

Gezondheidskundige risicobeoordeling luchtkwaliteit in het industriegebied Oosterhorn en omgeving

16 september 2020

Colofon

De 'Gezondheidskundige risicobeoordeling luchtkwaliteit in het industriegebied Oosterhorn en omgeving' is een uitgave van GGD Groningen.

De informatie uit deze rapporten mag u gebruiken, downloaden, kopiëren en vrij verspreiden, maar niet voor commerciële doeleinden.

Zorg daarbij altijd voor de bronvermelding: GGD Groningen (2020). Gezondheidskundige risicobeoordeling luchtkwaliteit in het industriegebied Oosterhorn en omgeving.

Auteurs:

Frans Greven

Rixt Botma

Contact: milieu@ggd.groningen.nl

Publiekssamenvatting

TNO heeft in de periode oktober 2018 tot en met december 2019 onderzoek verricht naar de luchtkwaliteit op en rondom het industrieterrein Oosterhorn door het meten van geurstoffen, siliciumcarbide (SiC)-vezels, metalen, polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK), fijnstof (PM10 en PM2,5) en daaraan gerelateerde stoffen. GGD Groningen heeft op verzoek van gemeente Delfzijl en provincie Groningen voor zover mogelijk een gezondheidkundige risicobeoordeling gemaakt op basis van onderzoek beschreven in het TNO rapport *Meetnet luchtkwaliteit op en rond het bedrijventerrein Oosterhorn Delfzijl*.

De door TNO gegenereerde jaargemiddelde gegevens worden, indien bekend, vergeleken met gezondheidkundige advieswaarden om zo de mogelijke gezondheidsrisico's te bepalen. Voor de meeste van de gemeten stoffen lijkt er geen speciaal probleem¹ aanwezig in het industriegebied Oosterhorn.

Voor SiC-vezels is geen gezondheidkundige advieswaarde bekend. Op advies van het RIVM wordt de grenswaarde van asbest gebruikt. De jaargemiddelde gehalten SiC-vezels vallen zowel bij de meetstations als in de woonkernen ruim onder deze grenswaarde, en daarmee niet verontrustend. Een definitieve uitspraak over het gezondheidsrisico is niet mogelijk, omdat er geen gezondheidkundige advieswaarde voor SiC-vezels is. Het is niet te verwachten dat deze waarde op korte termijn beschikbaar zal zijn. Daarnaast kunnen er tijdens blazers tijdelijk hogere gehalten SiC-vezels in de lucht aanwezig zijn. Het is onduidelijk welke kortdurende vezelconcentraties na een blazer in de woonkernen kunnen optreden. Door deze onzekerheid, en het ontbreken van een gezondheidkundige advieswaarde van SiC-vezels, is er geen uitspraak mogelijk over het gezondheidsrisico door de verspreiding van SiC-vezels door blazers.

Uit metingen van TNO is gebleken dat de geurdrempels waterstofsulfide (H₂S) regelmatig worden overschreden. Dit kan resulteren in geurhinder in de omgeving. Er worden geen toxische effecten verwacht bij de gemeten gehalten, maar hinder door geuroverlast is niet wenselijk.

Het cumulatieve effect, door blootstelling aan meerdere stoffen tegelijkertijd, kan niet nauwkeurig worden bepaald omdat de gemeten stoffen verschillende gezondheidseffecten hebben. De gemeten stoffen in de leefomgeving vallen voornamelijk ruim onder de grenswaarden. Om deze reden achten we het risico op negatieve gezondheidseffecten gering, maar niet uit te sluiten.

GGD Groningen adviseert om de verspreiding van SiC-vezels, geurstoffen, metalen en PAK te voorkómen, dan wel sterk te minimaliseren. Daarnaast moet het optreden van blazers zoveel als mogelijk worden voorkómen.

¹ Ondanks dat de wettelijke norm niet wordt overschreden kan het ontstaan van gezondheidseffecten niet worden uitgesloten. Verder verschillen de concentraties van sommige gemeten stoffen niet of nauwelijks van de in de rest van Nederland bekende concentraties.

Inhoudsopgave

Samenvatting	5
Inleiding.....	8
Vragen aan GGD Groningen	11
Beantwoording vragen	12
Conclusies.....	30
Verwijzingen	31

Samenvatting

TNO heeft in de periode oktober 2018 tot en met december 2019 onderzoek verricht naar de luchtkwaliteit door het meten van geurstoffen, siliciumcarbide (SiC)vezels, metalen, polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK), fijnstof (PM10, PM2,5) en daaraan gerelateerde stoffen op en rondom het industrieterrein Oosterhorn. TNO rapporteert dat in de aanbesteding is aangegeven dat het bedrijf ESD-SiC belangrijk is in het onderzoek, onder andere vanwege klachten van bewoners over geuroverlast en het optreden van zogenaamde blazers. Het doel van de metingen door TNO is om de luchtkwaliteit en de daarmee samenhangende potentiële gezondheidseffecten rondom het industrieterrein Oosterhorn in kaart te brengen. GGD Groningen heeft op verzoek van gemeente Delfzijl en provincie Groningen voor zover mogelijk een gezondheidkundige risicobeoordeling gemaakt op basis van onderzoek beschreven in het TNO rapport *Meetnet luchtkwaliteit op en rond het bedrijventerrein Oosterhorn Delfzijl*.

Gezondheidkundige risicobeoordeling

De door TNO gegenereerde jaargemiddelde gegevens worden, indien bekend, vergeleken met gezondheidkundige advieswaarden om het gezondheidsrisico te bepalen. Voor de meeste van de gemeten componenten lijkt er geen speciaal probleem² aanwezig in het industriegebied Oosterhorn. Dit geldt voor PAK, roet, cadmium, lood, arseen, kwik en vanadium. Verder zijn voor de volgende stoffen onderstaande bevindingen geconstateerd;

Fijnstof

Fijnstof PM10 heeft een daggemiddelde grenswaarde van 50 µg/m³ die niet meer dan 35 dagen per jaar mag worden overschreden. Deze grenswaarde wordt niet gehaald en is vooral bedoeld om bescherming te bieden tegen de korte termijneffecten van fijn stof. Regelgeving voor de fijnere fractie van fijn stof (PM2,5) is momenteel niet van toepassing op dergelijke kortdurende gemiddelde concentraties. Voor de grote blazer op 24 jan 2019 heeft TNO berekend dat PM10 uurconcentraties tot een maximum van 3000 µg/m³ op 1.5m hoogte aanwezig waren. Er bestaan geen grenswaarden voor PM10 uurconcentraties. Daarnaast zal een piekconcentratie door een blazer, vanwege de korte duur, een beperkte invloed hebben op de jaargemiddelde PM10 concentratie. De kans om aan een dergelijke piekconcentratie te worden blootgesteld is gering, maar wel mogelijk. Om deze reden achten we dat het risico op negatieve gezondheidseffecten gering is, maar niet uit te sluiten.

Fluoride

Fluoride is op meetstations verhoogd tot boven de ad hoc humaan-toxicologisch MTR_{lucht} van 1,6 µg/m³ (dit zijn de metingen in de 'blauwe rook' afkomstig van het aluminiumbedrijf in de buurt). TNO vermeldt over deze meetresultaten dat in totaal gedurende een beperkte aantal perioden is gemeten en dat daardoor nog geen definitieve duiding wordt gegeven van deze resultaten.

² Ondanks dat de wettelijke norm niet wordt overschreden kan het ontstaan van gezondheidseffecten niet worden uitgesloten. Verder verschillen de concentraties van sommige gemeten stoffen niet of nauwelijks van de in de rest van Nederland bekende concentraties.

Silicium carbide vezels

Voor SiC-vezels is geen gezondheidkundige advieswaarde bekend. De belangrijkste reden hiervoor is dat er geen dosis-effectrelatie van SiC-vezels bekend is, met name door een gebrek aan wetenschappelijke kennis. Het is onwaarschijnlijk dat deze kennis op korte termijn beschikbaar zal zijn. Het RIVM heeft daarom als worst case-benadering het voor amfibool asbest afgeleide MTR_{lucht} van 300 vezels/ m^3 als richtwaarde voorgesteld. Voor SiC-vezels komt TNO tot jaargemiddelden van ≤ 20 vezels/ m^3 voor de hoofdstations en voor < 5 vezels/ m^3 voor woonkernen. De jaargemiddelde waarden SiC-vezels zijn ruim onder de norm voor amfibool asbest van 300 vezels/ m^3 , en daarmee niet verontrustend.

