgewicht van een kind, omdat ook een kind de totale hoeveelheid stof kan innemen bij consumptie van met het

¹⁶ Opmerking: Het zou voor de hand liggen de extra blootstelling aan metalen als gevolg van deze route te berekenen uit de resultaten van de depositiemetingen. De depositie levert echter slechts een zeer beperkte bijdrage aan de gehalten aan metalen in de bodem (zie voor de berekening: Mennen *et al.*, 2004). Vanuit de 'worst case' benadering is daarom besloten uit te gaan van de resultaten van de bodemonsters.

¹⁷ Het bord was al eerder op de tafel gezet met de bedoeling buiten te eten. Omdat visueel waarneembaar was dat er inmiddels stofdeeltjes op het bord waren gekomen, heeft de bewoner besloten het bord te bewaren in verband met het onderzoek. Het was echter heel goed mogelijk geweest dat het stof pas was gedeponeerd als er al voedsel op het bord lag. In dat geval was het stof met het voedsel mee geconsumeerd.

stof verontreinigd voedsel op het bord; voor een volwassene is de inname per lichaamsgewicht lager.

Het is overigens niet waarschijnlijk dat deze blootstelling elke dag plaatsvindt, omdat slechts een deel van het jaar buiten wordt gegeten en ook omdat alleen bij windrichting van het bedrijf richting woonwijk stofdeeltjes in de tuinen neerkomen. Vanuit het 'worst case' perspectief zijn we er echter van uitgegaan dat de blootstelling dagelijks plaatsvindt.

Orale blootstelling door consumptie van verontreinigde gewassen

Om een inschatting te maken van de blootstelling via consumptie van gewassen is gebruik gemaakt van de gemeten gehalten aan metalen in de grasmonsters. Hierbij is impliciet verondersteld dat de depositie van stofdeeltjes op gras ongeveer gelijk zal zijn aan de depositie op een snelgroeïend bladgewas, zoals sla. Voor de berekening van de blootstelling zijn we er van uitgegaan dat een kind van 20 kg dagelijks 66 gram groente uit eigen tuin consumeert – dit gegeven is afkomstig uit studies naar dagelijkse consumptie door de bevolking (Kistemaker *et al.*, 1998) – en dat de gehalten aan metalen in die groente gelijk zijn aan de hoogst gemeten waarden in de genomen grasmonsters. Hierbij zijn de gehalten in het monster van locatie G7 niet meegenomen, omdat ze niet representatief zijn voor de rest van de grasmonsters en de oorzaak van de hoge waarden waarschijnlijk een andere bron is dan de gieterij.

Omdat we hier alleen de *extra* blootstelling berekenen door consumptie van zelf gekweekte gewassen, zijn de metaalgehalten in gras gecorrigeerd voor de achtergrondwaarden, berekend uit de referentiegegevens. De achtergrondinname aan metalen uit groenten is namelijk al verdisconteerd in de dagelijkse achtergrondblootstelling.

De berekende inname aan metalen is vervolgens gedeeld door het lichaamsgewicht van een kind (20 kg).

De aldus berekende inname is gebaseerd op een worst case situatie, omdat ze is gebaseerd op de hoogte gemeten gehalten in gras en niet de gemiddelde gehalten. Bovendien zal waarschijnlijk een deel van de metaalhoudende stofdeeltjes worden afgespoeld doordat de groenten en het fruit uit eigen tuin worden gewassen voordat ze worden geconsumeerd. Hier is echter geen specifiek onderzoek naar gedaan (de grasmonsters zijn ongewassen geanalyseerd).

Orale blootstelling door inslikken van ingeademd stof

Fijne stofdeeltjes komen na inademing in de longen terecht. Zeer grove stofdeeltjes worden niet ingeademd. Van de tussenliggende fractie stofdeeltjes (tussen fijn en zeer grof) blijft een gedeelte na inademing achter in de mondholte waarna ze worden ingeslikt. In dat geval is er sprake van orale inname. Om de blootstelling via inslikken te berekenen zijn de maximale concentraties in de lucht (zie Bijlage 5) vermenigvuldigd met het volume lucht dat een kind dagelijks inademt (ongeveer 12 m³) en deze zijn vervolgens gedeeld door het lichaamsgewicht (20 kg). Ook dit is een worst case benadering, omdat

wordt uitgegaan van de maximale concentraties – en niet van de gemiddelden – en omdat niet al het ingeademde stof wordt ingeslikt.

Totale orale blootstelling

Volwassenen en kinderen krijgen dagelijks metalen binnen via voeding, drinkwater en de andere beschreven orale routes zoals inslikken van ingeademd stof en bodemingestie. Dit wordt de dagelijkse achtergrondinname genoemd. Om de totale inname aan metalen in de leefomgeving van de gieterij te berekenen is de berekende extra inname via alle hiervoor besproken routes gesommeerd en vervolgens opgeteld bij de gemiddelde dagelijkse achtergrondinname (Janssen en Baars, 2004).

In Tabel 4 zijn voor elk metaal vermeld:

- de totale *extra* inname via de verschillende routes (dus de som van de berekende inname via alle hiervoor besproken routes);
- de *achtergrondinname*;
- de *totale* inname (som van achtergrondinname en extra inname);
- de TDI (Toelaatbare Dagelijkse Inname); dat is de chronische grenswaarde voor de orale route.

Wat betreft de extra inname en de totale inname is onderscheid gemaakt in met en zonder gewasconsumptie, omdat deze route het meest bijdraagt.

De gegevens hebben betrekking op kinderen van 20 kg. Voor kleinere kinderen kan de inname per kg lichaamsgewicht iets hoger uitvallen (maar niet proportioneel¹⁸). Voor volwassenen is de inname per kg lichaamsgewicht lager.

Bij deze berekening is impliciet aangenomen, dat de componenten dezelfde biologische beschikbaarheid in het lichaam hebben, ongeacht de wijze waarop ze het lichaam binnenkomen. In werkelijkheid is dat meestal niet het geval. In principe is hier bij het vaststellen van de grenswaarden echter wel rekening mee gehouden.

¹⁸ Bedoeld wordt dat een kind van 10 kg niet 2 maal zo veel metalen per kg lichaamsgewicht inneemt als een kind van 20 kg.

Tabel 4. Achtergrondinname, extra inname en totale inname aan metalen door kinderen, vergeleken met de Toelaatbare Dagelijkse Inname (in μg per kg lichaamsgewicht per dag).

Metaal	Achtergrond -inname	Extra inname in leef- omgeving gieterij excl. gewassen	Extra inname in leef- omgeving gieterij incl. gewassen	Totale inname excl. gewassen	Totale inname incl. gewassen	TDI
Chroom	1,0	2,0	3,6	3,0	4,6	5
Lood	2,0	0,4	2,7	2,4	4,7	3,6
Mangaan	50	1,2	54	51	104	140
Nikkel	4	0,2	2,2	4,2	6,2	50
Koper	20	1,4	18,6	21,4	39	140
Kobalt	0,3	0,004	0,07	0,3	0,4	1,4
Aluminium	80	9	134	89	215	1000 ¹⁾
Calcium	13.000	27	5.500	13.000	18.500	36.000 ²⁾
IJzer	140	46	316	186	460	800 ³⁾
Zink	130	2,3	19	132	150	1000
Cadmium	0,2	0,02	0,12	0,22	0,3	1
Barium	9	0,1	18	9	27	20

- ¹⁾ Voorlopige TDI, vastgesteld door de WHO Joint Expert Committee on Food Additives (WHO-JECFA, 1989).
- ²⁾ Gebaseerd op een TDI van 2500 mg per dag voor een volwassene, afgeleid door de Scientific Committee on Food van de EU (SCF, 2003).
- ³⁾ Teneinde te beschermen tegen overmatige ijzerafzetting in het lichaam heeft de WHO-JECFA in 1983 deze voorlopige TDI vastgesteld (WHO-JECFA, 1983).

Uit de berekeningen voor de afzonderlijke routes volgt dat, behalve voor chroom, de *extra* inname aan metalen door bodemingestie, inslikken en het buiten eten kleiner is dan de achtergrondinname. Voor chroom is de inname van verontreinigd voedsel bij het buiten eten groter dan de achtergrondinname, zij het dat hierbij is uitgegaan van dagelijks buiten eten. De grootste bijdrage aan de extra inname wordt geleverd door de consumptie van zelf gekweekte gewassen. Voor een aantal metalen ligt deze rond of boven de achtergrondinname. Ook hierbij is echter sprake van een overschatting van de actuele blootstelling, omdat is uitgegaan van een 'worst case' berekening.

Voor de meeste metalen ligt de totale blootstelling onder de TDI-waarde. De TDI voor lood en barium wordt echter overschreden, hetgeen in Tabel 4 is aangegeven met de vetgedrukte waarden. Een deel van het barium bestaat echter uit onoplosbare verbindingen, die niet in het lichaam worden opgenomen (denk aan het gebruik van bariumpap als contrastmedium in de geneeskunde), zodat de werkelijke blootstelling lager zal zijn dan de berekende. Verder is al aangegeven dat vanwege de 'worst case' benaderingen de actuele blootstelling lager zal zijn dan de hier berekende. Niettemin kan geconcludeerd worden dat intensief consumeren van zelf gekweekte bladgroente (oftewel 'dagelijks eten uit eigen tuin') een risico op te hoge blootstelling aan enkele lood en barium teweeg zou kunnen brengen. Dit risico is het grootst voor jonge

kinderen omdat zij per kg lichaamsgewicht een hogere groenteconsumptie hebben.

Andere stofgebonden componenten

Naast metalen kan men ook worden blootgesteld aan andere aan stofdeeltjes gebonden componenten, zoals respirabel kwarts, niet-vluchtige PAK's en dioxinen. Respirabel kwarts, en ook zeswaardig chroom, zijn echter alleen schadelijk voor de gezondheid bij inademing en die route is al besproken in paragraaf 4.7.2.

De orale blootstelling aan PAK's kan bij gebrek aan gegevens over depositie en gehalten in gras niet worden berekend. Echter, uit de luchtmetingen is gebleken dat de gemiddelde concentratie in de lucht niet verhoogd is ten opzichte van regionale achtergrondwaarden. Bij de intensieve metingen zijn wel verhoogde concentraties gemeten, maar vrijwel alleen van de niet aan stofdeeltjesgebonden PAK's. De concentraties stofgebonden PAK's, en daarmee ook de depositie, verschillen dus niet van de achtergrondwaarden. Dan zal ook de orale blootstelling aan PAK's niet verhoogd zijn ten opzichte van de achtergrondblootstelling.

Om de blootstelling aan dioxinen in te schatten is gebruik gemaakt van de analyseresultaten van de veegmonsters die tijdens het emissieonderzoek zijn genomen op de daken van enkele bedrijfsruimten van de gieterij. Deze monsters zijn geanalyseerd op metalen en dioxinen. Uit de verhoudingen van de gehalten aan metalen en dioxinen in deze monsters kan worden geschat hoe hoog de *extra* orale inname aan dioxinen is via de vier besproken routes. Als wordt uitgegaan van het veegmonster met het hoogste dioxinegehalte, bedraagt de *extra* orale inname 0,32 pg WHO-TEQ¹⁹ per kg lichaamsgewicht per dag. De dagelijkse achtergrondinname aan dioxinen in Nederland bedraagt gemiddeld 1,2 pg WHO-TEQ per kg lichaamsgewicht per dag. De totale inname in de leefomgeving van de gieterij wordt daarmee ten hoogste 1,5 pg WHO-TEQ per kg lichaamsgewicht per dag. De Toegestane Dagelijkse Inname is 2 pg WHO-TEQ per kg lichaamsgewicht per dag (SCF, 2001). Deze waarde wordt niet overschreden.

4.7.4 Risico's door blootstelling aan meerdere stoffen tegelijk

Voor de blootstelling door inademing aan afzonderlijke stoffen is vastgesteld dat deze onder de gezondheidskundige grenswaarden ligt, zij het dat voor nikkel, cadmium en zeswaardig chroom de gemiddelde concentratie in de leefomgeving op een niveau tot 40-60% van de chronische grenswaarde ligt. Ook de orale route levert geen blootstelling op die voor de afzonderlijke stoffen boven de grenswaarde ligt behalve bij intensieve consumptie van zelf gekweekte groenten (oftewel 'dagelijks eten uit eigen tuin'); dit levert namelijk een risico op te hoge blootstelling aan enkele metalen (met name lood).

¹⁹ WHO-TEQ = Toxiciteits EQuivalenten volgens de WHO. Dit is een internationaal afgesproken maat voor de totale concentratie van polychloordibenzo-p-dioxinen (PCDD's) en polychloordibenzofuranen (PCDF's) – deze stoffen worden meestal aangeduid onder de verzamelnaam 'dioxinen' –, elk gewogen met hun specifieke Toxiciteits Equivalentie Factor (TEF). De TEF is een weegfactor voor de relatieve giftigheid van de betreffende verbinding ten opzichte van die van 2,3,7,8-TCDD, de meest giftige dioxine.

De risicobeoordeling is tot nu toe gericht op alle stoffen afzonderlijk. Het zou, in theorie, echter mogelijk kunnen zijn dat bij afwezigheid van een gezondheidsrisico voor de *individuele* stoffen, blootstelling aan het *totale mengsel* toch tot gezondheidseffecten leidt. Zeker in het huidige geval, waar we te maken hebben met een groot aantal stoffen, is dit een uiterst complexe vraagstelling.

De risicobeoordeling voor mengsels kent enkele simpele benaderingswijzen met behulp waarvan een indicatie kan worden verkregen over de aannemelijkheid van mengsel-effecten. Stoffen aanwezig in het mengsel worden daarbij ingedeeld als *vergelijkbaar werkend* ofwel als *onafhankelijk werkend*. Voor wat betreft de laatste categorie, de *onafhankelijk werkende* stoffen, geldt dat wanneer voor de individuele stoffen de concentraties onder de relevante grenswaarden blijft ook geen effecten verwacht worden door het totale mengsel. Voor *vergelijkbaar werkende* stoffen kan de zogenaamde Hazard Index worden toegepast. De Hazard Index voor een stof is de blootstelling gedeeld door de grenswaarde en geeft daarmee dat deel van de grenswaarde aan dat als het ware 'opgevuld' is in de desbetreffende situatie. Door deze index te sommeren voor de stoffen waarvan wordt aangenomen dat ze eenzelfde toxische werking hebben, kan de Hazard Index voor het mengsel berekend worden. Is de resulterende som groter dan 1, dan is er sprake van een risico volgens deze methode.

In het huidige geval zou bijvoorbeeld voor de acute neurologische effecten van benzeen, toluen, ethylbenzeen en xyleen een Hazard Index berekening kunnen worden toegepast. Op basis van de maximale concentraties en de relevante acute grenswaarden in Bijlage 5 bedraagt de Hazard Index in dit geval minder dan 0,1, hetgeen ruim beneden de 1 ligt, zodat er dus van de blootstelling aan deze groep stoffen geen risico valt te verwachten. Voor stoffen als zwaveldioxide, stikstofdioxide en fijn stof en ook voor de metalen zijn er geen aanwijzingen uit wetenschappelijk onderzoek dat ze *vergelijkbaar werkend* zijn. Voor deze groepen stoffen kan de Hazard Index methode dus niet worden toegepast. Uit uitgevoerde toxicologische onderzoeken naar mengseleffecten blijkt in grote lijnen dat, zelfs wanneer stoffen op vergelijkbare wijze werken, geen mengseleffecten optreden wanneer de toegediende concentraties beneden de individuele no-effect-niveaus²⁰ blijven. Omdat grenswaarden altijd ruim beneden de individuele no-effect-niveaus worden vastgesteld, wordt er in het algemeen van uitgegaan dat wanneer individuele componenten hun grenswaarden niet noemenswaard overschrijden, de kans op mengseleffecten zeer klein zal zijn.

²⁰ Het no-effect-niveau is door middel van toxicologische experimenten vastgestelde concentratie, waarbij (net) geen effecten meer zijn waar te nemen.

4.8 Conclusies immissieonderzoek

Uit de resultaten van het immissieonderzoek kunnen de volgende conclusies worden getrokken.

1. De meetcampagne is over het geheel genomen goed gelukt. De meetperiode was representatief voor wat betreft de weersomstandigheden en de productie van het bedrijf, zodat de meetgegevens een goed beeld geven van de blootstelling en milieubelasting in de omgeving van het bedrijf over de periode vanaf 2000 tot heden. De data uitval bedroeg gemiddeld 13%.
2. De invloed van emissies uit het bedrijf is in de leefomgeving goed waar te nemen. Stoffen die door het bedrijf worden geëmitteerd worden, als de wind van het bedrijf naar de leefomgeving waait, daar in verhoogde concentraties gemeten, tot op in ieder geval 150 meter van het bedrijf. Dit blijkt uit zowel de continue metingen als uit de intensieve metingen. De hoogste waarden worden gevonden op momenten dat emissies uit de voormalig industrieel gietwerk plaatsvinden. Echter, ook emissies uit andere bedrijfsonderdelen (HODI, smelterij, voormalig schroeven, slijperij en bramerij) zijn benedenwinds in de leefomgeving waar te nemen.
3. De volgende stoffen komen bij wind uit de richting van het bedrijf in verhoogde mate voor in de lucht: zwaveldioxide en andere zwavelcomponenten, isopropylalcohol, stof (met name grof stof), de metalen chroom, zeswaardig chroom, ijzer, mangaan, nikkel, koper, zink en lood, en respirabel kwarts. De hoogste gemeten piekwaarden aan isopropylalcohol en metalen waren 10 tot 50 maal zo hoog als het achtergrondniveau. Voor de zwavelverbindingen en respirabel kwarts lagen de piekconcentraties op 5 tot 10 maal het achtergrondniveau. In beperkte mate werden ook van benzeen, toluen, formaldehyde en PAK's verhoogde waarden gemeten. Incidenteel zijn verhoogde concentraties aan cadmium gevonden, die mogelijk verband houden met emissie tijdens het smelten en gieten van nikkel-aluminium brons producten.
4. De invloed van emissies uit verkeer op de rijksweg A2 is amper merkbaar in de woonwijk. Op meetpunt LC2 waren de concentraties stikstofoxiden en PAK's weliswaar licht verhoogd, maar nog altijd niet hoger dan op stadsachtergrondniveau. De concentraties aan benzeen, toluen en andere aromaten, waarvan bekend is dat ze door verkeer worden uitgestoten, waren vrijwel niet verhoogd, ook niet op de meetpunten die het dichtst bij de rijksweg lagen.
5. Voor de meeste stoffen liggen de concentraties in de leefomgeving rond het bedrijf tussen die van regionaal (platteland) en stadsachtergrondniveau. *Uitzonderingen* hierop vormen de stof isopropylalcohol en de metalen chroom (ook zeswaardig chroom), nikkel, koper, mangaan, zink en cadmium. De gemiddelde concentraties van deze metalen liggen een factor 2 tot 5 boven het niveau in regionale en onbelaste stedelijke gebieden. In mindere mate zijn ook de concentraties lood en ijzer verhoogd ten opzichte van dit niveau.

6. De depositie aan metalen in de omgeving van het bedrijf is verhoogd. In de veegmonsters is dat goed waar te nemen, in de grasmonsters komt dat minder duidelijk naar voren. Echter, ook in de grasmonsters zijn van sommige metalen verhoogde gehalten gevonden, namelijk van koper (op vrijwel alle plaatsen licht verhoogd) en van chroom, nikkel, lood en ijzer (op enkele plaatsen licht verhoogd).
7. In de bodemmonsters die in dit onderzoek zijn genomen, zijn geen verhoogde gehalten aan metalen geconstateerd. Deze monsters zijn niet genomen volgens de procedures bij onderzoeken in het kader van de Wet bodembescherming, omdat het doel was na te gaan of verhoogde gehalten metalen in gras afkomstig waren van directe depositie of van opname uit de bodem. In eerder verrichte bodemonderzoeken, die wel zijn gedaan in het kader van de Wet bodembescherming, zijn op enkele plaatsen in de woonwijk verhoogde gehalten aan koper en lood gevonden, gemiddeld ruim 1,5 maal zo hoog als de streefwaarde. Op één plaats werd een loodgehalte boven de interventiewaarde aangetroffen. Dit betreft echter een zeer lokale verontreiniging (hot spot), aangezien in een ander bodemmonster van hetzelfde perceel het loodgehalte veel lager was. De verhoogde gehalten aan lood en koper zijn niet te verklaren uit de in dit onderzoek gemeten depositiefluxen, die representatief worden geacht voor de periode vanaf het jaar 2000. Het is echter goed mogelijk dat de depositie voor het jaar 2000 heeft afgeweken van de in dit onderzoek gemeten waarden.
8. De verhoogde gehalten aan koper in de grasmonsters zouden mede een gevolg kunnen zijn van opname uit de bodem, aangezien ook daarin het kopergehalte verhoogd is. Voor de andere metalen lijkt alleen depositie van stofdeeltjes de belangrijkste oorzaak van de verhoogde gehalten in gras te zijn.
9. De blootstelling van omwonenden door inademing van stoffen in de lucht in de omgeving van de gieterij ligt onder de van toepassing zijnde gezondheidkundige grenswaarden, zij het dat voor nikkel, cadmium en zeswaardig chroom de gemiddelde concentratie in de leefomgeving op ongeveer de helft van de chronische grenswaarde ligt. De berekende blootstelling aan zeswaardig chroom is gebaseerd op een beperkt aantal metingen en daarom indicatief.
10. De gemeten piekconcentraties waterstofsulfide en andere zwavelverbindingen zijn dusdanig hoog dat mogelijk regelmatig geurhinder optreedt. Naar verwachting gebeurt dat met name in de winterperiode, omdat dan meer paratolueensulfonzuur wordt toegevoegd in het bindmiddel dat wordt toegepast bij het maken van gietvormen voor de ferro-gietstukken.
11. De orale blootstelling aan metalen en andere stofgebonden componenten ligt onder de Toelaatbare Dagelijkse Inname, als er geen intensieve consumptie van zelf gekweekte gewassen plaatsvindt (oftewel 'dagelijks eten uit eigen tuin'). Intensief consumeren van zelf gekweekte gewassen brengt echter een risico op te hoge blootstelling aan lood en barium met zich mee, met name voor zeer jonge kinderen.

5. Gezondheidsonderzoek

5.1 Dagboekonderzoek

5.1.1 Doel

Het dagboekonderzoek is uitgevoerd met als doel inzicht te krijgen in de mate en het patroon van ervaren hinder en acute gezondheidsklachten in de directe omgeving van het bedrijf. De nadruk van het dagboek ligt op de vragen over geurhinder en acute gezondheidsklachten maar er is ook gevraagd naar stof- en geluidhinder.

De concrete vragen die met het dagboekonderzoek beantwoord kunnen worden zijn:

- Wanneer en hoe vaak wordt geur, stof en/of geluidhinder toegeschreven aan de metaalgieterij gerapporteerd door de omliggende huishoudens gedurende een periode van 7 weken?
- Hoeveel huishoudens ervaren hinder van geur, stof en / of geluid die aan de metaalgieterij toegeschreven wordt en wat is de ruimtelijke spreiding?
- Als er geur van de metaalgieterij wordt waargenomen, in welke mate wordt dit dan als hinderlijk ervaren?
- Als er geur van de metaalgieterij wordt waargenomen, in hoeverre veroorzaakt dit dan acute gezondheidsklachten?
- Is er sprake van een consistent beeld als de gerapporteerde geurwaarnemingen tegen de meetresultaten van het immissieonderzoek en windrichtinggegevens worden uitgezet?

5.1.2 Methode

Op 11 april 2003 is aan alle 114 huishoudens binnen een straal van 150 meter rondom het bedrijf een brief en een antwoordformulier gestuurd met de vraag of iemand van het huishouden wilde deelnemen aan het dagboekonderzoek.

Aan alle deelnemers is rond 7 mei een map met de dagboekformulieren en een schriftelijke toelichting verstuurd. Het dagboekonderzoek ging op 12 mei van start en is op 29 juni beëindigd. De bewoners hebben het dagboek 7 weken lang 4 maal daags ingevuld.

Na afloop van het onderzoek zijn de formulieren gescand door een extern bureau. Het verkregen databestand is door de GGD gecontroleerd op niet betrouwbare of niet juist ingevulde vragen en het bestand is vervolgens opgeschoond en geanalyseerd met behulp van spreadsheets in Excel en het statistische programma SPSS.

Met behulp van beschrijvende statistiek wordt in dit rapport inzicht gegeven in de mate en het patroon van de gerapporteerde geur-, stof- en geluidwaarnemingen. Er wordt ingezoomd op geur die aan de metaalgieterij is toegeschreven. Hierbij wordt ook gekeken naar hinderlijkheid en het ontstaan van gezondheidsklachten.

Daarnaast worden de resultaten van de dagboeken vergeleken met resultaten van metingen op de twee locaties LC1 en LC2 uit het immissieonderzoek. Tot slot zijn de windrichtinggegevens van meteostation Herwijnen (zie paragraaf 4.5.1) naast de resultaten van het dagboekonderzoek gezet.

5.1.3 Resultaten

Respons

Uiteindelijk zijn de dagboekjes door 33 (29%) van de 114 aangeschreven huishoudens ingevuld. Deze respons is iets hoger dan in vergelijkbare onderzoeken van Fast *et al.* in 1990 (23% en 24%) en Waegemaekers en Van Den Hazel in 1991 (17,6% en 20,5%). De meeste van de deelnemende huishoudens (21) bevinden zich op een afstand van minder dan 100 meter van het bedrijf. De andere 12 deelnemende huishoudens liggen tussen de 100 en 150 meter van het bedrijf af. De respons is goed verdeeld over de verschillende bewoonde windrichtingen in het onderzoeksgebied.

Non-respons

Van de 114 huishoudens in het onderzoeksgebied hebben 81 huishoudens niet aan het onderzoek meegedaan. Mocht het zo zijn dat deze 81 huishoudens niet hebben meegedaan omdat zij geen klachten ondervinden van het bedrijf, dan zouden de resultaten van de huishoudens die wel hebben meegedaan een vertekend beeld kunnen laten zien. In dit voorbeeld zou dan sprake zijn geweest van een overschatting. Om te onderzoeken of van een dergelijke vertekening sprake kan zijn geweest in dit onderzoek is aan alle niet-deelnemende huishoudens gevraagd aan te geven wat de reden hiervan was.

Van 47 van de 81 niet-deelnemende huishoudens zijn antwoordformulieren ontvangen waarop de reden(en) voor non-respons stond(en) vermeld.

De meeste redenen om niet mee te doen houden geen verband met de inhoud van het onderzoek. Niet meedoen vanwege het niet hebben van klachten wordt wel genoemd waardoor er mogelijk een lichte overschatting in de resultaten optreedt, maar dit is niet verontrustend, zeker niet bij dit type onderzoek.

Algemeen

De onderzoeksperiode bevatte per meetdag 4 dagdelen, dat is over de gehele meetperiode gezien 196 dagdelen. Er deden in totaal 33 huishoudens mee.

Gedurende de onderzoeksperiode kwam een aantal duidelijke pieken naar voren in gerapporteerde geur- en stof- (< 1 mm) waarnemingen door de omwonenden van de metaalgieterij.

Geluidhinder werd vaker gerapporteerd dan geur en stof. Hierbij werd zowel de metaalgieterij als ook het verkeer als oorzaak genoemd. In totaal werden 226 geluidhinder waarnemingen toegeschreven aan verkeer en 203 geluidhinder waarnemingen aan de metaalgieterij; 15 waarnemingen werden aan andere oorzaken toegeschreven. 's Avonds en 's nachts wordt verkeer het vaakst als oorzaak genoemd, 's morgens en 's middags wordt de metaalgieterij het vaakst als oorzaak genoemd. 's Avonds wordt over het algemeen het minst vaak geluidhinder gerapporteerd en als het al optreedt is het verkeer de belangrijkste oorzaak.

Opvallend is het hoge aantal geluidhinder meldingen in de periode tussen 24:00 en 8:00 uur 's nachts. Hier wordt in 46 van de 120 gevallen de metaalgieterij als oorzaak genoemd. Waarschijnlijk betreft dit geluidhinder van (vracht) verkeer dat in de vroege ochtend door de wijk naar en van de metaalgieterij rijdt.

Geurwaarnemingen (alle oorzaken)

In totaal werden er 257 geurwaarnemingen gerapporteerd. Dit is 5% van het totaal aantal waarnemingen. Er zijn 4 huishoudens die nooit een geur hebben waargenomen en 4 huishoudens die meer dan 15 dagdelen geur hebben waargenomen. Maximaal is op 31 dagdelen geur waargenomen, dit is 16% van het totaal aantal dagdelen. Er zijn geen opvallende uitschieters geconstateerd.

Geurwaarnemingen (toegeschreven aan de metaalgieterij)

Van de 257 keer dat geur werd gerapporteerd, werd deze 195 keer aan de metaalgieterij toegeschreven (76%). In verreweg de meeste gevallen is de metaalgieterij dus als oorzaak genoemd. Van de 195 werd de geur 152 keer waargenomen binnen werktijd (8:00 tot 18:00 uur) en 43 keer buiten werktijd.

Ruimtelijke variatie

De 195 geurwaarnemingen toegeschreven aan de metaalgieterij zijn gerapporteerd door in totaal 24 van de 33 huishoudens. Gemiddeld zijn 8 geurwaarnemingen per huishouden gerapporteerd. Er zijn twee huishoudens die meer dan 15 dagdelen geur door de metaalgieterij hebben waargenomen. Het ene huishouden rapporteerde er 29 en het andere huishouden 19.

Van de 24 huishoudens die geur door de metaalgieterij hebben gerapporteerd bevinden zich er 18 op een afstand van minder dan 100 meter van het bedrijf (159 geurwaarnemingen). De andere 6 huishoudens liggen tussen de 100 en 150 meter van het bedrijf af (36 geurwaarnemingen). De huishoudens die geur van de metaalgieterij hebben waargenomen zijn verdeeld over de verschillende (bewoonde) windrichtingen.

In totaal is op 34 van de 49 meetdagen geur door de metaalgieterij waargenomen. Op de dagen dat de metaalgieterij niet in bedrijf was (in het weekend, met Hemelvaart en Pinksteren) werd toch 8 keer een geur van de metaalgieterij gerapporteerd. De overige 187 geurwaarnemingen zijn gerapporteerd op dagen dat de metaalgieterij in bedrijf was.

In de groep ten zuidwesten van het bedrijf werd in het algemeen meer geur van de metaalgieterij gerapporteerd dan in de groep ten zuidoosten van het bedrijf.

Variatie in tijd

De pieken in geurwaarneming toegeschreven aan de metaalgieterij treden meestal 's middags en in iets mindere mate 's ochtends op. In de avond en 's nachts wordt, zoals verwacht, het minst vaak geur waargenomen. We zien hier dat, als er 's avonds en 's nachts geur wordt waargenomen, dit meestal in de perioden is dat er overdag pieken gerapporteerd worden.

Melding van gezondheidsklachten als gevolg van geur van metaalgieterij

In totaal werd 37 keer gemeld dat er gezondheidsklachten als gevolg van geur door de metaalgieterij optraden. Dit was meestal 's middags en geen enkele keer 's avonds.

De gezondheidsklachten werden meestal gerapporteerd op dagen dat ook de meeste geurwaarnemingen werden gerapporteerd. Als er sprake was van gezondheidsklachten ging het meestal om irritatie van neus of keel en in mindere mate om irritatie van de ogen, benauwdheid en misselijkheid.