Er treden echter ook regelmatig blazers op. TNO heeft uurgemiddelden voor SiC-vezels berekend op basis van de correlatie met black carbon. TNO schat dat op de uurgemiddelden op de meetstations kunnen oplopen tot boven 300 vezels/ m^3 gedurende 9 tot 44 uur per jaar. Dit is niet berekend voor de woonkernen. De 1-uursgemiddelde gehalten SiC-vezels tijdens een blazer op meetstations kunnen waarden bereiken van 450 vezels/ m^3 (gemiddelde) en een maximum 1-uursgemiddelde van 1500 vezels/ m^3 . Deze uursgemiddelden tijdens blazers leiden tot aanzienlijk hogere vezelniveaus dan de gepresenteerde jaargemiddelden. Het is onduidelijk welke vezelconcentraties na een blazer in de woonkernen optreden. Bij blazers trekt de grote stofwolk over de meetstations heen. Hoger in deze wolk kunnen zich nog hogere gehalten SiC-vezels bevinden, zoals aangetoond in de depositie van een blazer op de sneeuw;

De eerder door TNO gegeven schatting op basis van de depositie op sneeuw wees op heel hoge vezelconcentraties op afstanden tot 7 kilometer van ESD-SiC. Na een blazer lijkt een kortdurende overschrijding van de MTR_{lucht} van 300 vezels/ m^3 in de woonkernen aannemelijk. Ook buiten de woonkernen lijkt het mogelijk dat er een piekbelasting kan optreden, maar dat is niet met zekerheid vast te stellen. Wat dit kan betekenen in termen van het extra kankerrisico is niet vast te stellen, omdat de onzekerheid te groot (dit wordt met name veroorzaakt door de afwezigheid van een dosis-effectrelatie voor SiC-vezels) is voor een uitspraak hierover.

Waterstofsulfide en geurhinder

De jaargemiddelden en de percentielen voor waterstofsulfide (H_2S) wijzen op mogelijke geurhinder als dit vergeleken wordt de geurdrempel van $1,5 \mu g/m^3$. De hogere percentielen (bv. de 98-percentielen) liggen ruim boven de drempel, wat erop wijst dat geurhinder relatief frequent kan optreden. Ook de LOA (Level of distinct odor awareness) van $10 \mu g/m^3$ als maat voor significante geurhinder wordt eveneens regelmatig overschreden.

De meeste geurstoffen zijn al te ruiken bij hele lage concentraties. Bij dergelijke lage concentraties zijn over het algemeen geen toxische effecten te verwachten. Een situatie wordt gezondheidkundig als goed beschouwd, als er geen of geen ernstige hinder is. Blootstelling aan geur, zeker bij herhaling, kan ook stress gerelateerde gezondheidseffecten oproepen zoals hoofdpijn, duizeligheid, misselijkheid en vermoeidheid. In de GGD-gezondheidsmonitor blijkt het aantal gehinderden door geur van industrie in de gemeente Delfzijl 23% te zijn. Dit is hoger dan de bovenwaarde van 20% voor bestaande bedrijven gebaseerd op de in het Nationaal Milieubeleidsplan (NMP) van 1989 en een beleidsbrief van de minister van VROM uit 1995 geformuleerde doelstellingen (RIVM 2015).

Cumulatieve effecten

Het cumulatieve effect door blootstelling aan meerdere stoffen tegelijkertijd kan niet nauwkeurig worden bepaald omdat de aanwezige stoffen verschillende gezondheidseffecten hebben. De gemeten stoffen in de leefomgeving vallen voornamelijk ruim onder de grenswaarden. Om deze reden achten we het risico op negatieve gezondheidseffecten gering, maar niet uit te sluiten.

Conclusie

De meeste stoffen in het onderzoek laten geen of nauwelijks verhoging zien ten opzichte van de achtergrond of de regionale concentraties. Wel kunnen er kortdurende piekconcentraties fijn stof in de leefomgeving aanwezig zijn door blazers. Dit kan overlast veroorzaken. De kans om aan een dergelijke piekconcentratie te worden blootgesteld is gering, maar wel mogelijk. Om deze reden achten we dat het risico op negatieve gezondheidseffecten gering is, maar niet uit te sluiten.

Voor geurstoffen geldt dat deze in verhoogde mate zijn gemeten en berekend, en dat op basis hiervan het waarschijnlijk is dat geurhinder op kan treden. Deze conclusie wordt verder onderbouwd door de resultaten in de GGD gezondheidsmonitor dat er in de gemeente Delfzijl bovenmatig veel geuroverlast door industrie wordt gemeld. Hoewel er over het algemeen geen toxische effecten te verwachten zijn, kan door blootstelling aan geur, zeker bij herhaling, stress gerelateerde gezondheidseffecten ontstaan zoals hoofdpijn, duizeligheid, misselijkheid en vermoeidheid. Vanuit gezondheidkundig perspectief is het belangrijk om de overlast sterk te verminderen.

In het onderzoek van TNO zijn SiC-vezels in luchtmetingen aangetoond. Ook in de woonkernen zijn vezels aangetroffen. De verspreiding van SiC-vezels in het Oosterhorn gebied is een unieke situatie. Een beoordeling van het gezondheidsrisico door blootstelling aan SiC-vezels is niet betrouwbaar uit te voeren, voornamelijk door het ontbreken van een gezondheidkundige advieswaarde. Het is duidelijk dat SiC-vezels in de leefomgeving worden verspreid vanuit het bedrijf ESD. De invloed van de blazers op de verspreiding en blootstelling aan SiC-vezels is niet te kwantificeren. Het lijkt wel waarschijnlijk dat er piekbelasting optreedt ten gevolge van de blazers.

Op basis van meetresultaten kan het gezondheidsrisico van SiC-vezels als beperkt wordt ingeschat: de jaargemiddelde concentraties blijven binnen de MTR_{lucht} . Echter deze resultaten geven een beperkt beeld, aangezien een hogere blootstelling aan SiC-vezels tijdens het optreden van een blazer waarschijnlijk lijkt. Het is onbekend wat dit voor consequenties heeft voor de gezondheid, omdat er onvoldoende betrouwbare dosis-respons gegevens beschikbaar zijn.

Advies

SiC vezels worden aangemerkt als kankerverwekkend (RIVM 2019). Voor kankerverwekkende stoffen is geen grens af te leiden waaronder geen gezondheidseffecten kunnen optreden. Daarom moet de verspreiding van SiC-vezels en het optreden van blazers zoveel als mogelijk worden voorkómen, dan wel sterk te minimaliseren. Ook moet de verspreiding van geurstoffen zoveel als mogelijk worden voorkómen.

Naast de blazers komen de SiC vezels, geurstoffen en de andere gemeten stoffen ook bij het reguliere productieproces vrij. PAK, arseen, andere gemeten metalen en SiC-vezels zijn zeer zorgwekkende stoffen (ZZS). Het nationale milieubeleid is erop gericht om ZZS zo veel mogelijk uit de leefomgeving te weren. Daarom hebben bedrijven de verplichting om de uitstoot van ZZS zoveel mogelijk te voorkómen, en, als dat niet mogelijk is, de uitstoot tot een minimum te beperken (artikel 2.4 lid 2 van het Activiteitenbesluit Milieubeheer).

Inleiding

Gedurende lange tijd zijn er klachten en zorgen geuit door mensen die wonen en/of werken in de omgeving over de luchtkwaliteit en geuroverlast rondom het industriegebied Oosterhorn bij Delfzijl die samenhangen met de activiteiten van de bedrijven aldaar. De provincie Groningen is samen met de gemeente Delfzijl, bevoegd gezag en vergunningverlener voor een aantal bedrijven in het gebied. In samenwerking met de projectgroep *Luchtapp/Meetnet*³ heeft de provincie een plan ontwikkeld voor een meetnet rondom het industriegebied Oosterhorn. In april 2018 heeft TNO de opdracht voor het onderzoek gekregen⁴. Sinds september 2018 is het meetnet actief. Het meetnet heeft als doel om te onderzoeken welke concentraties van welke stoffen in de lucht in dit gebied voorkomen.