Mate van geurhinder door metaalgieterij

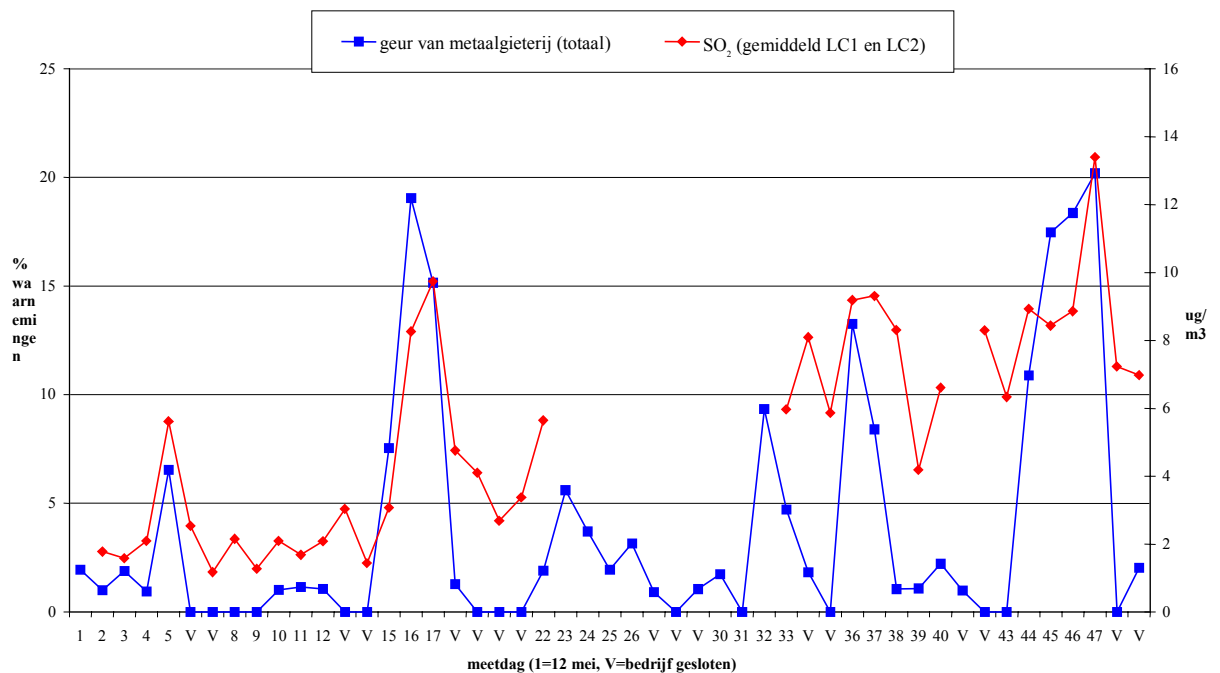
Bijna alle geurwaarnemingen worden ook (in meer of mindere mate) hinderlijk ervaren. Op de meetdagen met de meeste geurwaarnemingen is, net als het aantal gezondheidsklachten, het percentage erge hinder het grootst.

Duur van de geur toegeschreven aan de metaalgieterij

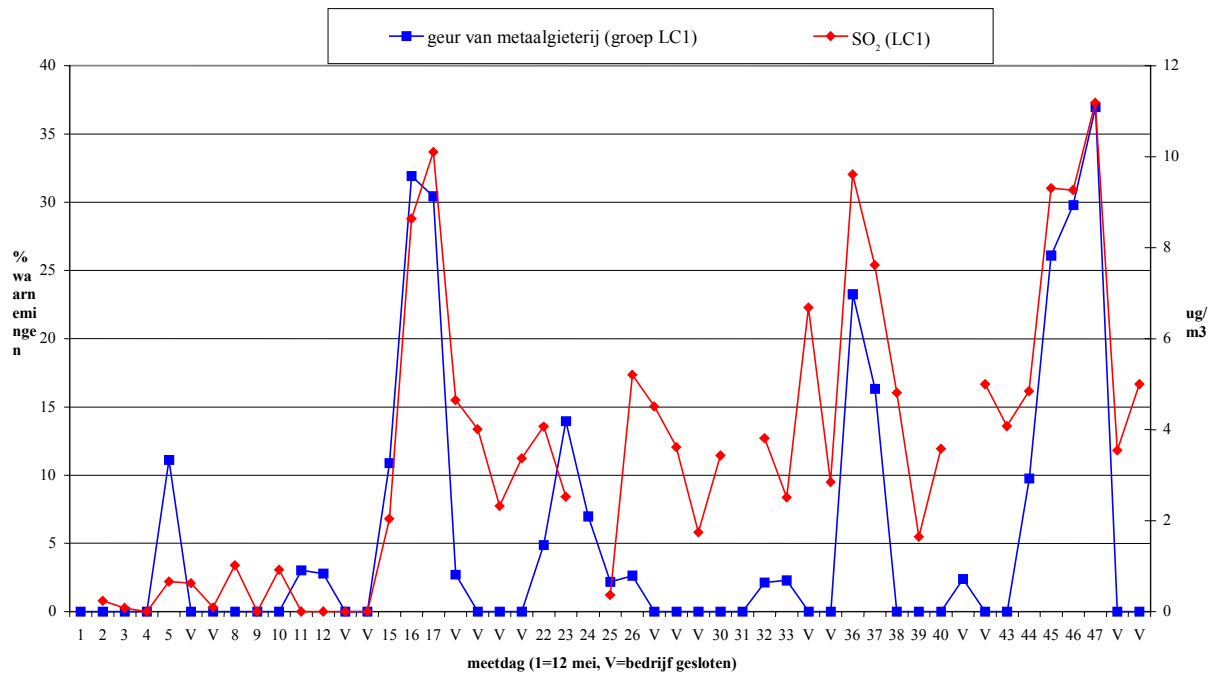
Als er geur van de metaalgieterij werd gerapporteerd, duurde deze 's ochtends en 's middags meestal langer dan 1 uur.

Relatie met immissieonderzoek

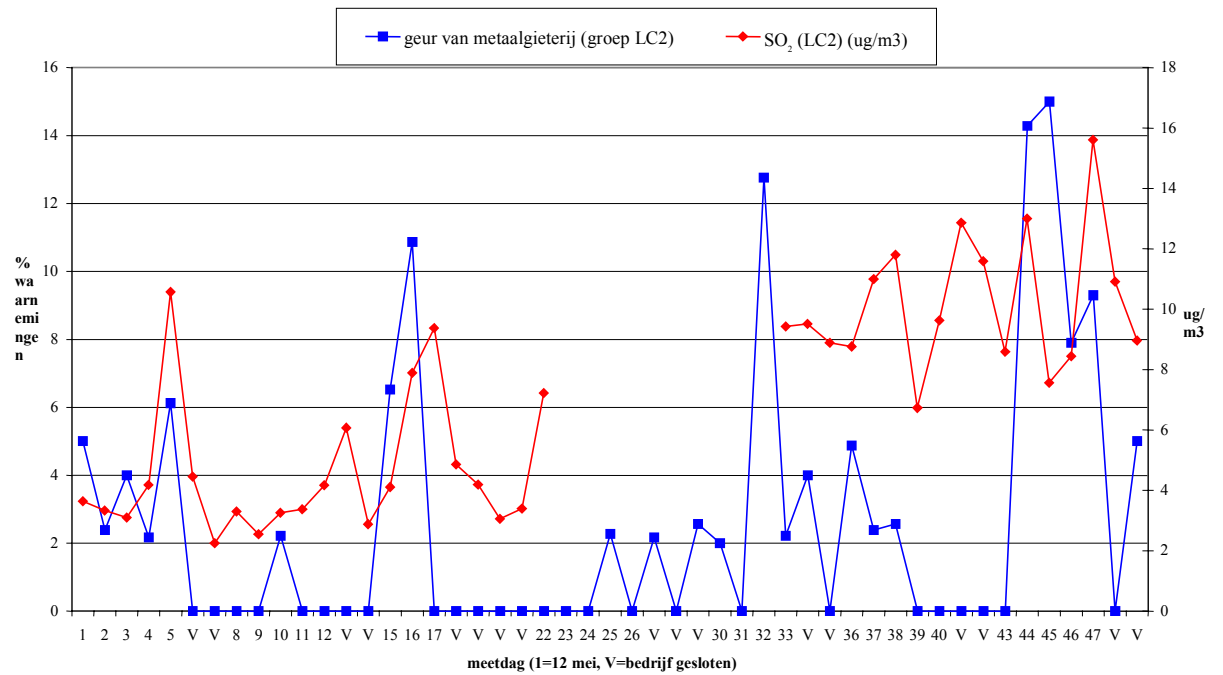
De samenhang tussen de gerapporteerde geur en gemeten concentratie zwaveldioxide (als indicator voor gasvormige zwavelcomponenten) wordt weergegeven in de onderstaande figuren, voor de totale groep (Figuur 7), de groep rondom LC1 (Figuur 8) en de groep rondom LC2 (Figuur 9). In de grafieken staan de 24-uurs gemiddelde zwaveldioxide concentraties rechts uitgezet en het percentage geurwaarnemingen dat op een meetdag gerapporteerd werd links.



Figuur 7. Concentratie zwaveldioxide (gemiddelde LC1 en LC2) en geur van metaalgieterij, waargenomen door de totale groep (n=33).



Figuur 8. Concentratie zwaveldioxide (LC1) en geur van metaalgieterij, waargenomen door groep 1 (n=13).



Figuur 9. Concentratie zwaveldioxide (LC2) en geur van metaalgieterij, waargenomen door groep 2 (n=14).

De gemeten concentraties zwaveldioxide laten voor de totale groep en voor groep 1 een goede samenhang zien ($R = 0,70$ respectievelijk $0,77$). Als er pieken in geurwaarneming door groep 1 zijn gerapporteerd dan is er op deze dagen ook sprake van verhoogde gehalten zwaveldioxiden op meetpunt LC1.

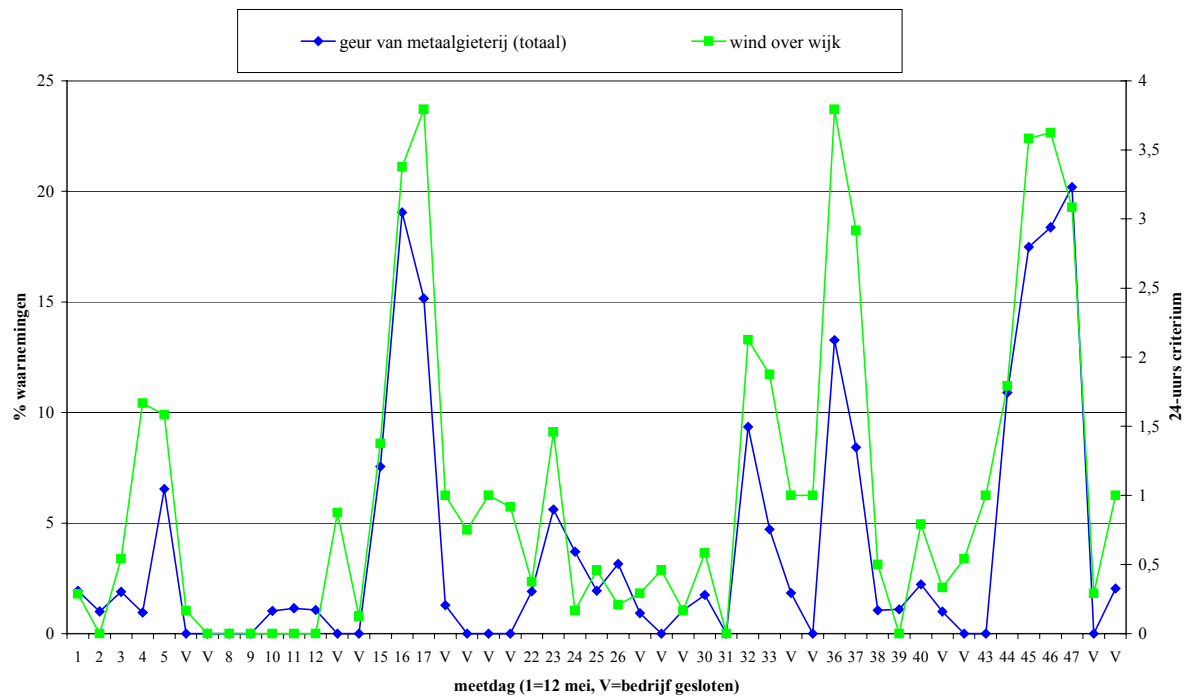
Voor groep 2 is deze samenhang minder sterk ($R=0,35$). Ook hier is het zo dat als er pieken zijn in geurwaarnemingen er ook verhoging te zien is in de concentratie zwaveldioxide. Tijdens de piek in geurwaarneming op meetdag 32 is de zwaveldioxide monitor op LC2 uitgevallen.

We zien voor beide groepen ook verhogingen in zwaveldioxide gehalten die geen pieken in geurwaarneming veroorzaken. Dat heeft waarschijnlijk te maken met het feit dat zwaveldioxide (die een marker is voor blootstelling aan andere zwavelverbindingen uit het bedrijf, maar zelf pas bij hoge concentraties een geur veroorzaakt) ook door andere bronnen, zoals het verkeer, kan worden geëmitteerd.

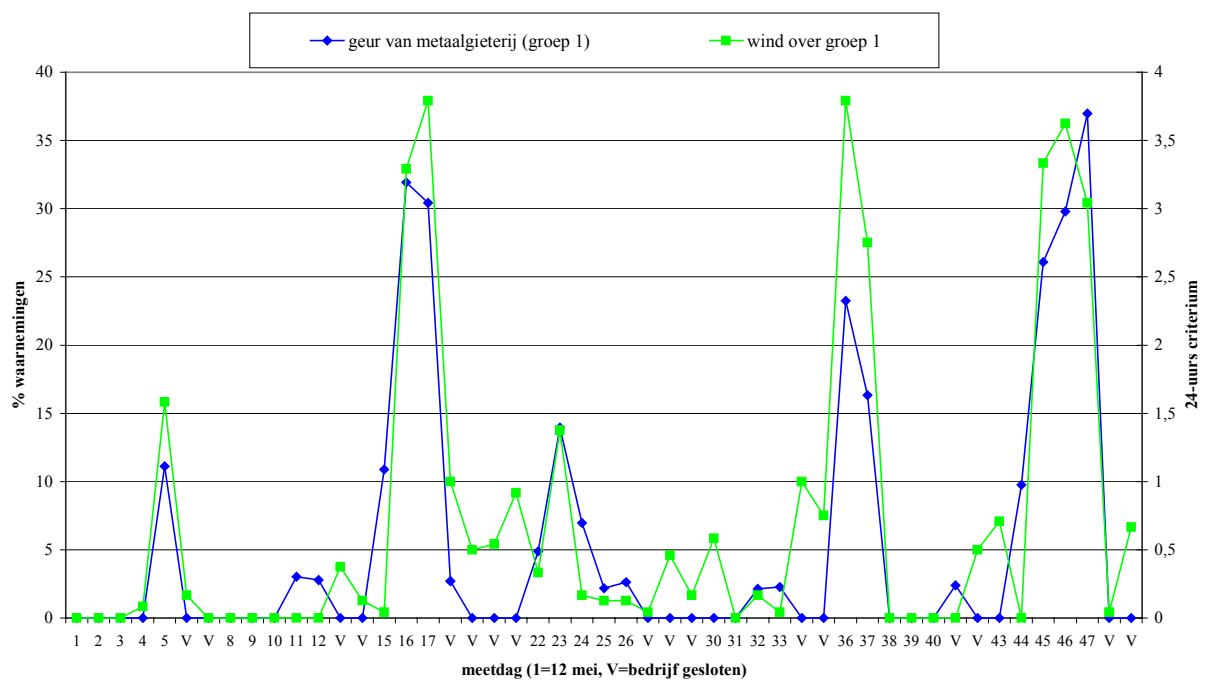
Er kan geconcludeerd worden dat er in groep 1 sprake is van een goede samenhang tussen de gemeten concentraties zwaveldioxide en de gerapporteerde geurwaarnemingen. Voor beide groepen geldt dat alle pieken in geurwaarneming een verhoging van concentraties zwaveldioxide laten zien. Dit beeld is dus consistent.

Relatie met windrichting

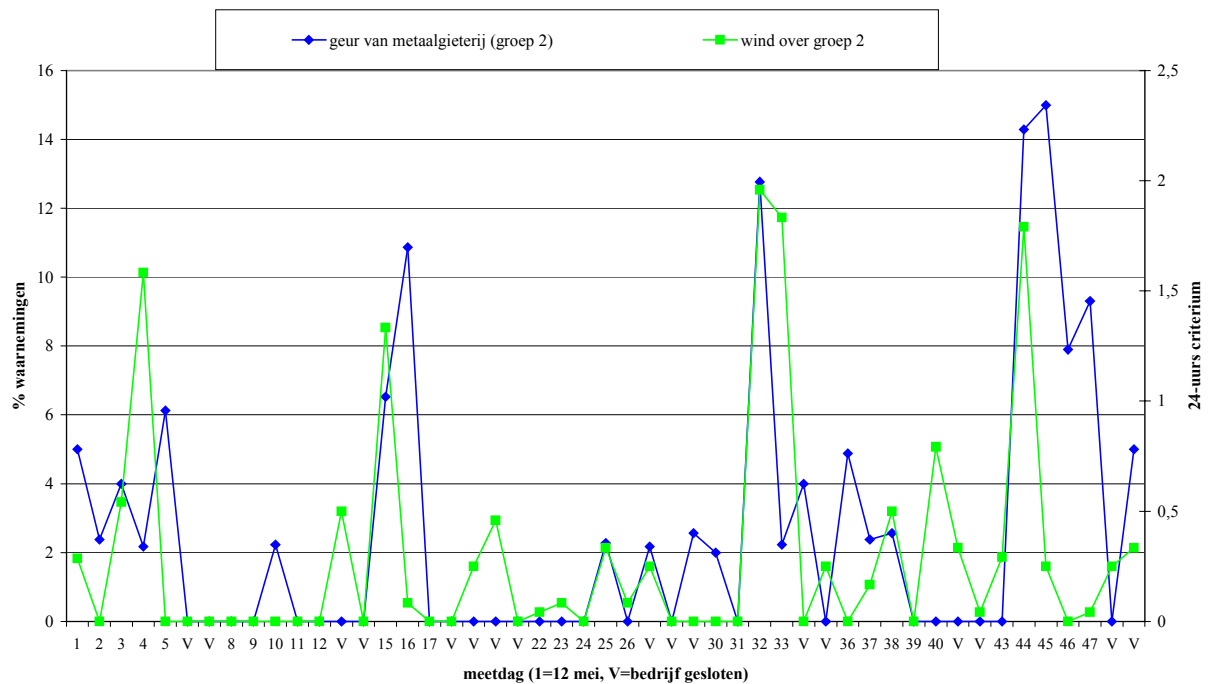
De samenhang tussen de gerapporteerde geur en windrichting (gewogen naar ‘buiten werktijd’, ‘binnen werktijd’ en ‘tijdens gietwerkzaamheden’) wordt weergegeven in de onderstaande figuren, voor de totale groep respectievelijk de groepen 1 en 2. In de figuren staat de 24-uurs weegfactor voor dagen benedenwinds rechts uitgezet en het percentage geurwaarnemingen dat op een meetdag gerapporteerd werd links.



Figuur 10. Wind over wijk en geur van metaalgieterij, waargenomen door totale groep (n=33).



Figuur 11. Wind over groep 1 en geur van metaalgieterij, waargenomen door groep 1 (n=13).



Figuur 12. Wind over groep 2 en geur van metaalgieterij, waargenomen door groep 2 (n=14).

Voor de totale groep en voor groep 1 is er een duidelijke relatie zichtbaar tussen wind die over de locatie waaide en de gerapporteerde geurwaarnemingen (in beide gevallen $R=0,90$). Alle pieken in geurwaarneming door groep 1 vallen samen met de dagen waarop de wind van het bedrijf naar de locatie waaide (gewogen naar gelang het bedrijf in productie was en er gegoten werd).

Voor groep 2 is deze samenhang met windrichting minder sterk ($R=0,42$) maar wel sterker dan met zwaveldioxide. Hierbij moet worden opgemerkt dat in groep 2 minder geurwaarnemingen zijn gerapporteerd en er minder dagen waren waarop de wind over de locatie waaide en de metaalgieterij in bedrijf was. Door deze kleinere aantallen zal een mogelijke samenhang ook al moeilijker vast te stellen zijn.

De pieken in geurwaarneming die er waren, namelijk op meetdag 16 (27 mei), 32 (12 juni) en 44 en 45 (24 en 25 juni), zijn allemaal terug te vinden in pieken in (gewogen) windscore. Op meetdag 45 tot 47 is door groep 2 geur gerapporteerd terwijl de wind niet (meer) over deze locatie waaide. Op deze dagen waaide de wind wel over groep 1. Het is mogelijk dat de geur is blijven hangen of zich op deze dagen wijder heeft verspreid dan de windrichtinggrenzen die voor groep 2 zijn gehanteerd. Het kan ook zijn dat men geur heeft gerapporteerd die men verderop, en dus niet rondom de eigen woning, heeft waargenomen.

We kunnen concluderen dat voor windrichting (gewogen naar productie door het bedrijf) geldt dat er in groep 1 sprake is van een sterk verband met de gerapporteerde

geurwaarnemingen. Dit verband is duidelijk sterker dan bij groep 2 en ook sterker dan het verband tussen zwaveldioxide en geurwaarnemingen. Voor beide groepen geldt dat alle gerapporteerde pieken in geurwaarnemingen goed terug te vinden en te verklaren zijn door windrichting en productie door het bedrijf. Er is ook hier sprake van een consistent beeld.

5.1.4 Conclusies dagboekonderzoek

1. Geluidhinder door de metaalgieterij werd gedurende de onderzoeksperiode 203 keer gerapporteerd (4% van alle waarnemingen), voornamelijk tussen 8:00 en 18:00 uur maar ook tussen 24:00 en 8:00 uur.
2. Geur van de metaalgieterij werd in de onderzoeksperiode 195 keer gerapporteerd (4% van alle waarnemingen) en wel door 24 huishoudens, verspreid over het onderzoeksgebied.
3. Geur door de metaalgieterij werd in de meeste gevallen gerapporteerd op dagen dat de metaalgieterij in bedrijf was en binnen werktijd.
4. De groep huishoudens rondom meetpunt 1 (ten zuidwesten van het bedrijf) heeft vaker geur waargenomen dan de groep huishoudens rondom meetpunt 2 (ten zuidoosten van het bedrijf).
5. In 37 gevallen gaven bewoners aan dat de geur van de metaalgieterij tot lichamelijke klachten leidde, meestal 's ochtends en 's middags. Het ging dan vooral om irritatie van neus en/of keel en in mindere mate om irritatie van de ogen, benauwdheid en misselijkheid.
6. Geur toegeschreven aan de metaalgieterij werd meestal als hinderlijk ervaren.
7. In groep 1 is er sprake van een goede samenhang tussen geurwaarnemingen en concentraties zwaveldioxide. Er is in groep 1 sprake van een sterk verband tussen geurwaarnemingen en windrichting (gewogen naar productie door het bedrijf). In groep 2 is deze samenhang voor zowel de concentratie zwaveldioxide als de windrichting minder sterk aanwezig.
8. Alle gerapporteerde pieken in geurwaarnemingen zijn goed terug te vinden en te verklaren door zowel verhoogde concentraties zwaveldioxide als ook door windrichting (gewogen naar productie door het bedrijf). Er is voor de beide groepen dus sprake van een consistent beeld.

5.2 Vragenlijstonderzoek

5.2.1 Doel

Het vragenlijstonderzoek had tot doel inzicht te geven in de volgende vragen:

- Wat is de mate van ervaren gezondheidsklachten en welbevinden bij omwonenden en hoe verhoudt zich dit tot de controlegroep?
- Wat is de omvang en oorzaak van hinder die omwonenden ondervinden door geur, stof, geluid en trillingen?

- Wat is de aard en omvang van gezondheidsklachten die bewoners zelf in verband brengen met de bedrijfsactiviteiten?

5.2.2 Methode

Benadering

Er is in Zaltbommel een breed scala aan gezondheidsklachten en hinder gemeld en daarom is het vragenlijstonderzoek ook breed opgezet. Het is gericht op algemene gezondheidsklachten en aandoeningen, hinder, woontevredenheid en leefstijlfactoren. Dit is aangevuld met specifiekere onderdelen voor luchtwegklachten, kanker en bezorgdheid over gezondheid in relatie tot de woonomgeving. Er is zoveel mogelijk gebruik gemaakt van bestaande (veelal gevalideerde) vragenlijsten, voornamelijk vanwege de objectiviteit van de vraagstelling en de beschikbaarheid van vergelijkingsmateriaal.

Alle omwonenden binnen een afstand van 150 meter tot het metaalbedrijf zijn benaderd voor deelname aan het vragenlijstonderzoek. Het gaat hierbij om 114 huishoudens met een totaal van 298 personen. Hiervan zijn 61 personen jonger dan 16 jaar. Bij huishoudens in Zaltbommel waarvan na herinnering geen reactie werd ontvangen is een non-respons onderzoek uitgevoerd.

De door omwonenden van de metaalgieterij gerapporteerde klachten zijn vergeleken met de resultaten van een (zoveel mogelijk) vergelijkbare wijk zonder metaalgieterij. Omdat de wijk in Zaltbommel langs de rijksweg A2 ligt, wat ook gezondheidseffecten zou kunnen veroorzaken en de resultaten kan beïnvloeden, is gekozen voor een controlegroep die ook langs een rijksweg gelegen is. De wijken Hennepe, Schepenbuurt, Groenendaal en Drumpt in de gemeente Tiel kwamen hiervoor het meest in aanmerking. Er zijn in Tiel steekproefsgewijs 1000 huishoudens benaderd voor deelname aan het onderzoek. Bij de controlegroep is uit elk huishouden 1 persoon gevraagd de vragenlijst in te vullen.

Alle ingevulde vragenlijsten zijn handmatig ingevoerd door een extern bureau. Het verkregen databestand is door de afdeling Epidemiologie, Gezondheidsbevordering en Beleid (EGB) van de GGD gecontroleerd en verwerkt. Niet betrouwbaar ingevulde vragenlijsten zijn in dit onderzoek buiten beschouwing gelaten. Voor de statistische verwerking is gebruik gemaakt van het statistische programma SPSS.

Aan de hand van de ingevulde vragenlijsten is voor de onderzoeksgroep en de controlegroep afzonderlijk bepaald welk percentage van de respondenten gezondheidsklachten en / of hinder rapporteert.

Verschillen in gerapporteerde gezondheid tussen de onderzoeksgroep in Zaltbommel en de controlegroep zijn in een logistisch regressiemodel statistisch getoetst voor wat betreft de samengestelde indicatoren, de algemene gezondheid, langdurende klachten,

kortdurende klachten en luchtwegklachten. Hierbij is ook gekeken naar de invloed van eventuele verschillen in leeftijdsopbouw, opleidingsniveau, geslachtsverdeling en etniciteit tussen beide groepen.

5.2.3 Resultaten

Respons

In Zaltbommel hebben 64 van de 114 huishoudens een vragenlijst ingevuld, waarvan er 61 bruikbaar waren (54%). Het betreft in totaal 109 van de 237 benaderde volwassenen (46%). Bij de controlegroep is van 519 huishoudens een ingevulde vragenlijst ontvangen, waarvan er 514 bruikbaar waren (51%).

Non-respons Zaltbommel

Om inzicht in te verkrijgen in de non-respons is in Zaltbommel telefonisch en door middel van huisbezoeken een non-respons onderzoek uitgevoerd onder de 50 huishoudens die geen gezondheidsvragenlijst hebben teruggestuurd. Bij bijna de helft (47%) van de genoemde redenen gaat het om bewust niet meedoen (men vindt het onderzoek overdreven, men heeft geen klachten, men heeft juist liever maatregelen of men vindt de vragenlijst te lang). De meeste andere redenen om niet mee te doen (44%) houden geen verband met de inhoud van het onderzoek (geen zin, geen tijd, vergeten, geen speciale reden). In 9% van de gevallen ligt de genoemde reden buiten de macht van betrokkene (omstandigheden, taal).

Vergelijkbaarheid met controlegroep

Om de resultaten van het vragenlijstonderzoek in Zaltbommel te kunnen interpreteren worden ze vergeleken met de resultaten van de controlegroep. De deelnemers in Zaltbommel blijken vooral wat betreft leeftijd, opleidingsniveau, en in mindere mate etniciteit, geslacht en aantal uren thuis, af te wijken van de controlegroep. Hiermee is bij de statistische verwerking van de gegevens dan ook rekening gehouden.

Algemene gezondheid

Er zijn geen statistisch significante verschillen gevonden in de algemene gezondheidsbeleving, gezondheidsverslechtering en mentale gezondheid tussen de groep in Zaltbommel en de controlegroep, ook niet als rekening wordt gehouden met de invloed van leeftijd, opleiding, geslacht en etniciteit.

Hoewel het niet statistisch significant is, valt het wel op dat respondenten uit Zaltbommel op de verschillende moeheid gerelateerde klachten slechter scoren dan de respondenten van de controlegroep, ook na correctie voor leeftijd, geslacht, opleiding en etniciteit.

Langdurende aandoeningen

Er zijn geen statistisch significante verschillen in de prevalentie van langdurende aandoeningen, ook niet als rekening wordt gehouden met leeftijd, geslacht, opleiding en etniciteit. Hoewel het verschil niet statistisch significant is, is kanker vaker gerapporteerd in Zaltbommel dan in de controlegroep. Na correctie voor leeftijd, geslacht, opleiding en etniciteit is dit verschil iets kleiner geworden, maar nog steeds (niet statistisch significant) aanwezig. Kanker is een aandoening die onder de omwonenden tot veel ongerustheid heeft geleid. Het voorkomen van kanker in de wijk in Zaltbommel is om die reden nader onderzocht op basis van het registratiesysteem van het Integraal Kankercentrum. De resultaten hiervan worden gepresenteerd in een apart hoofdstuk.

Hoewel niet statistisch significant, is hoge bloeddruk in Zaltbommel vaker gerapporteerd dan in de controlegroep, ook na correctie voor leeftijd, geslacht, opleiding en etniciteit. Hoewel in dit onderzoek geen rekening is gehouden met een aantal andere determinanten van hoge bloeddruk (bijvoorbeeld lengte, gewicht, medicijngebruik) zou hoge bloeddruk te maken kunnen hebben met ongerustheid en stress en is daarom een aandachtspunt.

Kortdurende aandoeningen

Er zijn geen statistisch significante verschillen in gerapporteerde kortdurende aandoeningen, dat wil zeggen ziekten en klachten die men nu of in de afgelopen 2 maanden heeft gehad, gevonden, ook niet na correctie voor leeftijd, geslacht, opleiding en etniciteit. Diarree lijkt in Zaltbommel vaker te zijn gerapporteerd dan in de controlegroep maar dit verschil is dus niet statistisch significant en wordt kleiner en (nog) minder significant als rekening wordt gehouden met leeftijd, geslacht, opleiding en etniciteit.

Luchtwegklachten

Alle luchtwegklachten zijn in Zaltbommel minder vaak gerapporteerd dan in de controlegroep. Wakker door kortademigheid en ooit astma gehad is statistisch significant minder gerapporteerd, ook na correctie voor leeftijd, opleiding, geslacht en etniciteit.