In de aanbesteding is aangegeven dat het bedrijf ESD-SiC belangrijk is in het onderzoek (TNO 2020a). Het bedrijf bestaat sinds 1973 en maakt siliciumcarbide kristallen, voor onder andere schuurpapier, door zand en petroleumcokes op grote hitte met elkaar te mengen. Dit gebeurt in grote ovens in de buitenlucht die afgedekt zijn met een plasticfolie. Met enige regelmaat scheurt de folie waardoor een grote zwarte stofexplosie van 100 tot 150 meter hoog ontstaat (een zogenaamde “blazer”). In 2019 is dit 52 maal voorgekomen. Een blazer resulteert in geuroverlast en neerslag van roetachtige deeltjes in de omgeving. Bij het reguliere productieproces en bij de blazers worden onder andere siliciumcarbide (SiC) vezels verspreid in de omgeving. Het onderzoek van TNO richt zich naast SiC-vezels op fijn stof en grof stof, roet, koolmonoxide, enkele zware metalen, polycyclische aromatische koolwaterstoffen (waaronder benzo[a]pyreen) en geurstoffen.

Gemeente Delfzijl en provincie Groningen hebben GGD Groningen gevraagd een gezondheidskundige risicobeoordeling te maken op basis van bestaande meetresultaten. De risicobeoordeling is grotendeels gebaseerd op de resultaten beschreven in het TNO rapport *Meetnet luchtkwaliteit op en rond het bedrijventerrein Oosterhorn Delfzijl* (TNO 2020a).

Achtereenvolgens beschrijft deze notitie achtergrondinformatie over gezondheidskundige risicobeoordeling, de monsternamen en metingen, de door gemeente Delfzijl, provincie Groningen en de overige projectleden aan de GGD gestelde vragen, de afzonderlijke beantwoording van de vragen en tot slot de conclusies en de aanbevelingen. GGD Groningen heeft deze gezondheidskundige risicobeoordeling collegialiter afgestemd met het RIVM.

Gezondheidskundige risicobeoordeling

De mogelijke nadelige gevolgen van de emissies voor de gezondheid van omwonenden worden voor zover mogelijk beoordeeld door de gerapporteerde concentraties in lucht af te zetten tegen de relevante gezondheidskundige referentiewaarden (in het TNO-rapport aangeduid als grenswaarden). De referentiewaarden markeren de maximale concentraties die nog acceptabel zijn voor de algemene bevolking bij levenslange blootstelling. Bij de afleiding van die referentiewaarden worden veiligheidsmarges in acht genomen om te garanderen dat de waarden ook beschermend zijn voor gevoelige groepen in de bevolking. In de Nederlandse milieuwetgeving worden deze referentiewaarden aangeduid als het MTR (Maximaal Toelaatbare Risico) en het VR (Verwaarloosbare Risico). Specifiek voor de vergunningsverlening leidt het RIVM indicatieve MTRs af (i-MTRs) volgens een verkorte procedure. Voor sommige stoffen zijn er geen nationale MTRs maar Europese luchtnormen, die opgenomen zijn in de Nederlandse milieuwetgeving (dit geldt voor PAK, lood, cadmium, nikkel, CO).

³ Destijds bestond de projectgroep uit provincie Groningen, Omgevingsdienst Groningen, Samenwerkende Bedrijven Eemsmond, Groningen Seaport, Natuur- en Milieufederatie Groningen en Adviesgroep Geur Delfzijl.

⁴ Voor verdere details zie: rapport TNO.

Waar de gemeten en berekende jaargemiddelde concentraties van een stof beneden de voor de desbetreffende stof afgeleide levenslange referentiewaarden blijft, kan worden geconcludeerd dat er geen gezondheidsschade wordt verwacht voor omwonenden. Waar (tijdelijke) overschrijdingen optreden kan er sprake zijn van een gezondheidsrisico. Nadere analyse van de mate van overschrijdingen en van de dosis-responsgegevens voor de desbetreffende stof is dan de volgende stap om te bepalen in hoeverre er daadwerkelijk een gezondheidsrisico is. Voor stoffen die kanker veroorzaken volgens een direct mechanisme (mutagene werking op DNA) is geen levenslange referentiewaarde afleidbaar waarbij er geen gezondheidsschade meer is. Voor dergelijke kankerverwekkende stoffen zonder drempelwaarde wordt het MTR afgeleid op basis van het beleidsmatig vastgestelde nog acceptabele risiconiveau van de extra kans op overlijden van 1 op de tienduizend per leven en 1 op de miljoen per jaar.

Voor SiC-vezels heeft het RIVM geconcludeerd dat er geen i-MTR afleidbaar is omdat de gegevens daarvoor onvoldoende zijn. Het lijkt onwaarschijnlijk dat er op korte termijn aanvullende gegevens beschikbaar komen om wel een i-MTR voor SiC vezels af te kunnen leiden. Om toch een getalswaarde te hebben waartegen de gemeten en berekende SiC-vezel concentraties kunnen worden afgezet, heeft het RIVM als worst case-benadering het voor amfibool asbest afgeleide MTR_{lucht} van 300 vezels/m³ als richtwaarde voorgesteld. Amfibool asbest behoort tot de categorie van de kankerverwekkende stoffen zonder drempelwaarde. Deze aanpak is gekozen omdat er aanwijzingen zijn dat een deel van de SiC-vezels (van bepaalde lengte en diameter) ook behoren tot die categorie (RIVM 2019).

Monstername en metingen

Meetstations

TNO heeft meerdere meetstations in de omgeving van industrieterrein Oosterhorn geplaatst, met daarbij speciale aandacht voor het bedrijf ESD-SiC. TNO maakt gebruik van verschillende typen meetstations. Sommige metingen worden continu uitgevoerd en andere metingen worden uitsluitend uitgevoerd bij een bepaalde windrichting in combinatie met een minimale windsnelheid (zie voor verdere informatie over het meetnet TNO 2020a). Dit om de invloed van het bedrijf ESD-SiC te kunnen onderscheiden van andere bronnen en/of de achtergrond concentraties. In figuur 1 zijn de posities van de meetstations weergegeven.

De afstanden vanaf het bedrijf ESD-SiC tot verschillende woonkernen/dorpen zijn ongeveer:

- Noordwestelijke richting 3 kilometer tot Farmsum
- Noordwestelijke richting 4,5 kilometer tot Delfzijl
- Oostelijke richting 3 kilometer tot Borgsweer
- Zuidoostelijke richting 4,5 kilometer Woldendorp
- Zuidelijke richting 4,5 kilometer tot Wagenborgen
- Zuidwestelijke richting 3,5 kilometer tot Meedhuizen



Figuur 1: Weergave van de posities van de meetstations. De rode stip geeft de locatie van ESD-SiC aan.

Depositiemetingen en gemodelleerde verspreiding

Naast de metingen op de meetstations heeft TNO depositiemetingen gedaan omdat door een blazer op 24 januari 2019 een stofpluim in de richting van Farmsum en Delfzijl terecht is gekomen. De verspreiding als gevolg van de blazer was goed zichtbaar vanwege het sneeuwdek dat er op dat moment lag. De volgende dag zijn monsters genomen en deze zijn onderzocht op het voorkomen van stoffen en deeltjes. Vervolgens zijn gegevens met behulp van modelberekeningen gebruikt om verspreidingsgebied in kaart te brengen (Bijlage J, TNO 2020b).

Bodemonderzoek Tauw

In november 2019 heeft Tauw in opdracht van de provincie Groningen bodemonderzoek verricht naar vanadium en SiC vezels rondom ESD. Mogelijk zijn door atmosferische depositie SiC-vezels, PAK en zware metalen op of in de bodem terecht gekomen in de omgeving van het bedrijf ESD-SiC in Farmsum. Het doel van het onderzoek van Tauw is het vaststellen of de veronderstelde verontreiniging daadwerkelijk aanwezig is. In het TNO-rapport 2020 wordt gerefereerd aan deze onderzoeken.

Vragen aan GGD Groningen

De leden van de projectgroep Luchtapp/Meetnet waaronder gemeente Delfzijl en provincie Groningen hebben GGD Groningen gevraagd om een gezondheidkundige risicobeoordeling uit te voeren naar aanleiding van de meetresultaten in het TNO-rapport (TNO 2020a).