In Zaltbommel is het percentage respondenten dat nooit gerookt heeft beduidend hoger dan in de controlegroep. Er is daarom bij het vergelijken van de percentages luchtwegklachten ook gecorrigeerd voor roken. Dit blijkt echter geen verklaring te bieden voor de gevonden verschillen in gerapporteerde luchtwegklachten. Ook na correctie voor leeftijd, opleiding, geslacht, etniciteit en roken blijkt Zaltbommel minder luchtwegklachten te rapporteren dan de controlegroep en dit blijft voor wakker door kortademigheid en astma statistisch significant.

Ervaren gezondheid in relatie tot woonomgeving

Gezien de problematiek die ten grondslag ligt aan dit onderzoek is aan beide groepen gevraagd of men zelf gezondheidsklachten ondervindt die verband houden met de woonomgeving en of men de indruk heeft dat anderen gezondheidsklachten ondervinden

die verband houden met de woonomgeving. Om inzicht te krijgen in het melden van klachten van de beide groepen is ook gevraagd of men ooit een klacht heeft ingediend bij een officiële instantie in verband met de woonomgeving.

Er is een duidelijk verschil in ervaren gezondheid en het gemeld hebben van klachten tussen de onderzoeksgroep in Zaltbommel en de controlegroep. In Zaltbommel is het percentage respondenten dat zelf klachten ondervindt in verband met de woonomgeving of van mening is dat anderen deze ondervinden groter dan in de controlegroep. Ook zijn er in Zaltbommel beduidend meer klachten ingediend bij een officiële instantie.

Opvallend is het feit dat er een groot verschil zit in het percentage respondenten dat zelf klachten ondervindt en het percentage respondenten dat de indruk heeft dat anderen klachten ondervinden in verband met de woonomgeving. Dit impliceert dat er bij een groot deel van de omwonenden sprake is van ongerustheid, ook al ondervindt men zelf niet direct klachten die in verband staan met de omgeving. Het feit dat een even groot deel van de respondenten ook een klacht heeft ingediend bij een officiële instantie geeft ook aan dat men ongerust is over de woonomgeving.

Woontevredenheid

In Zaltbommel is 89% tevreden of zeer tevreden over de woning en in de controlegroep 84,4%. Dit is geen noemenswaardig verschil en wijkt ook nauwelijks af van wat normaalgesproken in Nederlandse onderzoeken gerapporteerd wordt (85-90%).

Het percentage respondenten dat tevreden of zeer tevreden is over de woonomgeving bedraagt in Zaltbommel 64,8% en in de controlegroep 73,8%. Men is in beide groepen minder tevreden over de woonomgeving dan over de woning. In andere Nederlandse onderzoeken naar woontevredenheid worden percentages tussen de 80 en 85% gevonden als het gaat om tevredenheid met de woonomgeving (VROM, Woningbehoefte Onderzoek 2002). Het percentage met de woonomgeving tevreden respondenten in Zaltbommel is opvallend laag.

Ervaren hinder

Het percentage ernstig gehinderden door geluid, trillingen, stof en geur afkomstig van bedrijven en wegverkeer binnen de bebouwde kom is in Zaltbommel veel hoger dan in de controlegroep. Geurhinder zorgt er bij bijna de helft van de respondenten in Zaltbommel soms of vaak voor dat bezoek een onprettige lucht merkt en dat de ramen gesloten blijven. Ook raakt ruim een derde van de respondenten door de geur geïrriteerd. Er wordt door de groep in Zaltbommel ook vaker ernstige geluidhinder door vliegtuigen en treinen gerapporteerd dan door de controlegroep.

In de controlegroep wordt vaker ernstige hinder door geluid, trillingen en stof afkomstig van bouw en burens gerapporteerd. Hinder door bouw heeft waarschijnlijk te maken met de aanleg van de Betuwelijn. Ernstige geluidhinder door wegverkeer buiten de bebouwde kom wordt in de controlegroep ook vaker gerapporteerd dan in Zaltbommel, hoewel beide

wijken langs een rijksweg liggen.

5.2.4 Conclusies vragenlijstonderzoek

1. De ervaren algemene gezondheid van de deelnemers in Zaltbommel verschilt niet statistisch significant van de controlegroep.
2. Er zijn door de deelnemers in Zaltbommel geen gezondheidsklachten of aandoeningen statistisch significant vaker gerapporteerd dan door deelnemers van de controlegroep.
3. Niet statistisch significant verhoogd maar wel een aandachtspunt, dat bij de onderzoeksgroep in Zaltbommel naar voren komt is de rapportage van moeheid gerelateerde klachten. Deze zouden met ongerustheid en stress te maken kunnen hebben.
4. Luchtwegklachten zijn in Zaltbommel over de hele linie minder vaak gerapporteerd dan in de controlegroep. Het percentage respondenten dat kortademig wakker wordt en het percentage dat ooit astma had is in Zaltbommel statistisch significant minder vaak gerapporteerd dan in de controlegroep. Leeftijd, opleiding, geslacht, etniciteit en roken kunnen deze verschillen niet verklaren.
5. Ongerstheid speelt een belangrijke rol bij omwonenden van de metaalgieterij. Een kwart van de deelnemers in Zaltbommel is van mening dat anderen gezondheidsklachten ondervinden van de woonomgeving. Een kwart heeft ooit een klacht over de woonomgeving ingediend bij een officiële instantie. 11% is van mening zelf gezondheidsklachten te ondervinden van de woonomgeving.
6. Het percentage respondenten dat (zeer) tevreden is over de woonomgeving is in Zaltbommel opvallend laag, zowel in vergelijking met de controlegroep als in vergelijking met landelijke cijfers.
7. De percentages ernstige hinder door geluid, trillingen, stof en geur afkomstig van bedrijven en wegverkeer binnen de bebouwde kom zijn hoog.
8. Geurhinder zorgt er bij bijna de helft van de respondenten in Zaltbommel soms of vaak voor dat bezoek een onprettige lucht merkt en dat de ramen gesloten blijven. Ook raakt ruim een derde van de respondenten door de geur geïrriteerd.

5.3 Onderzoek naar kankercluster

5.3.1 Inleiding

Bij de omwonenden van de metaalgieterij bestaat bezorgdheid over het voorkomen van kanker in hun wijk. Zij hebben de indruk dat in hun omgeving veel kanker voor komt en zij brengen dit in relatie met het bedrijf.

Bij een dergelijke melding wordt gesproken van een kankercluster²¹. Voor

²¹ Onder een milieugerelateerde kankercluster wordt verstaan een opvallend groot aantal kankergevallen in een omschreven gebied, periode en/of populatie die door de melder(s) aan milieuverontreiniging worden toegeschreven.

clustermeldingen die in verband worden gebracht met een milieuverontreiniging is een gestandaardiseerde aanpak ontwikkeld volgens een stappenplan (GGD-richtlijn Kankerclusters, GGD Nederland, 2001). Hierbij worden twee sporen onderzocht, het ziektespoor en het milieuspoor. Bij het ziektespoor wordt onderzocht of kanker werkelijk meer voorkomt. Bij het milieuspoor wordt gekeken of de veronderstelde oorzaak aanleiding geeft voor een verhoogde blootstelling aan (kankerverwekkende) milieucontaminanten. Indien inderdaad sprake is van meer kankergevallen en tevens sprake is van verhoogde blootstelling aan een kankerverwekkende stof dan kan tot slot de vraag worden gesteld of er een causale relatie tussen beide is.

Omdat kanker niet één ziekte is maar elk type kanker als een aparte ziekte wordt beschouwd, wordt bij het uitwerken van het ziektespoor niet gekeken naar het totale voorkomen van kanker, maar wordt de vraag van de omwonenden eerst nader gespecificeerd naar één of enkele type(n) kanker. Dit gebeurt naar aanleiding van de gerapporteerde vormen van kanker en aan de hand van de theoretische relatie met de plaatselijke milieucontaminanten.

Op grond van bovenstaande is de vraagstelling als volgt:

- Komen in de woonwijk rond de metaalgieterij meer, nader gespecificeerde typen, kanker voor dan verwacht?
- Is er een verhoogde blootstelling aan kankerverwekkende milieucontaminanten?
- Is er een plausibele relatie tussen beiden?

De eerste vraag wordt uitgewerkt door het voorkomen van kanker in de woonwijk rond de metaalgieterij te vergelijken met het voorkomen van kanker bij de gehele Nederlandse populatie. De vraag of er in de woonwijk meer kanker voorkomt, is door de GGD en het Integraal Kankercentrum Zuid uitgevoerd en wordt in onderstaande beschreven.

De tweede vraag is uitgewerkt in het immissieonderzoek. Relevante gegevens uit dit onderzoek over kankerverwekkende stoffen worden meegenomen in onderstaande analyse.

De derde vraag wordt alleen uitgewerkt indien een type kanker meer voorkomt dan verwacht en er relevante kankerverwekkende stoffen aanwezig zijn.

5.3.2 Methode

De landelijke registratie van kanker wordt uitgevoerd door de Integrale Kankercentra. Voor de regio Zuid Nederland, waarvan Zaltbommel deel uitmaakt, is dit het Integrale Kankercentrum Zuid. Zij kunnen nagaan of er in een bepaald gebied meer kanker voorkomt dan verwacht. Hiervoor hebben zij de volgende gegevens nodig:

1. De type(n) kanker waarvan door de onderzoeksgroep wordt verondersteld dat ze in hun woonomgeving meer voorkomen dan verwacht.
2. De type(n) kanker waarvoor op grond van immissiegegevens een theoretisch mogelijke relatie bestaat met het bedrijf.
3. De begrenzing van het te onderzoeken gebied.

4. De periode van onderzoek
5. De leeftijds- en geslachtsverdeling van de te onderzoeken groep.

Ad 1. Om na te gaan welke type(n) kanker volgens de omwonenden meer voor zou komen dan verwacht, zijn in de vragenlijst verschillende vragen opgenomen.

Ad2. Uit het immissieonderzoek is het volgende gebleken. De in potentie kankerverwekkende stoffen nikkel, zeswaardig chroom en cadmium komen door de emissies uit het bedrijf in verhoogde mate in de omgeving voor. De gemiddelde concentraties van deze stoffen liggen tijdens de onderzoeksperiode (welke representatief is voor de periode van 2000 tot 2003) een factor 2 tot 5 boven het niveau van regionale en onbelaste stedelijke gebieden. De blootstelling van omwonenden door inademing van stoffen in de lucht ligt echter onder de van toepassing zijnde gezondheidskundige grenswaarden. De blootstelling is dus hoger dan gemiddeld in Nederland maar niet te hoog ten opzichte van het geaccepteerde risiconiveau²².

Het immissieonderzoek maakt ook duidelijk dat de invloed van emissies uit verkeer van de rijksweg A2 amper merkbaar is in de woonwijk.

Alhoewel de grenswaarden voor nikkel, zeswaardig chroom en cadmium niet worden overschreden, wordt de mogelijke invloed van deze stoffen wel in het onderzoek naar een mogelijk kankercluster meegenomen. Van nikkel, zeswaardig chroom en cadmium is bekend dat ze longkanker kunnen veroorzaken en cadmium kan ook neuskanker veroorzaken. Long- en neuskanker worden daarom in ieder geval meegenomen in het onderzoek.

Ad 3. Het te onderzoeken gebied betreft de woningen die zich in een straal van 150 meter rondom het bedrijf bevinden. Dit is het gebied dat ook heeft deelgenomen aan het dagboekonderzoek en aan het vragenlijstonderzoek.

Ad 4. Als onderzoeksperiode wordt, zoals gebruikelijk, de laatste 10 jaar waarvan een volledige kankerregistratie beschikbaar is, aangehouden.

Ad 5. Het Integraal Kankercentrum Zuid betreft de gegevens van alle inwoners van het onderzoeksgebied, dat wil zeggen dat alle kankergevallen die in de genoemde 10 jaar in het gebied zijn geregistreerd in het onderzoek worden betrokken. Het Integraal Kankercentrum houdt, bij haar vergelijking met landelijke en regionale cijfers, rekening met een eventueel verschil in leeftijds- en geslachttopbouw tussen de te vergelijken groepen.

²² Het geaccepteerde risiconiveau is vastgesteld op 1:10.000. Dat wil zeggen dat wanneer een individu levenslang aan de grenswaarde is blootgesteld, de kans op het krijgen van kanker 1 op de 10.000 bedraagt.

5.3.3 Resultaten

Specificering van de typen kanker

Aan het vragenlijstonderzoek hebben 109 volwassenen meegedaan. De vragenlijst voor kinderen is voor 13 kinderen ingevuld.

Op de vraag: ‘Heeft u ooit een vorm van kanker gehad?’ is door 12 personen bevestigend geantwoord. Elf daarvan hebben het type kanker aangegeven, waarvan vier keer borstkanker en vier keer huidkanker. In Tabel 5 is een overzicht van de antwoorden gegeven.

Tabel 5. Antwoorden op de vraag: ‘Heeft u ooit een vorm van kanker (kwaadaardige aandoening) gehad en zo ja, welke soort(en) kanker heeft u ooit gehad?’

Type kanker	Aantal
Leukemie	-
Longkanker	-
Neuskanker	-
Darmkanker	1
Borstkanker	4
Prostaatcancer	1
Huidkanker	4
Anders	1 (Schildklierkanker)

Uit de resultaten van het vragenlijstonderzoek komt verder naar voren dat men ongerust is over het verband tussen de woonomgeving en borstkanker.

Op de vraag: ‘Hebben uw kinderen gezondheidsklachten die volgens u verband houden met hun omgeving?’ is drie maal bevestigend geantwoord, maar in geen enkel geval werd kanker genoemd.

Op grond van de bevindingen uit het immissie- en het vragenlijstonderzoek is aan het Integraal Kankercentrum Zuid gevraagd om voor longkanker, neuskanker, huidkanker en borstkanker (bij vrouwen) na te gaan of in de onderzoeksgroep meer kanker voorkomt dan verwacht. Gevraagd werd om de resultaten van de laatste 10 jaar te onderzoeken en deze te vergelijken met de regio Zuid en met geheel Nederland en zoals gebruikelijk rekening te houden met de leeftijdsopbouw en de man/vrouwverhouding in de onderzoeksgroep.

Het aantal kankergevallen in de onderzoeksgroep is vergeleken met het aantal dat verwacht kan worden in de onderzoeksgroep. Bij de schatting van de verwachte aantallen is een 95% betrouwbaarheidsinterval gehanteerd om de boven en ondergrens te bepalen.

Hoe wijder dit betrouwbaarheidsinterval, des te minder precies het onderzoek. Indien het aantal kankergevallen buiten het interval ligt, is er sprake van een statistisch significant verschil.

De resultaten van de analyse staan in Tabel 6. Uit de analyse blijkt dat borstkanker significant meer voorkomt dan verwacht.

Tabel 6. Resultaten van de kankercluster analyse.

Aantal type kanker	Aanwezig in onderzoeksgroep volgens kankerregistratie	Verwacht in onderzoeksgroep ¹⁾ op grond van vergelijking met regio Zuid (periode 1990-2000)	Verwacht in onderzoeksgroep ¹⁾ op grond van vergelijking met Nederland (periode 1996-2000)
Longkanker	2	0- 6.2	0-5.8
Neuskanker	0		
Huidkanker (Basaalcelcarcinoom)	7	0- 7.0	Geen gegevens
Huidkanker (overigen)	1	0 –2.6	0-2.6
Borstkanker (vrouwen)	8	0 – 5.4	0-5.6

¹⁾ Verwacht op grond van de leeftijds- en geslachtsverhouding in de onderzoeksgroep.

5.3.4 Relatie met omgevingsfactoren

Uit het onderzoek door het Integraal Kankercentrum blijkt dat borstkanker meer voorkomt dan verwacht.

Hierbij moet rekening gehouden worden met het feit dat de onderzochte wijk klein is en daarmee is de kans op het vinden van een toevallige verhoging statistisch gezien ook groter. Er is meer fluctuatie in aantallen gevallen tussen kleine gebieden dan tussen grotere gebieden. Er zijn dan ook meerdere wijken in Nederland waar statistisch significante verhoging van bepaalde typen kanker gevonden wordt. De bevinding dat borstkanker meer voorkomt dan verwacht kan dus op toeval berusten.

Belangrijker is het feit dat voor borstkanker in wetenschappelijk onderzoek nooit een relatie is gelegd met een omgevingsfactor. In niet-wetenschappelijke literatuur wordt een mogelijk verband gelegd tussen stoffen die in het lichaam dezelfde werking hebben als oestrogenen, zoals cadmium en mogelijk ook nikkel. Dit is echter nooit daadwerkelijk aangetoond.

Factoren waarvan wetenschappelijk is aangetoond dat ze wel van invloed zijn op het

ontstaan van borstkanker zijn erfelijkheid en hormonale invloeden. In de literatuur worden als externe factoren alcoholgebruik en mogelijk (passief) roken genoemd. Deze factoren zijn in het onderzoek in relatie tot borstkanker niet meegenomen, zodat niet kan worden bepaald of zij van invloed zijn op de uitkomst.

5.3.5 Conclusies kankercluster onderzoek

Uit het clusteronderzoek blijkt het volgende:

1. Nikkel, zeswaardig chroom en cadmium zijn kankerverwekkende stoffen die door de metaalgieterij in de omgeving worden verspreid. Alhoewel uit het immissie-onderzoek blijkt dat de gezondheidkundige grenswaarden niet worden overschreden, zijn long- en neuskanker bij het clusteronderzoek meegenomen. Hieruit blijkt dat long- en neuskanker niet meer voorkomen dan verwacht.
2. Door de deelnemers aan het vragenlijstonderzoek is aangegeven dat huid- en borstkanker voorkomen in de onderzoeksgroep. Hiervan brengen zij borstkanker in relatie met hun omgeving. Uit het onderzoek door het Integraal Kankercentrum blijkt dat huidkanker niet meer voorkomt dan verwacht. Borstkanker komt wel meer voor dan verwacht.
3. Voor borstkanker is in wetenschappelijk onderzoek nooit een relatie gelegd met een omgevingsfactor. In niet-wetenschappelijke literatuur wordt een mogelijk verband gelegd tussen stoffen die in het lichaam dezelfde werking hebben als oestrogenen, zoals cadmium en mogelijk ook nikkel. Dit is echter nooit daadwerkelijk aangetoond.

De eindconclusie is dat het signaal van omwonenden van de metaalgieterij dat borstkanker meer voorkomt dan verwacht juist is, maar dat hiervoor geen omgevingsfactoren te benoemen zijn.

6. Conclusies

In dit hoofdstuk worden de belangrijkste conclusies van de deelonderzoeken en de conclusies van het onderzoek als geheel weergegeven.

1. Het bedrijf Van Voorden Gieterij BV emitteert stofdeeltjes, die relatief hoge gehalten aan metalen bevatten, waaronder chroom, ijzer, mangaan, nikkel, koper, zink, lood. Ook komen aluminium, kobalt, calcium, cadmium en respirabel kwarts vrij. Daarnaast stoot het bedrijf gasvormige componenten uit: zwaveldioxide, waterstofsulfide en andere zwavelcomponenten en vluchtige organische componenten, namelijk isopropylalcohol, formaldehyde, benzeen, toluen en andere aromatische verbindingen. Bij het lassen wordt ook zeswaardig chroom geëmitteerd.
2. In de leefomgeving komen als gevolg van de emissies uit het bedrijf verhoogde concentraties van een aantal verbindingen voor, met name isopropylalcoholen en een aantal metalen. De hoogste piekwaarden worden gevonden op momenten tijdens gieten en andere processen in de voormalig industrieel gietwerk, maar ook emissies uit andere bedrijfsonderdelen zijn in de omgeving goed waar te nemen.
3. De invloed van emissies uit verkeer op de rijksweg A2 is amper merkbaar in de woonwijk.
4. Gemiddeld genomen ligt de luchtkwaliteit in de leefomgeving rond het bedrijf tussen die van regionaal (platteland) en stadsachtergrondniveau. Echter, de concentraties aan isopropylalcohol en de metalen chroom (ook zeswaardig chroom), nikkel, koper, mangaan, zink en cadmium liggen gemiddeld een factor 2 tot 5 boven het niveau in regionale en onbelaste stedelijke gebieden. In mindere mate zijn ook de concentraties lood en ijzer verhoogd ten opzichte van dit niveau..
5. De depositie aan (zware) metalen in de omgeving van het bedrijf is verhoogd.
6. Waterstofsulfide en andere zwavelverbindingen worden tijdens en na het gieten geëmitteerd. Deze componenten hebben een sterke geur en kunnen leiden tot geurhinder. In de winterperiode wordt meer paratoluueensulfonzuur toegevoegd in het bindmiddel dat wordt toegepast bij het maken van gietvormen voor de ferro-gietstukken, waardoor dan vaker geurhinder zou kunnen voorkomen.
7. De blootstelling van omwonenden door inademing van stoffen in de lucht in de omgeving van de gieterij ligt onder de van toepassing zijnde gezondheidkundige grenswaarden, zij het dat voor nikkel, cadmium en zeswaardig chroom de gemiddelde concentratie in de leefomgeving ongeveer de helft van de chronische grenswaarde bedraagt. De berekende blootstelling aan zeswaardig chroom is gebaseerd op een beperkt aantal metingen en daarom indicatief.
8. De orale blootstelling aan metalen en andere stofgebonden componenten ligt onder de Toelaatbare Dagelijkse Inname, als er geen intensieve consumptie van zelf gekweekte gewassen plaatsvindt (oftewel 'dagelijks eten uit eigen tuin'). Intensief consumeren

van zelf gekweekte gewassen brengt echter een risico op te hoge blootstelling aan lood en barium met zich mee, met name voor zeer jonge kinderen.

9. Geur van de metaalgieterij werd in de onderzoeksperiode 195 keer gerapporteerd (4% van alle waarnemingen). In bijna alle gevallen van werd de geur als hinderlijk ervaren. Alle gerapporteerde pieken in geurwaarnemingen zijn goed terug te vinden en te verklaren door zowel verhoogde concentraties zwavelverbindingen als ook door windrichting (gewogen naar productie door het bedrijf). Er dus sprake van een consistent beeld.
10. Er zijn door de deelnemers in Zaltbommel geen gezondheidsklachten of aandoeningen statistisch significant vaker gerapporteerd dan door deelnemers van de controlegroep. Aandachtspunten, die bij de onderzoeksgroep in Zaltbommel naar voren komen, zijn moeheid gerelateerde klachten. De mate van ongerustheid over, hinder van en ontevredenheid met de woonomgeving is beduidend hoger dan in de controlegroep.
11. Het signaal van omwonenden van de metaalgieterij dat borstkanker meer voorkomt dan verwacht is juist, maar er kan geen verband gelegd worden met omgevingsfactoren.

SLOTCONCLUSIE

Voor bepaalde stoffen die de gieterij emitteert is er sprake van verhoogde blootstelling in de wijk ten opzichte van achtergrondniveaus. Er worden geen gezondheidkundige grenswaarden overschreden.

Er is geen verhoogd aantal gezondheidsklachten en/of aandoeningen gevonden. Het aantal borstkankergevallen in de wijk is verhoogd ten opzichte van wat normaal gesproken verwacht kan worden. Er kan geen verband gelegd worden met omgevingsfactoren.

Er is sprake van een hoge mate van (geur)hinder, ongerustheid en ontevredenheid bij de bewoners in Zaltbommel.

Met dank

Aan het emissie- en immissieonderzoek hebben de volgende RIVM medewerkers een bijdrage geleverd: M.R. Ramlal, A.C.W. van de Beek, H.A.G. Heusinkveld, R.J.W. Zwartjes, J.W. Uiterwijk en H.J. Th. Bloemen (LVM), P. Krystek, R. Ritsema, S. Piso, P.M. Wolfs, R.P.M. van Veen, E.A. Hogendoorn, A.C. van Beuzekom en C.J. Berkhoff (LAC), E.M. van Putten, N.J.C. van Belle, S. van Dijk, E. Schols, T. Knol-de Vos, M. van Bruggen (IMD), P. van Iersel (SEC) en P.C.J.M. Janssen (SIR).

De gemeente Zaltbommel wordt bedankt voor het leveren van ondersteuning bij het opstellen van technische voorzieningen tijdens het emissieonderzoek en voor het dagelijks verwisselen en tijdelijk opslaan van monsters tijdens het immissieonderzoek.

Mevr. Schuurmans, dhr. van Kooten, dhr. en mevr. Van Schaijk en dhr. en mevr. Tijssen worden bedankt voor het ter beschikking stellen van hun woning, tuin en schuur om de meetapparatuur op te stellen en metingen uit te voeren.

De firma Van Voorden Gieterij BV heeft gedurende het hele onderzoek informatie geleverd over de productieprocessen, zoals de tijdstippen van gieten en de typen legering en massa's van de gietstukken. Ook heeft het bedrijf de nodige medewerking verleend bij het inrichten van de meetlocaties voor de emissiemetingen.

TNO-MEP, afdeling Processen en Applicaties, heeft een aanzienlijk deel van het emissieonderzoek uitgevoerd. De analyses op respirabel kwarts zijn verricht door ASCOR BV.

Aan het GGD onderzoek hebben de volgende medewerkers een bijdrage geleverd: A. Schuijers-Mols (statistische analyses), J. Woldman, F. Coumans, S. Soeterboek, I. Van der Laan, J. Van Kessel, J. Boerboom-Heuker, W. Griepsma, A. Van Soelen. Speciaal woord van dank aan F. Coumans, C. De Jonge en A. Tjaden voor het veilig stellen van de onderzoeksgegevens na de brand in het GGD gebouw. Daarnaast worden de medewerkers van de afdeling MGO van het RIVM bedankt voor hun bijdrage.

De gemeente Tiel wordt bedankt voor haar essentiële rol als controlegemeente in het vragenlijstonderzoek.

Alle dagboekgegevens zijn gescand tot een databestand door Scanserv BV. De vragenlijstgegevens zijn ingevoerd door het data entry bureau Labyrinth. Het kankerclusteronderzoek is uitgevoerd door het Integraal Kankercentrum Regio Zuid.

Literatuur

- Aaronson N.K. *et al.* (1998) Translation, validation and norming of the Dutch language version of the SF-36 Health Survey in community and chronic disease populations. *Clin. Epidemiology*, 51, 1055-1068.
- AEGL (1998) Acute Exposure Guideline Levels for Nitric Oxide – Draft September 1998. US-EPA.
- Akkersdijk I.G., Nijs H.G.T., Klapwijk H.P., Hegger C. en Sanavro F. (2000) Afvalverwerkingsinrichting Merwedehaven: bron van gezondheidsklachten? Onderzoeksfase 2: gezondheidsenquête Sliedrecht.Dordrecht: GGD Zuid-Holland Zuid.
- Annema J.A., Booij H., Hesse J.M., Meulen A. van der en Slooff W. (1994) Basisdocument Fijn Stof. RIVM rapport 710401029, RIVM, Bilthoven.
- Antila E. *et al.* (1996) Association of cadmium with human breast cancer. *Sci. Total Environ.*, 186, 251-256.
- Arena V.C. *et al.* (1999) Issues and findings in the evaluation of occupational risk among women high nickel alloys workers. *Am. J. Ind. Med.*, 36, 114-21.
- ATSDR (1989) Toxicological Profile for 1,2-dichloropropane, December 1989.
- ATSDR (1995) Toxicological Profile for Xylenes, August 1995.
- ATSDR (1997a) Toxicological Profile for Benzene, September 1997.
- ATSDR (1997b) Toxicological Profile for Nickel, September 1997.
- ATSDR (1999a) Toxicological Profile for Hydrogen Sulfide, July 1999.
- ATSDR (1999b) Toxicological Profile for Ethylbenzene, July 1999.
- ATSDR (2000) Toxicological Profile for Toluene, September 2000.
- Baars A.J., Theelen R.M.C., Janssen P.J.C.M. *et al.* (2001) Re-evaluation of human-toxicological maximum permissible risk levels. RIVM rapport 711701025, RIVM, Bilthoven.
- Bloemen H.J.Th. en van Putten E.M. (2000) Bronherkenningsstudie fijn stof. RIVM tussenrapport, augustus 2000.
- Blokstra A., Seidell J.C., Smit A.H., Bueno de Mesquita H.B. en Verschuren W.M.M. (1997) Het project monitoring risicofactoren en gezondheid Nederland (MORGEN-project). Jaarverslag 1996. RIVM, Bilthoven.
- Bouter L.M. en Dongen M.C.I.M. van (2000) Epidemiologisch onderzoek. Opzet en interpretatie. Vierde herziene druk. Houten/Diegem.
- Broekman M.H., Mennen M.G. en Bloemen H.J.Th. (2004) Emissieonderzoek Van Voorden Gieterij BV te Zaltbommel. RIVM rapport 609021026, RIVM, Bilthoven.
- Burney P.G.J. *et al.* (1994) The European Respiratory Health Survey. *Eur. Respir. J.*, 7, 954-960.
- CBS (1990) Statistische onderzoeken. De VOEG: klaaglijt of lijst met gezondheidsklachten? CBS Hoofdafdeling Gezondheidsstatistiek.
- CBS (2000) POLS-GE Versie 2000.Module Gezondheid en arbeid. Voorburg/Heerlen: Centraal Bureau voor de Statistiek, Divisie Kwartaire Sector en Leefsituatie.