Hieronder staan de gestelde vragen:

1. Zijn de meetresultaten en conclusies bruikbaar om een gezondheidkundige beoordeling van het rapport uit te voeren?
2. Wat zijn de gezondheidseffecten op lange en korte termijn van de gemeten concentraties in de lucht per individuele stofsoort en cumulatief?
3. Wat zijn de gezondheidseffecten op lange en korte termijn van de gemeten concentraties van geur veroorzakende stoffen?
4. Zijn de resultaten herkenbaar en vergelijkbaar in de context van andere geschetste situaties (Rijnmond, IJmond etc.) en eventuele gezondheidkundige beoordelingen die in deze gebieden zijn uitgevoerd?
5. Op welke punten is er nog behoefte aan uitleg/aanvulling/specificering in het rapport? Graag z.s.m. melden aan TNO en aan ons.
6. Geven de meetresultaten aanleiding om op kortetermijnmaatregelen te treffen ten aanzien van het beschermen van de volksgezondheid in dit gebied?
7. Op welke wijze geven de meetresultaten en jullie beoordeling aanleiding om het meetnet al dan niet voort te zetten en in welke vorm?

Later zijn de volgende aanvullende vragen en opmerkingen aan de GGD Groningen gesteld:

8. Tijdens blazers kan de piekbelasting van SiC-vezels ver boven de MTR komen. Is dit aanvaardbaar? Zou op grond van het voorzorgbeginsel moeten worden besloten het bedrijf te sluiten?
9. Klopt het dat er zonder nader onderzoek naar (de gevolgen van) blazers niet te bepalen is aan welk risico de omwonenden worden blootgesteld?
10. De door RIVM geadviseerde MTR voor SiC -vezels is niet wetenschappelijk onderbouwd. Wat betekent dit voor de betrouwbaarheid van de MTR?
11. Welke gevolgen heeft meer dan 40 jaar emissie van het bedrijf ESD-SiC voor de (bovenlaag van de) bodem in de leefomgeving (moestuin, zandbak, stof in huis en in de schuur, speeltoestellen etc.)?
12. Is er sprake van ophoping van vezels op/in de bodem of verdwijnen de vezels na verloop van tijd (uitspoelen, verwaaien)? Hoeveel vezels komen er van de bodem in de lucht als mensen in de tuin werken? Komen er vezels mee met de groenten uit de tuin? Kunnen er op plekken in de schuur ophopingen van vezels liggen, die in beweging komen als er in de schuur gewerkt wordt?
13. Kleine kinderen kruipen over de grond, spelen in de zandbak, stoppen grond in hun mond. Krijgen ze langs die weg vezels binnen? Wat is het risico? Geeft het onderzoek van TAUW antwoord op deze vragen of is hier nader onderzoek voor nodig?
14. Is het van belang om vanadiumconcentraties in blazers te meten en de vanadiumdepositie te bepalen in de woonomgeving rond Oosterhorn?
15. Is het in theorie mogelijk, gezien de beperkte meettijd per meetpaal, dat bij b.v. calamiteiten mensen/passanten blootgesteld kunnen worden aan concentraties boven de grenswaarde van een bepaalde stof (niet alleen SiC-vezels)?

Beantwoording vragen

Hieronder de beantwoording van bovengenoemde vragen.

1. Zijn de meetresultaten en conclusies bruikbaar om een gezondheidkundige risicobeoordeling van het rapport uit te voeren?

Hieronder geven we weer welke meetresultaten meer of minder bruikbaar zijn voor een gezondheidkundige risicobeoordeling van de meetresultaten van het TNO-rapport (TNO 2020a). Vragen over het rapport staan in een bijlage vermeld, dit wordt nader benoemd bij vraag 5.

De meeste meetresultaten zijn verkregen met 1. continue metingen van de luchtkwaliteit (zie §2.1 TNO 2020a) en 2. bij een bepaalde, vooraf ingestelde, windrichting en een minimale windsnelheid (zie § 2.2 *Monsterneming chemische componenten* van hetzelfde rapport). Daarnaast zijn er de meetresultaten van de depositie op de sneeuw (TNO 2020b) en de bodemrapporten van Tauw (zie TNO 2020a, TNO 2020b, Tauw 2019a, Tauw 2019b en Tauw 2019c).

1.1 Continue metingen

Bij de continue metingen is bemonsterd op fijnstof (PM10, PM2.5, PM1 en deeltjesgrootte 0,25 - 32 µm), koolmonoxide (CO) en roet (BC). De gevonden waarden zijn vergeleken met een lokale achtergrondwaarde gemeten bij het hoofdstation Geefswesterweg als deze niet benedenwinds lag en met jaargemiddelde concentraties regionaal en stad/industrie in Nederland (zie tabel 1).

Tabel 1: Deel van tabel 26 van het TNO rapport (TNO 2020a) waaraan wordt gerefereerd in paragraaf 1.1.

Tabel 26 Jaargemiddelde concentratie op de verschillende stations in de periode tussen 10 oktober 2018 tot en met 31 december 2019, de in Nederland te hanteren luchtkwaliteitsnormen en overzicht van concentraties in de rest van Nederland (concentratie van TSP, PM, CO, BC, EC en H2S in µg/m ³ , SiC vezels in vezels/m ³ en alle andere stoffen in ng/m ³) (groep A en B). Onderste deel zijn concentraties gemeten bij ingestelde windrichting (groep C).						
Component	Norm	Jaargemiddelde concentratie meetstations Oosterhorn			Jaargemiddelde concentratie in Nederland	
		Hoofd-stations	Woon-kernen	Achter-grond	Regionaal	Stad / industrie
PM10 (sensoren)	40 ¹⁾ 20 ¹⁷⁾	17,8-22,9	18,8-19,7	17,8	16,1 (Valthermond) ¹³⁾ 17,9 (Kollumerwaard) ¹³⁾ 17,1 (IJmond) ¹²⁾	21,8 (Groningen) ¹³⁾ 20,8 (A'dam) ¹³⁾ 20,2-32,1 (IJmond) ¹²⁾
PM10 daggemiddelde	Max 35 dagen>50	4-11	4-8	4	4-14 ¹³⁾ 4-5 (IJmond) ¹²⁾	5-7 ¹³⁾ 7-42 (IJmond) ¹²⁾
PM2.5 (sensoren)	25 ¹⁾ / 20 ³⁾ 10 ¹⁷⁾	8,7-10,7	10,1-10,3	8,7	8,5 (Kollumerwaard) ¹³⁾ 8,2 (Nijensteinheerd) ¹³⁾ 12,6 (IJmond) ¹²⁾	8,5 (Groningen) ¹³⁾ 10,3 (A'dam) ¹³⁾ 12,5-14,4 (IJmond) ¹²⁾
PM2.5 daggemiddelde	dagen>25	6-15	12-17	15	35 (IJmond) ¹²⁾	26-53 (IJmond) ¹²⁾
Roet (BC)	-	0,6		0,5	0,5 (Nijensteinheerd) ¹³⁾ 0,5 (Valthermond) ¹³⁾	1,4 (A'dam) ¹³⁾ 0,8 (IJmond) ¹³⁾

1.1.1 Fijnstof (PM10 en PM2.5)

De laagste gekalibreerde waarden gemeten met fijnstof sensoren (PM10 17,8 µg/m³ en PM2.5 8,7 µg/m³) zijn gelijk aan de achtergrondwaarden zoals gemeten op een hoofdstation (zie tabel 1). De gekalibreerde waarden gemeten fijnstof passen in de jaargemiddelde concentraties in Nederland voor regionale meetstations én meetstations stad/industrie van het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit (LML).

Daarmee blijven de continu gemeten PM10 en PM2.5 concentraties in het gebied in de buurt van de WHO-richtwaarden en ruim onder de Nederlandse grenswaarden. De meetresultaten voor PM2.5 en PM10 zijn geschikt voor een gezondheidskundige risicobeoordeling (zie verder vraag 2).

1.1.2 Fijnstof (PM1 en PM0.25 - 32 µm)

Een gezondheidskundige interpretatie van de meetresultaten fijnstof (PM1 en PM0.25 - 32 µm) kan niet worden gegeven omdat er geen aanvaarde dosis-effect relatie bekend is voor deze componenten. Deze componenten worden in vraag 2 niet beantwoord.