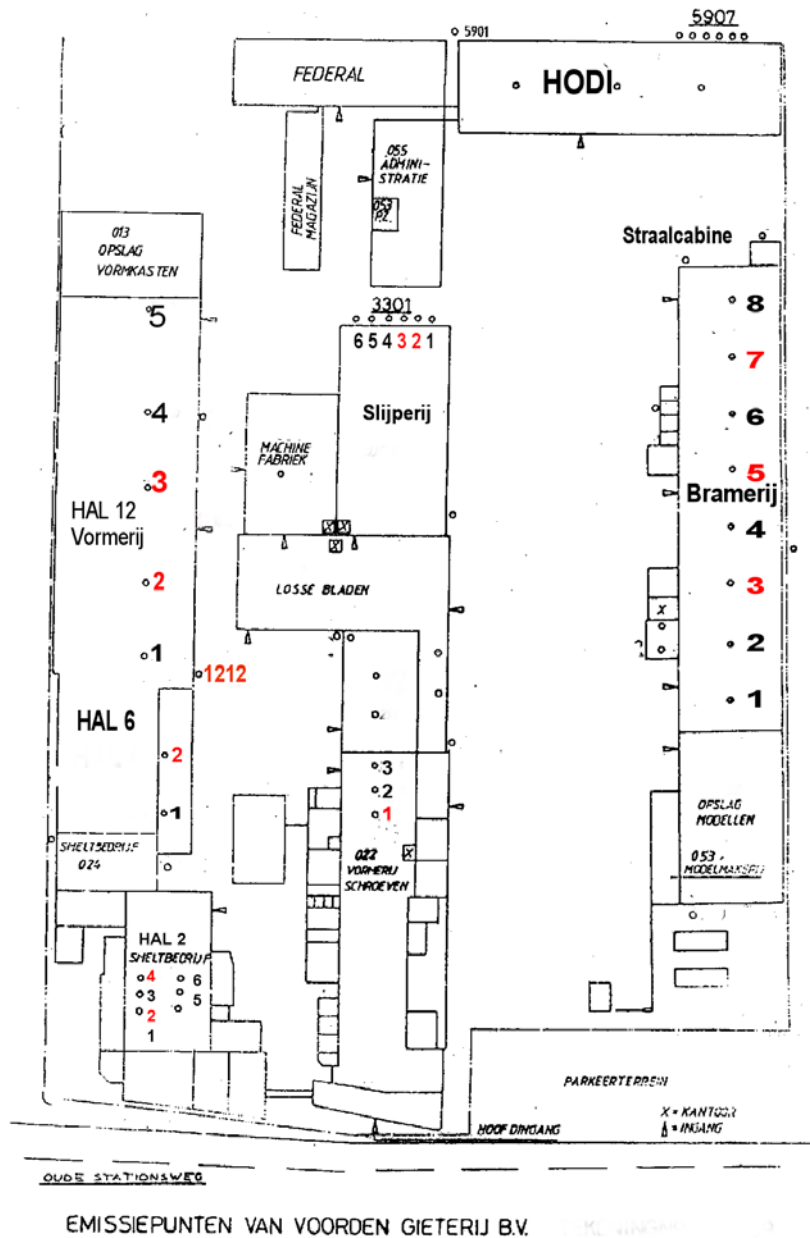
- CBS Statline (2004) Gerapporteerde gezondheid en leefstijl. Gezondheid en aandoeningen. Cijfers over de periode 2000, 2001 en 2002. CBS, Voorburg/Heerlen.
- Choe S.Y. *et al.* (2003). Evaluation of estrogenicity of major heavy metals. *Sci. Total Environ.*, 312, 15-21.
- Cleven R.F.M.J., Janus J.A., Annema J.A. en Slooff W. (1992) Basisdocument zink. RIVM rapport 710401019, RIVM, Bilthoven.
- Dirken J.M. (1967) Arbeid en stress; het vaststellen van aanpassingsproblemen in werksituaties. Groningen: H.D. Tjeenk Willink.
- Elliott P., Arnol R., Cockings S., Eaton N., Jarup L., Jones J., Quinn M., Rosato M., Thornton I., Toledano M., Tristan E. and Wakefield J. (2000) Risk of mortality, cancer incidence, and stroke in a population potentially exposed to cadmium. *Occ. Env. Medicine*, 57, 94-97.
- EU (2003) Voorstel voor een Richtlijn van het Europees Parlement en Europese Raad betreffende Arseen, Cadmium, Kwik, Nikkel en Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen in de lucht. COM (2003) 423 definitief.
- Fast T., Landman G., Harssema H. en Wijnen J. van (1990) Stankhinder in Amsterdam-Noord als gevolg van bedrijfsactiviteiten in het westelijk havengebied. GGD Amsterdam.
- Feimann P.F.L., Geurs K.T., Brink R.M.M., Annema J.A. en Wee G.P. van (2001) Verkeer en vervoer in de Nationale Milieuverkenning 5. RIVM rapport 408129014, RIVM, Bilthoven.
- FoBiG (1992) Basisdaten Toxikologie für umweltrelevante Stoffe zur Gefahrenbeurteilung bei Altlasten. Forschungs- und Beratungsinstitut Gefahrstoffe GmbH (FoBiG), Freiburg i. Br, Duitsland.
- Garcia-Morales *et al.* (1994) Effects of cadmium on estrogen receptor levels and estrogen-induced responses in human breast cancer cells. *J. Biol. Chem.*, 269, 16896-16901.
- Garland M. *et al.* (1996). Toenail trace element levels and breast cancer: a prospective study. *Am. J. Epidemiol.*, 144, 653-60.
- GGD Nederland (2001) GGD-richtlijn Kankerclusters. GGD Nederland, Utrecht.
- ISO (2001) Draft technical Specification ISO/DTS 15666 "Acoustics – Assessment of noise annoyance by means of social and socio-acoustic surveys". ISO/TC/43/SC 1 N1313.
- Jansen M.E. en Sikkel D. (1982) Verkorte versies van de voegschaal. *Gezondheid en Samenleving*, 2, 78-82.
- Janssen P.J.C.M., Apeldoorn M.E. van, Engelen J.G.M. *et al.* (1998) Maximum Permissible Risk Levels for Human Intake of Soil Contaminants: Fourth Series of compounds. RIVM rapport 711701004, RIVM, Bilthoven.
- Janssen P.J.C.M. en Baars A.J. (2004) Oriënterende evaluatie gezondheidsrisico metalen in tatoeages. RIVM rapport 320105001, RIVM, Bilthoven.
- Janus J.A., Annema J.A., Aben J.M.M., Slooff W. en Wesselink L.G. (1999) Evaluatiedocument lood. RIVM rapport 601014003, RIVM, Bilthoven.
- Johnson M.D. *et al.* (2003) Cadmium mimics the in vivo effects of estrogen in the uterus and mammary gland. *Nat. Med.*, 9, 1081-1084.

- Kaltreider *et al.* (1999) Differential effects of arsenic (III) and Chromium (VI) on nuclear transcription factor binding. *Mol. Carcinog.*, 25, 219-229.
- Kamp I. Van en Velden P.G. van der (2001) Vuurwerkrapport Enschede: lichamelijke en geestelijke gezondheid en ervaringen met de ramp; rapportage van het gezondheidsonderzoek. RIVM rapport 630930002, RIVM, Bilthoven. IVP rapport 9920012.
- Kistemaker C., Bouman M. en Hulshof K.F.A.M. (1998). De consumptie van afzonderlijke producten door de Nederlandse bevolkingsgroepen- Voedselconsumptiepeiling 1997-1998. TNO-rapport V98.812, Zeist.
- Kliest J.J.G., Oonk H., Knol-Vos T. en Steunenbergh C. (1999) Geurhinder als gevolg van de stortplaats aan de derde Merwedehaven te Dordrecht: evaluatie van de maatregelen en het klachtenpatroon. RIVM rapport 609023002, RIVM, Bilthoven.
- Kolmogorov *et al.* (2000) Analysis of trace elements in scalp hair of healthy people, hyperplasia and breast cancer patients with XRF method. *Nucl. Instr. and Meth. in Phys.*, 448, 457-460.
- Kotlar H.K. *et al.* (1982) A serum immune factor in detection of an occupational group with increased risk for lung and nose cancer. *Eur. J. Cancer Clin. Oncol.*, 18, 957-965.
- Kwekkeboom J.M.I. en Brederode N. van (2004) Gezondheidsonderzoek bij omwonenden van een metaalgieterij in Zaltbommel. GGD Rivierenland, Tiel.
- Martin M.B. *et al.* (2003) Estrogen-like activity of metals in MCF-7 breast cancer cells. *Endocrinology*, 144, 2425-2436.
- Mennen M.G., Koot W., Putten E.M. van, Ritsema R., Piso S., Knol-de Vos T., Fortezza F. en Kliest J.J.G. (1998) Hexavalent chromium in ambient air in the Netherlands. Results of measurements near wood preservation plants and at a regional site. RIVM rapport 723101031, RIVM, Bilthoven.
- Mennen M.G., van Bruggen M., Kliest J.J.G., Bloemen H.J.Th., Zwartjes R.J.A., Fortezza F., Regts T.A., Bos H.P., van Putten E.M., Wiese C.J., Janssen P.J.C.M., Kruize H. en van Kamp I. (2000) Emissie en verspreiding van geur en toxische stoffen in de omgeving van de Tweede en Derde Merwedehaven te Dordrecht en de hiermee samenhangende gezondheidsaspecten. RIVM rapport 609021018, RIVM, Bilthoven.
- Mennen M.G., van Putten E.M. en Krystek P. (2004) Immissie-, gewas- en depositieonderzoek in de omgeving van Van Voorden gieterij te Zaltbommel. RIVM rapport 609021027, RIVM, Bilthoven.
- Meplan *et al.* (1999) Cadmium induces conformational modifications of wild-type p53 response to DNA damage in cultured cells. *J. Biol. Chem.*, 274, 31663-31670.
- Mulay IL *et al.* (1971) Trace-metal analysis of cancerous and noncancerous human tissues. *J. Nat. Cancer Inst.*, 47, 1-13.
- NeR (2003) Nederlandse emissierichtlijn Lucht, april 2003. Infomil, Den Haag.
- NIPA (2000) Resultaten bodemonderzoek omliggende percelen bij Van Voorden te Zaltbommel. NIPA milieutechniek BV, Rosmalen.
- Olthuis H.J. (2003) Emissieonderzoek Van Voorden gieterij BV te Zaltbommel, maart 2003. TNO-MEP briefrapport BR2003PA/93. TNO, Apeldoorn.
- Otte P.F., Lijzen J.P.A., Otte J.G., Swartjes F.A. en Versluijs C.W. (2001) Evaluatie en

- herziening van de CSOIL parameter set. Parameter set voor de modellering van de humane blootstelling en onderbouwing van Interventiewaarden voor stoffen van de eerste tranche. RIVM rapport 711701021, RIVM, Bilthoven.
- Pro Monitoring (1999) Emissieonderzoek bij Van Voorden gieterij BV te Zaltbommel. RIVM rapport R02503e, Pro Monitoring, Barneveld.
- Pro Monitoring (2001) Emissieonderzoek bij Van Voorden. Rapport nr r03839e/r03911e. Pro Monitoring, Barneveld.
- Provincie Gelderland (2000) Emissiemetingen bij de Nijmeegse IJzergieterij BV (NIJG), pag. 11. Rapport nr EM-00-14. Provincie Gelderland, Arnhem.
- Provincie Gelderland (2002) Emissiemetingen bij de Nijmeegse IJzergieterij BV (NIJG), pag. 6. Rapport nr EM-01-19. Provincie Gelderland, Arnhem.
- RIVM (1999) Bijdrage ijzergieterij Vulcanus. Briefrapport nr 99/563 IEM MvB, RIVM, Bilthoven.
- Rizk S.L. and Sky-Peck H.H. (1984) Comparison between concentrations of trace elements in normal and neoplastic human breast tissue. *Cancer Res.*, 44, 5390-5394.
- Rijcken B., Kerkhof M., Graaf A. de, Boezen H.M., Droste J.H.J. en Kremer A.M. (1996) Europees Luchtweg Onderzoek Nederland (ELON). Groningen: Rijksuniversiteit Groningen, vakgroep gezondheidswetenschappen.
- Ruth J.H. (1986) Odor thresholds and irritation levels of several chemical substances: A review. *Am. Ind. Hyg. Assoc.*, 47, A142-A151.
- Safe S. (2003) Cadmium's disguise dupes the estrogen receptor. *Nat. Med.*, 9, 1000-1001.
- Salnikow K *et al.* (1999) Nickel-induced transformation shifts the balance between HIF-1 and p53 transcription factors. *Carcinogenesis*, 20, 1819-1823.
- Santoliquido P.M. *et al.* (1976) Trace metal levels in cancer of the breast. *Surg. Gynecol. Obstet.*, 142, 65-70.
- SCF (2001) Opinion of the Scientific Committee on Food on the risk assessment of dioxins and dioxin-like PCB's in food. Adopted on 30 May 2001.
- SCF (2003) Opinion of the Scientific Committee on Food on the Tolerable Intake Level of Calcium (expressed on 4 April 2003).
- Slooff W., Bont P.F.H., Hesse J.M. *et al.* (1992) Exploratory report antimony and antimony compounds. RIVM rapport 710401020, RIVM, Bilthoven.
- Slooff W., Cleven R.F.M.J., Janus J.A. en Ros J.P.M. (1987) Ontwerp basisdocument koper. RIVM rapport 758474003, RIVM, Bilthoven.
- Slooff W., Cleven R.F.M.J., Janus J.A. en van der Poel P. (1989) Basisdocument chroom. RIVM rapport 758701001, RIVM, Bilthoven.
- Stoica *et al.* (2000) Activation of estrogen receptor-alpha by the heavy metal cadmium. *Mol. Endocrinol.*, 14, 545-553.
- TNO-PG en RIVM (1998) Hinder, slaapverstoring, gezondheids- en belevingsaspecten in de regio Schiphol, resultaten van een vragenlijstonderzoek. RIVM rapport 441520010, RIVM, Bilthoven. TNO rapport 98039, TNO-PG, Leiden.
- US-EPA (2003) Hydrogen Sulfide - Reference Concentration for Chronic Inhalation Exposure (RfC), d.d. 28-07-3002. US-EPA Integrated Risk Information System (IRIS).
- Van Velze K. (1996) PAK in stedelijke omgeving, benzo(a)pyreen en mogelijke

- alternatieven als gidsstof voor PAK. RIVM rapport 723301005, RIVM, Bilthoven.
- Van Voorden Gieterij BV (2002) Documentatie over de grondstoffen, productieprocessen, producten en locatie.
- Van den Brink R.M.M. (1996) Deeltjesemissie door Wegverkeer: Emissiefactoren, Deeltjesgrootteverdeling en Chemische Samenstelling. RIVM rapport 773002008, RIVM, Bilthoven.
- Velden P.G. van der, Grievink L., Dusseldorp A., Fournier M., Stellato R.K., Drogendijk A.N., Dorresteyn A.M. en Christiaanse B. (2002) Gezondheid getroffen en vuurwerkkramp Enschede. Rapportage gezondheidsonderzoek 18 maanden na de ramp. RIVM rapport 630730004, RIVM, Bilthoven. IVP rapport 9920023.
- Verhoeven (1999) Rapport Verkennend bodemonderzoek Koningin Wilhelminaweg 27b te Zaltbommel. Projectnummer B99.1145, Verhoeven Milieutechniek BV, Velddriel.
- VROM (1999) Stoffen en normen. Overzicht van belangrijke stoffen en normen in het milieubeleid. Samson, Alphen aan den Rijn. VROM, Den Haag.
- VROM (2003). Beter thuis in wonen. Kernpublicatie WoningBehoeft Onderzoek (WBO) 2002.
- Waegemaekers C.H.F.M. en Hazel P.J. van den (1991) Stankhinder in Renkum als gevolg van een papierfabriek. Arnhem: Dienst Welzijn en Volksgezondheid regio Arnhem.
- Ware J.E., Kosinski M. and Keller S.D. (1995) How to score the SF-12 physical and mental health summary scales. Boston: the Health Institute, New England Medical Center, Second Edition.
- Weerdt D.H.J. en Baltissen A.M. van de (1999) Onderzoek naar gezondheid en geurhinder bij omwonenden rond tapijtfabrieken te Steenwijk, Zwolle. GGD regio IJssel-Vecht.
- WHO (1995) Environmental Health Criteria no 167 – Acetaldehyde. WHO IPCS, Geneva.
- WHO (2000) Concise International Chemical Assessment Document no. 24 - Crystalline silica. WHO IPCS, Geneva.
- WHO/JECFA (1983) Food Additives Series no 18.
- WHO/JECFA (1989) Monograph on Aluminium. WHO Food Additives Series no. 24.
- Wulp C.G. van der (1999) Rapport van de werkgroep revisie POLS-Gezondheidsenquête 1999. Voorburg/Heerlen: Centraal Bureau voor de Statistiek, Divisie Kwartaire Sector en Leefsituatie.
- Zee K.I. van der en Sanderman R. (1993) Het meten van de algemene gezondheidstoestand met de RAND-36. Een handleiding. Groningen: Noordelijk Centrum voor de Gezondheidsvraagstukken/RUG.
- Zee K.I. van der, Sanderman R. en Heyink J. (1993) De psychometrische kwaliteiten van de MOS 36-item Short Form Health Survey (SF-36) in een Nederlandse populatie. T. Soc. Gezondheidsz., 71, 183-191.

Bijlage 1. Plattegrond Van Voorden Gieterij BV en de bemeten emissiepunten



De met rood aangeduide (muur en dak) ventilatoren zijn in het emissieonderzoek doorgemeten.

Bijlage 2. Totale maximale massastromen uit het bedrijf

	Maximale massastroom (mg/h)	Toegestane massastroom (mg/h) ¹⁾		Maximale massastroom (mg/h)	Toegestane massastroom (mg/h) ¹⁾
Vluchtige organische componenten			aldehyden		
hexaan	630	geen	formaldehyde	10207	100000
benzeen	11151	2500	aceetaldehyde	2332	100000
tolueen	34892	500000	Stof	637581	200000
octaan	0	geen	kwarts ²⁾	1793 ²⁾	2500
ethylbenzeen	884	500000	Waterstofsulfide	2500	15000
m-xyleen	1893	500000	Totaal metalen		
p-xyleen	1893	500000	Al	23442	200000
o-xyleen	752	500000	Ba	813	10000
nonaan	1745	geen	Ca	34649	200000
cumeen	125	500000	Cd	96	1000
propylbenzeen	826	500000	Co	3541	2500
4-ethyltolueen	2857	geen	Cr	6442	10000
3-ethyltolueen	1383	geen	Cu	27648	10000
1,3,5-trimethylbenzeen	1390	500000	Fe	73540	200000 ³⁾
2-ethyltolueen	1073	geen	Mg	3317	200000
1,2,4-trimethylbenzeen	4329	500000	Mn	8432	10000
decaan	3869	geen	Mo	1046	200000
1,2,3-trimethylbenzeen	640	500000	Ni	4510	150
undecaan	1573	geen	Pb	4614	2500
<i>Totaal VOC's</i> ⁴⁾	<i>71907</i>	<i>100000</i>	Sb	47	25000
isopropanol	453200	500000	V	24	10000
PAK			Zn	14563	200000
naftaleen	624,17	100000	Zr	(7846) ⁵⁾	200000
acenaftyleen	71,74	100000			
acenafteen	3,21	100000			
fluoreen	19,61	geen			
fenantreen	46,58	100000			
anthraceen	7,07	100000	PAK, vervolg		
fluorantheen	16,70	geen	benzo(k)fluorantheen	2,18	150
pyreen	11,55	geen	benzo(a)pyreen	1,34	150
benz(a)anthraceen	1,75	150	dibenz(a,h)anthraceen	0,40	150
chryseen	2,88	geen	benzo(ghi)peryleen	1,91	100000
benzo(b)fluorantheen	2,96	150	indeno(1,2,3-cd)pyreen	1,11	geen
<i>Totaal PAK</i>	<i>809,91</i>				

1) Toegestane massastroom volgens de Nederlandse Emissie Richtlijnen (NeR, versie april 2003).

2) Betreft respirabel kwarts tot een diametergrootte van maximaal 5 µm. In de NeR heeft het begrip respirabel kwarts betrekking op deeltjes tot 10 µm.

3) De massastroom is berekend op basis van een maximale diameter van 38 µm van het geëmitteerde stof. Als aangenomen wordt dat de maximale diameter 125 µm is, wordt de totale emissie 1051 mg/h.

4) Toegestane massastroom voor ijzeroxide. Er is geen grensmassastroom voor ijzerverbindingen algemeen.

5) Totaal aan vluchtige organische componenten behalve isopropanol.

6) De opgegeven massastroom van zirkonium is indicatief (zie de tabel met de massastromen per bedrijfshal). In tegenstelling tot de overige metalen is de emissiebijdrage van de zandbreker in de berekening meegenomen.

Bijlage 3. Overzicht meetlocaties



Locatie, passieve sampler ¹⁾	Veegmonsters	Grasmonsters
LI1, B1	V14	G3
B2	V2, V6	G7
B3	V9	G4
B4	V11	G6
B5		
B6	V4, V5	
LC2, B7	V8, V3 (aan straatkant)	G1
B8	V7, V10, V16	G5
LC1, B9	V1, V12, V13, V17	G2
LI2	V15 (overzijde straat)	
LI3		
LI4		
B10		

¹⁾ LC = meetpunt continue luchtmetingen; LI = meetpunt intensieve luchtmetingen;
B = meetpunt passieve sampler

De referentielocatie (monster G8), gelegen nabij het gemeentegebouw in Kerkwijk, is niet op deze plattegrond aangegeven.

Bijlage 4. Overzicht locaties chroom (VI) metingen



1) C = meetpunt luchtmetingen op zeswaardig chroom

Bijlage 5: Overzicht van concentraties in de lucht en bijbehorende grenswaarden voor inademing

Component	Eenheid	Gemiddelde concentratie	Chronische grenswaarde	Maximale concentratie	Acute grenswaarde
Zwavel dioxide	$\mu\text{g m}^{-3}$	7,2 ¹⁾	20 ²⁾	58 ^{1,3)}	350 ⁴⁾
Waterstofsulfide	$\mu\text{g m}^{-3}$	1,1 ^{1,5)}	2 ⁶⁾	63 ^{1,3,5)}	99 ⁷⁾
Carbonylsulfide	$\mu\text{g m}^{-3}$	1,1 ^{1,5)}	1400 ⁸⁾	63 ^{1,3,5)}	n.v. ⁸⁾
Stikstofoxide	$\mu\text{g m}^{-3}$	6,3 ¹⁾	n.v. ⁹⁾	142 ^{1,3)}	n.v. ⁹⁾
Stikstofdioxide	$\mu\text{g m}^{-3}$	24	40	104 ^{1,3)}	200 ¹⁰⁾
Benzeen	$\mu\text{g m}^{-3}$	2,0	10 ¹¹⁾	6,1 ³⁾	160 ⁷⁾
Tolueen	$\mu\text{g m}^{-3}$	13	300	53 ³⁾	3800 ⁷⁾
Ethylbenzeen	$\mu\text{g m}^{-3}$	0,4	770	0,9 ³⁾	4400 ¹²⁾
Xylenen	$\mu\text{g m}^{-3}$	1,4	870	2,9 ³⁾	4400 ⁷⁾
Aromatische koolwaterstoffen	$\mu\text{g m}^{-3}$	1,6	200 ¹³⁾	3,1 ³⁾	n.v.
Alifatische koolwaterstoffen	$\mu\text{g m}^{-3}$	2,0	1000 ¹⁴⁾	4,5 ³⁾	n.v.
Gechloreerde alifatische koolwaterstoffen	$\mu\text{g m}^{-3}$	1,2	12 ¹⁵⁾	2,9 ³⁾	235 ¹⁵⁾
Isopropylalcohol	$\mu\text{g m}^{-3}$	34	2200	123 ³⁾	n.v.
Formaldehyde	$\mu\text{g m}^{-3}$	-	10	6	120 ¹⁶⁾
Acetaldehyde	$\mu\text{g m}^{-3}$	-	300 ¹⁷⁾	22	2000 ¹⁷⁾
Fijn stof	$\mu\text{g m}^{-3}$	30	40	69 ^{3,18)}	70 ¹⁹⁾
Aluminium	ng m^{-3}	260	10.000.000 ²⁰⁾	3050	n.v.
Antimoon	ng m^{-3}	2,3	3200 ²¹⁾	9,0	n.v.
Calcium	ng m^{-3}	547	7.000.000 ²²⁾	2830	n.v.
Cadmium	ng m^{-3}	1,9	5 ²³⁾	29,7 ³⁾	330 ²⁴⁾
Chroom	ng m^{-3}	15,6	60.000 ²⁵⁾	312	n.v.
Chroom (VI)	ng m^{-3}	1,2 tot 1,6 ²⁶⁾	2,5 ²⁵⁾	20,3	50 ²⁴⁾
Kobalt	ng m^{-3}	0,4	500	2,3	n.v.
Koper	ng m^{-3}	99	1000	1040	n.v.
Lood	ng m^{-3}	17,0	500	255	n.v.
Mangaan	ng m^{-3}	39	600	377	n.v.
Nikkel	ng m^{-3}	11,6	20 ²³⁾	128	n.v.
IJzer	ng m^{-3}	691	5.000.000 ²⁷⁾	6590	n.v.
Zink	ng m^{-3}	113	18.000	8040	n.v.
Respirabel kwarts	$\mu\text{g m}^{-3}$	0,5	8 ²⁸⁾	2,4	n.v.
PAK's totaal	ng m^{-3}	75 ¹⁾	n.v. ²⁹⁾	557	n.v.
Benz(a)pyreen	ng m^{-3}	0,12 ¹⁾	1	0,31 ³⁾	n.v.

Opmerkingen: De vermelde gemiddelde concentraties zijn gemeten op meetpunt LC1, tenzij in de tabel anders is aangegeven. De vermelde maximale concentraties zijn gemeten op één van de meetpunten van de intensieve dagen, tenzij in de tabel anders is aangegeven. Voor bronverwijzingen wordt verwezen naar de literatuurlijst.

n.v. = niet vastgesteld

1) Gemeten op meetpunt LC2.

- 2) Grenswaarde ter bescherming van ecosystemen. Voor humaan-toxicologische risico's is een daggemiddelde grenswaarde vastgesteld van $125 \mu\text{g m}^{-3}$, welke niet meer dan 3 dagen per jaar mag worden overschreden.
- 3) Gemeten tijdens het continu onderzoek.
- 4) Grenswaarde voor de uurgemiddelde concentratie, welke niet meer dan 24 uur per jaar mag worden overschreden.
- 5) Gemeten totale concentratie aan gasvormige zwavelverbindingen (behalve zwaveldioxide); de concentraties aan waterstofsulfide en carbonylsulfide zijn niet hoger dan deze waarde.
- 6) Chronische grenswaarde, afgeleid door de US-EPA. De geurdrempel van deze component bedraagt 0,7 tot $14 \mu\text{g m}^{-3}$ (Ruth, 1986).
- 7) Acute Minimum Risk Level, een grenswaarde afgeleid door de ATSDR, bedoeld voor een blootstellingsduur van maximaal 14 dagen (ATSDR, 1989; 1995; 1997a; 199a; 199b; 2000).
- 8) Voorlopig afgeleide Toelaatbare Concentratie in Lucht (Mennen *et al.*, 2000). Voor carbonylsulfide is geen acute grenswaarde vastgesteld.
- 9) Er zijn geen chronische en acute grenswaarde afgeleid voor NO. NO wordt gebruikt in medische toepassingen (inhalatie bij de behandeling van longaandoeningen). Er is een waarschuingswaarde voor calamiteiten van $100.000 \mu\text{g m}^{-3}$, waarbij gevoelige individuen enige hinder kunnen ondervinden (AEGl, 1998).
- 10) Grenswaarde voor de uurgemiddelde concentratie, welke niet meer dan 18 uur per jaar mag worden overschreden.
- 11) Grenswaarde volgens het Besluit Luchtkwaliteit. Deze grenswaarde zal in de toekomst worden bijgesteld naar $5 \mu\text{g m}^{-3}$. Voor benzeen wordt ook een TCL (Toelaatbare Concentratie in Lucht) gehanteerd van $20 \mu\text{g m}^{-3}$. Deze is gebaseerd op een kankerrisicoschatting waaruit bleek dat levenslange expositie aan $20\text{-}36 \mu\text{g m}^{-3}$ benzeen een extra kankerrisico veroorzaakt dat gelijk is aan het MTR zoals gedefinieerd in het Nederlandse milieubeleid.
- 12) Intermediate Minimum Risk Level, een grenswaarde afgeleid door de ATSDR bedoeld voor een blootstellingsduur van maximaal 1 jaar.
- 13) Grenswaarde voor aromatische koolwaterstoffen met 10 of meer koolstofatomen (zogenaamde minerale oliefractie genaamd 'aromatic, C10-C12 en C12-C16').
- 14) Grenswaarde voor alifatische koolwaterstoffen met 8 of meer koolstofatomen (zogenaamde minerale oliefractie genaamd 'alifatic, C8-C10, C10-C12 en C12-C16').
- 15) De groep gechlorideerde alifatische koolwaterstoffen bevat een aantal verbindingen, die verschillen in toxiciteit. Vanuit de 'worst case' benadering is er voor gekozen de grenswaarde van de meest toxische verbinding uit deze groep (dichloorpropan) te hanteren om de totale concentratie aan verbindingen uit deze groep te toetsen.
- 16) Grenswaarde voor een blootstellingsduur van 30 minuten. Omdat de meetperiode voor formaldehyde ongeveer 5 uur duurde, betekent dit dat de 5-uursgemiddelde concentratie in ieder geval niet hoger mag zijn dan $12 \mu\text{g m}^{-3}$.
- 17) Er zijn geen Nederlandse grenswaarden vastgesteld. De vermelde grenswaarden zijn vastgesteld door de WHO (1995).
- 18) Vanwege de grote statistische variatie van het meetsignaal van de gebruikte monitoren is niet de maximale uurgemiddelde concentratie genomen, maar het 95 percentiel.
- 19) Grenswaarde voor de daggemiddelde concentratie, welke niet meer dan 18 dagen per jaar mag worden overschreden. Deze grenswaarde zal in 2005 worden bijgesteld naar $50 \mu\text{g m}^{-3}$; deze waarde mag niet meer dan 35 dagen per jaar mag worden overschreden.
- 20) Er is vanwege de geringe toxiciteit van deze stof geen lange termijn grenswaarde voor aluminium afgeleid. Vermeld is de MAC-waarde, afgeleid voor aluminiumoxide en uitgedrukt als aluminium. Deze MAC-waarde beschermt gezonde werknemers tegen luchtwegirritatie.
- 21) Dit is geen volwaardige Toelaatbare Concentratie in Lucht afgeleid, maar een voorlopige richtwaarde (Janssen *et al.*, 1992).
- 22) Er is vanwege de geringe toxiciteit van deze stof geen lange termijn grenswaarde voor calcium afgeleid. Vermeld is de MAC-waarde, afgeleid voor calciumoxide en uitgedrukt als calcium. Deze MAC-waarde beschermt gezonde werknemers tegen luchtwegirritatie.
- 23) Norm voor buitenlucht afkomstig uit de Richtlijn van het Europees Parlement en de Raad betreffende arseen, cadmium, kwik, nikkel en polycyclische aromatische koolwaterstoffen in de lucht (EU, 2003).

- Het RIVM heeft voor nikkel in 2001 een TCL voorgesteld van 50 ng m^{-3} (Baars *et al.*, 2001). De ATSDR heeft een chronische grenswaarde voor nikkel voorgesteld van 200 ng m^{-3} (ATSDR, 1997b).
- 24) “Orientierungswert für kurzfristige Aufnahme – inhalativ”. Dit zijn onofficiële richtwaarden voor kortdurende exposities (duur ≤ 180 dagen), afgeleid door de FoBiG (Forschungs- und Beratungsinstitut Gefahrstoffe GmbH in Duitsland). Voor wat betreft chroom geldt de gegeven waarde voor zeswaardig chroom. Er is geen acute grenswaarde afgeleid voor driewaardig chroom.
- 25) Zeswaardig en driewaardig chroom verschillen sterk in toxiciteit. Voor zeswaardig chroom bedraagt de chronische grenswaarde $2,5 \text{ ng m}^{-3}$, voor driewaardig chroom bedraagt de chronische grenswaarde 60.000 ng m^{-3} .
- 26) Indicatieve schatting van de gemiddelde concentratie op leefniveau, gebaseerd op een beperkt aantal metingen en een aantal aannames (zie hoofdtekst).
- 27) Er is vanwege de geringe toxiciteit van deze stof geen lange termijn grenswaarde voor ijzer afgeleid. Vermeld is de MAC-waarde, afgeleid voor ijzeroxide en uitgedrukt als ijzer. Deze MAC-waarde beschermt gezonde werknemers tegen longeffecten.
- 28) Er is geen chronische grenswaarde voor de algemene bevolking beschikbaar. De WHO (2000) heeft het risico op silicose gekwantificeerd. Bij levenslange inademing van gemiddeld $8 \mu\text{g m}^{-3}$ zou dit het risico kleiner zijn dan 3% voor gezonde personen. Het gevonden gemiddelde van $0,5 \mu\text{g m}^{-3}$ ligt daar ruim onder, zodat geen noemenswaardig gezondheidsrisico is te verwachten.
- 29) Er is geen chronische grenswaarde voor PAK's totaal of afzonderlijke PAK's afgeleid, behalve voor benz(a)pyreen, de meest carcinogene PAK. Benz(a)pyreen wordt gebruikt als indicator voor carcinogene PAK's. De ATSDR hanteert verder een chronische grenswaarde van 10.000 ng m^{-3} voor naftaleen, de meest vluchtige PAK. De gemeten totale concentraties aan PAK's liggen hier ruim onder.