1.1.3 Koolmonoxide

Koolmonoxide (CO) gemeten op de hoofdstations is hoger dan het achtergrondniveau en vergelijkbaar of iets hoger dan de LML-waarden voor stad en industrie. De jaargemiddelde meetresultaten voor CO worden vergeleken met de acht-uurgemiddelde concentratie van de EU-richtlijn voor CO. De gemeten waarden bij de hoofdstations (400 – 600 µg/m³) is verhoogd ten opzichte van de achtergrondconcentratie (300 µg/m³) en de concentraties gemeten in Amsterdam en de IJmond (350 respectievelijk 400 µg/m³). De beschikbare meetresultaten voor koolmonoxide zijn geschikt voor een gezondheidskundige risicobeoordeling. De concentraties in de woonkernen zijn echter niet gemeten. Het is te verwachten dat deze concentraties door verdunning weer lager zullen zijn (zie verder vraag 2).

1.2 Windrichtingafhankelijke metingen

TNO heeft drie typen windrichtingafhankelijke metingen uitgevoerd:

1. SiC vezels, PAK (benzo(a)pyreen), nikkel, H₂S en fijnstof zijn windrichting afhankelijk gemeten. De gepresenteerde waarden stellen geschatte jaargemiddelden voor, gecorrigeerd voor de tijd waarbij de wind uit andere richtingen komt. De jaargemiddelde concentratie is berekend op basis van de correlatie tussen BC en SiC vezels en tussen CO en H₂S, gecombineerd met de meetresultaten bij bepaalde windrichting.
2. Arseen, naftaleen, cadmium, lood, kwik, vanadium, fluoriden en EC zijn ook windrichting afhankelijk gemeten, zonder correcties voor andere windrichtingen. Deze waarden stellen de gemiddelden gemeten bij een bepaalde windrichting voor.
3. Daarnaast is er nog een extra meetlocatie genaamd EEW toegevoegd op het industrieterrein in verband met het fenomeen “blauwe rook”.

1.2.1 Stof

De concentraties PM10 (gravimetrisch bepaald) bij de hoofdstations liggen iets hoger wanneer deze zijn gemeten bij wind vanuit de richting van ESD-SiC (20-25 µg/m³). De zo gemeten PM10 concentraties zijn vergelijkbaar met de jaargemiddelden van de meetstations stad/industrie van het LML (20,2 - 32,1 µg/m³). De waarden liggen boven de WHO-richtwaarden maar wel onder de Nederlandse grenswaarden.

Gemeten totaal stof (TSP) waarden zijn bij de hoofdstations hoger dan de in het LML gemeten jaargemiddelde concentraties TSP (regionaal, stad en industrie). Echter voor TSP bestaan geen normen en gezondheidskundige advieswaarden. Ook deze metingen zijn niet verricht in de woonkernen.

De meetresultaten voor PM2.5 en PM10 zijn geschikt voor een gezondheidskundige risicobeoordeling, de overige meetresultaten zijn niet geschikt voor zo'n beoordeling.

1.2.2. Roet

TNO concludeert: *“De berekende jaargemiddelde concentraties voor roet (Tabel 26) zijn licht verhoogd ten opzichte van regionale achtergrondwaarden in de rest van Nederland, maar liggen nog ruim onder waarden die in steden in de randstad worden gemeten. Voor roet zijn de achtergrondwaarden op de Geefsweersterweg vergelijkbaar met regionale achtergrondwaarden. Voor EC en BC zijn geen officiële grenswaarden beschikbaar. Wel ligt er, sinds 2019, een advies grenswaarde (MTR) vanuit de Gezondheidsraad voor arbeid*

gerelateerde blootstelling, deze is 1,0 µg/m³. De gemeten waarden in Oosterhorn liggen rond dit niveau” (pagina 97/106, TNO 2020a). Tabel 26 in het TNO rapport laat zien dat gemeten waarden roet (EC) 0,9 – 1,2 µg/m³ hoger zijn dan regionale waarden van het LML (Nijensteinheerd 0,5 µg/m³ en Valthermond 0,5 µg/m³) en vergelijkbaar is met Stad/industrie (A’dam 1,4 µg/m³ en IJmond 0,8 µg/m³). Deze meetresultaten zijn in beperkte mate geschikt voor een gezondheidkundige risicobeoordeling (zie verder vraag 2).

1.2.3 PAK

De berekende jaargemiddelde concentraties benzo(a)pyreen op de hoofdmeetstations liggen met gemiddeld 0,1 – 0,15 ng/m³ ruim onder de grenswaarde van 1 ng/m³. De verwachting van TNO is dat alleen op het ESD-SiC-terrein zelf hogere waarden dan 1 ng/m³ benzo(a)pyreen voorkomen (TNO 2020a).

Deze meetresultaten zijn geschikt voor een gezondheidkundige risicobeoordeling (zie vraag 2).

1.2.4. Zware metalen

TNO heeft eveneens windrichtingafhankelijk zware metalen gemeten. TNO rapporteert op pagina 95/106: *“De gemiddelde concentraties van arseen, cadmium, vanadium en nikkel in deze monsters lijken te zijn verhoogd ten opzichte van (regionale) waarden in de rest van Nederland (Tabel 26). Omdat de metingen zijn uitgevoerd bij wind vanuit de richting van ESD-SiC, een bron van metalen, zijn de gevonden waarden hoger dan het werkelijke jaargemiddelde. Uit modelberekeningen blijkt dat de gevonden waarden een factor twee tot drie hoger zijn dan het werkelijke jaargemiddelde op die plaatsen, als ESD-SiC de voornaamste bron is. Voor metalen hoeft dit niet het geval te zijn (zoals SiC vezels). Andere bronnen kunnen andere bedrijven zijn maar ook de achtergrond uit de rest van Nederland of bijvoorbeeld delen in Duitsland. De werkelijke jaargemiddelde concentraties van zware metalen liggen ver onder de in Nederland geldende EU-richtlijnen voor deze stoffen. De berekende percentuele bijdrage van ESD-SiC op de concentratie aan zware metalen op de meetstations is voor vanadium ca. 50% en voor nikkel, arseen en cadmium ligt de bijdrage gemiddeld op 30 – 40%. Daarnaast wijken de gemeten concentraties aan metalen in meetperioden waarin blazers zijn opgetreden niet sterk af van de concentraties gemeten tijdens perioden met alleen reguliere werkzaamheden (dus perioden zonder blazers)”*. Deze meetresultaten zijn geschikt voor een gezondheidkundige risicobeoordeling (zie verder vraag 2).

1.2.5. SiC-vezels

TNO heeft SiC-vezels aangetroffen in luchtmonsters in het benedenwindse gebied van ESD-SiC. Het bedrijf ESD-SiC is het enige bedrijf in de omgeving dat siliciumcarbide produceert.

SiC-vezels zijn in Europa beoordeeld als carcinogeen (1B), naar aanleiding van een door Nederland ingediend dossier. Het Committee for Risk Assessment (RAC) heeft het Nederlandse voorstel in haar opinie van maart 2018 overgenomen. Dit betekent dat door de European Chemicals Agency (ECHA) wordt voorgesteld om SiC-vezels op te nemen met de classificatie kankerverwekkend categorie 1B in Annex VI van de CLP-verordening (Classification, Labelling and Packaging). Dit is in 2019 bij de Europese Commissie besproken en wordt naar verwachting in 2020 aangenomen en gepubliceerd.

Zodra de stof met deze classificatie in de verordening is opgenomen, komt deze stof in Nederland ook op de lijst met Zeer Zorgwekkende Stoffen (ZZS).

SiC (vezelvormig) staat ook op de SZW-lijst met kankerverwekkende stoffen. De opname op deze lijst is gebaseerd op een evaluatie van de carcinogene en genotoxische eigenschappen van SiC door de Gezondheidsraad (Gezondheidsraad, 2012). De Gezondheidsraad heeft de stof beoordeeld als carcinogeen 1A. Voor SiC-vezels was op dat moment geen monografie beschikbaar van IARC (International Agency for Research on Cancer). Op basis van de beschikbare gegevens, adviseerde de Gezondheidsraad tot classificatie van SiC-vezels als carcinogeen 1A. In haar rapportage geeft de GR aan dat er geen dosis-effect studies beschikbaar zijn. Het verschil in indeling 1A en 1B tussen de beoordelingen van RAC en de Gezondheidsraad laten we hier verder buiten beschouwing, omdat dit niet relevant is voor de vragen van de provincie. Beide indelingen betekenen dat de stof als carcinogeen voor de mens en dus als ZZS moet worden behandeld. Als een bedrijf een ZZS naar de lucht emitteert dan geldt de minimalisatieverplichting; het bedrijf verplicht om te proberen deze emissie te voorkómen. Als dat niet mogelijk is dan moet het bedrijf de uitstoot tot een minimum beperken (artikel 2.4 lid 2 van het Activiteitenbesluit).

In 2017 is er een beoordeling door IARC verschenen (IARC 2017). Op basis van de beschikbare data plaatst IARC de SiC-whiskers in IARC Groep 2A (waarschijnlijk carcinogeen voor de mens) op basis van voldoende bewijs uit proefdierstudies (bij afwezigheid van humane data voor SiC-whiskers). Voor de SiC-vezels is er beperkt bewijs uit epidemiologische studies en ontbreken adequate proefdierdata. Omdat de vorm en de kristalstructuur van de SiC-vezels en daarmee de verwachte effecten afwijken van die van de SiC-whiskers plaatst IARC de SiC-vezels in groep 2B (mogelijk kankerverwekkend voor de mens) (IARC 2017). In de beoordelingen door het RAC en de Gezondheidsraad wordt gewezen op de sterkere aanwijzingen voor een met asbest vergelijkbare werking voor de SiC-whiskers ten opzichte van de SiC-vezels.

Het RIVM heeft op verzoek van de provincie Groningen een indicatieve jaargemiddelde MTR-waarde voor SiC vezels afgeleid van 300 vezels/m³ gebaseerd op het MTR voor (amfibool) asbest (RIVM 2019). Het advies van het RIVM om het MTR-lucht voor asbest (amfibool) van 300 vezelequivalenten/m³, afgeleid door de Gezondheidsraad, te hanteren als risicogrens voor SiC-vezels is gegeven als handvat voor de uitvoering van de minimalisatieverplichting.

Jaargemiddeld variëren de luchtconcentraties op de hoofdstations van 49 – 61 vezels/m³ en zijn verhoogd t.o.v. de achtergrond (zie tabel 19, TNO 2020a). Wel zijn ze lager dan het indicatieve MTR. Ook monsters genomen in de woonkernen Farmsum, Borgsweer en Wagenborgen zijn lager dan het indicatieve MTR en blijven onder de 10 vezels/m³.

Tabel 2: Gemeten SiC-vezels zoals vermeld in tabel 26 van TNO 2020a.

Component	Norm	Jaargemiddelde concentratie meetstations Oosterhorn			Jaargemiddelde concentratie in Nederland	
		Hoofdstations	Woonkernen	Achtergrond	Regionaal	Stad / industrie
SiC vezels	300 ⁵	5 – 20	< 5	< 3	-	-

⁵ Indicatieve MTR (risicogrenswaarde) (Afleiden indicatieve humane MTR-lucht voor siliciumcarbidevezels, Advies 14725A01, RIVM, 2019)

Na correctie voor windrichting resulteert dat op de hoofdmeetstations in een jaargemiddelde concentratie lager of gelijk aan 20 vezels per m³. Op de verder gelegen woonkernen blijft de jaargemiddelde concentratie onder de 5 vezels per m³. Correlatie met black carbon wijst op uurgemiddelde concentraties boven 300 vezels/m³ gedurende een aantal uren per jaar. Dus voor de meetstations lijkt dan jaargemiddeld ≤ 20 vezels/m³ en voor de woonkernen < 5 vezels/m³ de meest realistische schatting voor het jaargemiddelde (tabel 2).

Verder zegt het RIVM dat voor SiC-vezels geen (indicatief) MTR-lucht kan worden afgeleid conform de standaardmethode. De reden hiervoor is dat er geen bruikbare dosis-effectstudies beschikbaar zijn voor SiC-vezels (RIVM 2019). Deze meetresultaten zijn niet geschikt voor een kwantitatieve gezondheidskundige risicobeoordeling (zie verder paragraaf 1.3. ‘blazers’ en vraag 2).

1.2.6. “Blauwe rook” Fluoriden

Vanaf juli 2019 tot april 2020 is er op de locatie EEW een meetstation bijgeplaatst waar lucht wordt bemonsterd bij wind uit westelijke richting. In het gebied is een incidenteel optredend verschijnsel waarbij dicht boven de grond een blauwe nevel met prikkelende eigenschappen ontstaat, de zogenoemde “blauwe rook”.

Meetstation EEW heeft fluor (deeltjesgebonden en fluorwaterstof (HF)), verschillende elementen, PAK, zware metalen en geurstoffen en vluchtige organische koolwaterstoffen gemeten. Tabel 25 van het TNO-rapport laat de meetresultaten per maand zien, en een half jaar gemiddelde hiervan. Het gemeten gehalte aan fluoride (2,0 µg/m³), bij ingestelde windrichting, geeft een overschrijding van de een ad hoc humaan-toxicologisch MTR_{lucht} (1,6 µg/m³)⁶. Voor HF is er geen gezondheidskundige advieswaarde.

In het TNO-rapport staat: *“Uit de analyses blijkt dat voor een aantal chemische stoffen de concentraties structureel zijn verhoogd ten opzichte van de achtergrond, het betreft de elementen: fluor, aluminium, natrium, nikkel, vanadium, arseen, kobalt en strontium. De concentraties van deze elementen liggen ook hoger dan de concentraties gemeten op de overige meetstations (met wind vanuit ESD-SiC). De gemeten concentratie lijkt voor een aantal stoffen een stijgende trend te zien te geven die om uitgebreide interpretatie en analyse vraagt. Vluchtige stoffen zoals aldehyden, ketonen, alcoholen, naftaleen, methylnaftalenen en benzothiofenen zijn ook structureel verhoogd. De concentratie van de laatstgenoemde geurstoffen zijn vergelijkbaar met de concentraties gemeten op de meetstations Farmsum en Borgsweer. Verder zijn in één meting verhoogde zwavelkoolstof verbindingen aangetroffen, waaronder H₂S.”* (TNO 2020a) (zie Tabel 3).

De verhoogde concentraties aan fluor, aluminium en natrium kunnen worden verklaard door het gebruik van natrium hexafluoraluminaat (Na₃AlF₆) door Damco Aluminium, een nabij gelegen ander bedrijf dan ESD-SiC.

Voor deeltjesgebonden fluor en fluorwaterstof zijn er geen gezondheidskundige advieswaarden voor chronische inhalatoire blootstelling. De gehalten van zware metalen – met speciale aandacht voor nikkel – geven geen overschrijdingen van de grenswaarden. Dit onder de aanname dat deze halfjaar gemiddelden representatief zijn voor jaargemiddelde concentraties. Andere blootstellingsroutes dan lucht zijn voor blauwe rook niet in kaart gebracht. Daarom is een volledige risicobeoordeling van “Blauwe rook” met gegevens van meetstation EEW niet goed mogelijk (zie verder vraag 2).

De geurdrempels van zwavelhoudende stoffen worden overschreden. Er is niet een duidelijke bron aan te wijzen. De ingestelde windhoek van het meetstation EEW gaat niet over het terrein van ESD-SiC. De concentraties aan naftaleen, methylnaftalenen en methylbenzothiofenen lijken wel afkomstig te zijn

⁶ De MTR_{lucht} voor fluoride is 0,05 µg/m³. Deze waarde is gebaseerd op effecten op planten (Basisdocument Fluoriden, Slooff et al., 1988). Daarnaast heeft het RIVM in 2001 een ad hoc humaan-toxicologisch MTR_{lucht} afgeleid van 1,6 µg/m³. Deze waarden zijn volgens het RIVM vanuit normstellingsperspectief maatgevend.

van ESD-SiC gezien de verhoging van de concentraties (vergelijkbaar met Farmsum en Borgsweer) en de verhouding tussen de verschillende componenten uit deze groepen stoffen.

Tabel 3: Tabel 25 van TNO 2020a. Verhoogde concentraties zijn door GGD Groningen geaccentueerd.

Tabel 25 Resultaten meetstation EEW voor de periode juli 2019 tot en met maart 2020.

Stofgroep	EEW Oosterhorn Noord						Gemiddelde (stdev)	Achtergrond 2019-2020
	jul-sep19	nov-19	dec-19	jan-20	feb-20	mrt-20		
Fluor ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)								
Gasvormig (HF)	-	-	1,9	0,43	0,52	1,3	1,0 (0,7)	-
Deeltjesgebonden	1,2	0,8	2,9	2,5	2,4	2,0	2,0 (0,8)	< 0,1 ¹⁾
Elementen ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)								
Stikstof (N)	1,5	1,4	0,6	3,7	2,8	6,0	2,7 (2,0)	0,5 – 2,0 ¹⁾
Zwavel (S)	1,4	2,0	2,1	3,6	3,2	3,7	2,7 (1,0)	0,5 – 2,0 ¹⁾
Chloor (Cl)	0,95	0,15	3,3	1,8	4,7	0,6	1,9 (1,8)	0,1 – 0,6 ¹⁾
Fosfor (P)	0,05	0,04	0,06	0,02	0,03	0,03	0,04 (0,02)	0,07 – 0,1 ¹⁾
Natrium (Na)	1,7	0,60	4,4	3,2	4,0	2,3	2,7 (1,5)	0,4 – 0,6 ¹⁾
Magnesium (Mg)	0,24	0,07	0,64	0,25	0,60	0,49	0,4 (0,2)	0,2 – 0,4 ¹⁾
Aluminium (Al)	1,5	0,44	2,2	2,2	1,5	1,5	1,5 (0,6)	0,4 – 0,9 ¹⁾
Silicium (Si)	3,6	0,38	0,29	0,80	0,5	0,49	1,0 (1,3)	0,8 – 1,7 ¹⁾
Calcium (Ca)	2,7	2,7	0,44	0,79	1,1	0,87	1,4 (1,0)	0,6 – 1,4 ¹⁾
Kalium (K)	0,21	0,14	0,45	0,27	0,29	0,23	0,3 (0,1)	0,5 – 0,9 ¹⁾
Polycyclische aromatische koolwaterstoffen (ng/m^3)								
Vluchtige PAK	-	66	91	88	36	69	70 (22)	27 (15)
Deeltjesgebonden PAK	-	0,32	0,20	0,07	0,04	0,10	0,15 (0,11)	0,17 (0,22)
Benzo(a)pyreen	-	0,11	0,01	<	<	<	0,03 (0,07)	0,03 (0,03)
Zware metalen (ng/m^3)								
Nikkel (Ni)	6,9	8,1	26	25	13	21	17 (9)	3,0 (2,5)
Cadmium (Cd)	0,28	0,31	0,60	0,59	0,20	0,31	0,38 (0,17)	0,38 (0,58)
Lood (Pb)	4,6	3,7	7,9	7,2	6,2	8,6	6,4 (1,9)	3,4 (1,1)
Arseen (As)	0,88	0,52	2,6	2,2	1,0	1,5	1,5 (0,8)	0,45 (0,33)
Kwik (Hg)	-	-	0,02	-	-	0,01	0,02 (0,01)	0,01 (0,01)
Vanadium (V)	1,3	1,2	5,0	4,2	2,4	3,1	2,9 (1,5)	0,60 (0,52)
IJzer (Fe)	280	220	144	162	263	430	250 (100)	150 (41)
Chroom (Cr)	3,1	26	3,6	7,4	6,8	6,8	9,0 (8,7)	5,6 (1,0)
Molybdeen (Mo)	0,28	0,39	0,43	0,42	0,33	0,43	0,38 (0,06)	0,44 (0,19)
Kobalt (Co)	0,18	0,22	0,47	0,48	0,34	0,56	0,38 (0,15)	0,06 (0,02)
Koper (Cu)	19	16	10	11	17	12	14 (4)	27 – 47 ¹⁾
Zink (Zn)	27	100	17	21	34	58	43 (32)	78 – 100 ¹⁾
Tin (Sn)	0,86	7,9	0,90	0,90	0,66	1,02	2,0 (2,9)	3,0 – 3,8 ¹⁾
Barium (Ba)	6,3	5,6	11	2,3	6,1	7,0	6,5 (2,9)	6,5 – 9,3 ¹⁾
Titanium (Ti)	7,2	2,5	4,8	4,0	11	16	7,7 (5,2)	3,7 – 18 ¹⁾
Mangaan (Mn)	8,9	4,1	2,7	3,2	6,0	9,9	5,8 (3,0)	7,9 – 19 ¹⁾
Strontium (Sr)	7,6	3,7	5,5	2,2	4,6	4,3	4,6 (4,6)	1,8 – 2,2 ¹⁾
Selenium (Se)	0,91	0,42	0,56	-	-	-	0,63 (0,25)	< 0,1 – 2,3 ¹⁾
Antimoon (Sb)	1,8	0,64	6,4	6,0	2,7	5,3	3,8 (2,4)	1,6 – 2,2 ¹⁾
Bismut (Bi)	0,45	< 0,01	2,4	0,22	0,69	0,32	0,81 (0,89)	-
Vluchtige organische koolwaterstoffen ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)								
Waterstofsulfide (H_2S)	-	7,6 ¹⁾	<	<	<	<	-	< 2 ³⁾
Carbon disulfide (CS_2)	-	4,6 ¹⁾	<	<	<	<	-	< 1 ³⁾
Dimethylsulfiden	-	140	<	<	<	<	-	< 1 ³⁾
Methaanthiol	-	5,6 ¹⁾	<	<	<	<	-	< 1 ³⁾
Aldehyden/ketonen	-	18	16	15	16	32	18 (7)	< 1 ³⁾
Alcoholen (vnl. ethanol)	-	87	3,8	4,2	3,1	8,9	21 (37)	< 1 ³⁾
Aromaten (BTEX)	-	4,2	2,0	2,8	2,6	2,1	2,6 (0,9)	ca. 3
Naftaleen ²⁾	-	53	79	78	36	62	62 (18)	24 (15)
Methylnaftalenen ²⁾	-	-	57	-	-	41	49 (12)	14 (10)
Benzothiolenen ²⁾	-	-	7,0	-	-	4,4	5,7 (1,9)	0,7 (0,7)

1) Deze achtergrondniveaus zijn gebaseerd op de metingen op het achtergrondstation Geefswaersterweg in oktober en november 2018.

2) Voor naftaleen, methylnaftalenen en benzothiolenen is de concentratie uitgedrukt in ng/m^3 .

3) Deze achtergrondniveaus zijn gebaseerd op de emissiemetingen benedenwinds van ESD in november 2018 en maart 2020.

1.3 Blazers

Bij het productieproces van silicium carbide (SiC) bij ESD-SiC komt het regelmatig voor dat de afdekfolie scheurt en er een plotselinge uitstoot plaatsvindt waarbij een grote zwarte stofwolk van 100 tot 150 meter hoog ontstaat, de zogenaamde blazers. Een blazer resulteert in geuroverlast en neerslag van roetachtige deeltjes in de omgeving en is zichtbaar tot op grote afstand. Blazers duren relatief kort en komen met een frequentie van tientallen per jaar voor. De grootte van de blazers varieert van categorie 1 (de lichtste) tot categorie 5 (de zwaarste). De blazers en de grootte ervan zijn niet gelijkmatig verdeeld over het jaar. In 2019 waren er in totaal drie categorie 5 blazers en in de laatste week van 2019 waren het twee categorie 5 en een categorie 4 blazers. Bij het reguliere productieproces en bij de blazers worden onder andere SiC-vezels verspreid in de omgeving. Bewoners maken zich zorgen over wat er in de blazers zit en wat het betekent voor de gezondheid.

Omdat het niet mogelijk lijkt gericht in de blazer monsters te nemen heeft TNO op twee verschillende manieren geprobeerd om goed inzicht te verkrijgen in de samenstelling en concentratie van stoffen in de blazer. Dit gebeurde aan de hand van:

1.3.1 Depositie-monsters van in sneeuw neergeslagen blazermateriaal in combinatie met modelberekeningen

Op 24 Januari 2019 trad een grote blazer op (categorie 5) waarbij SiC-vezels tot op bijna 7 kilometer van ESD-SiC werden aangetroffen of de sneeuw. De berekende SiC vezelconcentratie in de kern van de blazerpluim is hoog en verloopt van ca. 500.000 vezels/m³ (vlakbij ESD-SiC) naar 20.000 vezels/m³ (op bijna 7 km). Hierbij is aangenomen dat deze concentraties in de pluim gedurende een uur optreden (TNO 2019). Van deze methode zegt TNO dat de onzekerheid in de geschatte concentraties in de pluim aanzienlijk is.

1.3.2 Berekening piekconcentraties van stoffen tijdens blazers op basis van continue CO en BC-metingen op de hoofdstations

Van alle geregistreerde blazers is gedurende de blazer dan wel folieverlies, het CO-sigitaal en BC-sigitaal op de hoofdmeetstations gevolgd. Gemiddeld lijkt de invloed van blazers op de jaargemiddelde concentraties van CO en BC zeer klein. De gemeten concentraties in meetperioden met blazers wijkt nauwelijks af van de gemiddelde concentraties gemeten tijdens perioden zonder blazers. De gemiddelde concentratie zijn afgeleid uit de continue metingen van CO en BC op de hoofdmeetstations en dat zou tijdens een blazer dan 450 vezels/m³ zijn en de maximale concentratie aan respirabele SiC-vezels in een blazer wordt geschat op 1500 vezels/m³.

De methoden zoals genoemd in 1.3.1 en 1.3.2 geven onvoldoende zekerheid om te bepalen aan welke concentraties SiC-vezels in het gebied aanwezige mensen kunnen worden blootgesteld. Echter, zoals hierboven ook al genoemd gaat het in het geval van SiC-vezels om ZZS (zie verder vraag 2).

2. Wat zijn de gezondheidseffecten op lange en korte termijn van de gemeten concentraties in de lucht per individuele stofsoort en cumulatief?

Voor de meeste van de gemeten componenten wijzen de door TNO gegenereerde jaargemiddelde gegevens erop dat er geen speciaal probleem⁷ aanwezig lijkt in het industriegebied Oosterhorn. Dit geldt voor de PAK (in de tabel BaP benzo(a)pyreen), fijn stof, roet, cadmium, lood, arseen, kwik en vanadium (zie tabel 4).

Naast de regelgeving voor jaargemiddelden PM10 geldt ook de grenswaarde dat 50 µg/m³ als daggemiddelde op niet meer dan 35 dagen per jaar mag worden overschreden. Deze grenswaarde is vooral bedoeld om bescherming te bieden tegen de kortetermijneffecten van fijn stof. Regelgeving voor de fijnere fractie van fijn stof (PM2,5) momenteel niet van toepassing dergelijke kortdurende gemiddelde concentraties.

TNO vermeldt: *"Gezien het gemiddelde concentratieniveau (ongeveer 20 µg/m³) is er geen enkele aanleiding te verwachten dat de grenswaarde voor daggemiddelde concentraties van 50 µg/m³ meer dan 40 keer wordt overschreden. Dat is pas te verwachten bij jaargemiddelde concentraties ruim boven 31 µg/m³. Bij de gemeten gemiddelde concentraties zouden in elk geval minder dan 16 dagen met een concentratie boven 50 µg/m³ in het gebied voorkomen."*

Ook heeft TNO de bijdrage met het programma Pluim-plus berekend van de categorie 5 blazer bij ESD op 24 jan 2019 aan de concentratie PM10. Hier komt naar voren dat PM10 uurconcentraties zijn berekend tot een maximum van 3000 µg/m³ op 1.5m hoogte. Dit is hoger dan de maximale concentraties PM10 die in Nederland zijn gemeten tijdens oud en nieuw. Tegelijkertijd zijn er geen gezondheidkundige referentiewaarden of grenswaarden voor PM10 concentraties bekend voor dergelijk korte blootstellingsduren. Daarnaast zal een piekconcentratie vanwege de korte duur van een blazer een beperkte invloed hebben op de jaargemiddelde PM10 concentratie. De kans om aan een dergelijke piekconcentratie te worden blootgesteld is gering, maar wel mogelijk. Om deze reden achten we dat het risico op negatieve gezondheidseffecten gering is, maar niet uit te sluiten.

⁷ Ondanks dat de wettelijke norm niet wordt overschreden kan het ontstaan van gezondheidseffecten niet worden uitgesloten. Verder verschillen de concentraties van sommige gemeten stoffen niet of nauwelijks van de in de rest van Nederland bekende concentraties.

Tabel 4: Tabel 4 is grotendeels gebaseerd op tabel 26 van TNO2020a (concentratie van PM, CO, BC, EC en H2S in µg/m3, SiC vezels in vezels/m3 en alle andere stoffen in ng/m3)

Stof	Referentie- waarden	Jaargemiddelde concentratie meetstations Oosterhorn			Jaargemiddelde concentratie in Nederland		Conclusies
		Hoofd- stations	Woon- kernen	Achter- grond	Regio- naal	Stad / industrie	
PM10	40 ¹ ; 20 ¹⁷	17,8 – 22,9	18,8 – 19,7	17,8	16,1 – 17,9 ^{12,13}	20,2 – 32,1 ^{12,13}	PM10 is licht verhoogd t.o.v. achtergrondwaarden. In de woonkernen lager dan WHO-streefwaarde. Niet te verwachten dat een extra gezondheidsrisico bestaat t.g.v. blootstelling aan PM10.
PM2.5	25 ¹ /20 ³ ; 10 ¹⁷	8,7 – 10,7	10,1 – 10,3	8,7	8,2 – 12,6 ^{12,13}	8,5 – 14,4 ^{12,13}	PM2.5 is licht verhoogd t.o.v. regionale achtergrondwaarden. Vergelijkbaar met jaargemiddelde concentraties in Nederland en met WHO-streefwaarde. Niet te verwachten dat vergeleken met de rest van Nederland extra risico bestaat t.g.v. blootstelling aan PM2.5.
CO	10.000 ¹	400 – 600	n.d.	300	n.d.	350 – 400 ^{12,13}	Concentraties bij hoofdstations hoger dan lokale achtergrond en hoger dan stedelijke concentraties. Waarschijnlijk is de concentratie in de woonkernen lager dan bij de hoofdstations. Het is niet te verwachten dat vergeleken met de rest van Nederland extra risico bestaat t.g.v. blootstelling aan CO.
Roet (BC)		0,6	n.d.	0,5	0,5 ¹³	0,8 – 1,4 ¹³	
Roet (EC)	1,0 ¹⁶	0,9 – 1,2	n.d.	0,6	0,5 ¹³	0,8 – 1,4 ¹³	Concentraties bij de hoofdstations iets hoger dan achtergrondwaarden en is vergelijkbaar is met stad/industrie en de advies grenswaarde voor arbeidsgesrelateerde blootstelling. Waarschijnlijk zijn de concentraties in de woonkernen lager.
BaP	1,0 ²	0,05-0,1	0,02-0,05	<0,05	0,09 – 0,1 ^{12,13}	0,1 – 0,34 ^{11,12}	Concentraties bij de hoofdstations zijn vergelijkbaar met lokale achtergrond en regionale jaargemiddelden.

							Concentraties in de woonkernen zijn nog iets lager. Het is niet te verwachten dat vergeleken met de rest van Nederland extra risico bestaat t.g.v. blootstelling aan BaP.
Nikkel	20 ²	4 – 10	2,5 – 4	2,5	1,1 – 2,2 ^{11,12}	1,9 – 5,8 ^{11,12}	Nikkel is licht verhoogd t.o.v. achtergrondniveaus in Nederland. De gemeten waarden blijven ruim onder de referentiewaarden.
Sic vezels	300 ⁷	5 – 20	< 5	< 3	n.d.	n.d.	Zie tekst.
H ₂ S ¹⁸	1,5 ¹⁹ , 10 ²⁰	0,2 – 0,8 [1,5 – 5,0]	0,04 – 0,1	0,04	n.d.	0,6 – 1,0 [4,7-5,1]	De jaargemiddelden en de percentielen voor H ₂ S wijzen op mogelijke geurhinder als vergeleken wordt een geurdrempel van 1,5 µg/m ³ . De hogere percentielen (bv. de 98-percentielen) liggen ruim boven de drempel wat erop wijst dat geurhinder relatief frequent kan optreden. Zie verder tekst.
Naftaleen ¹⁴	8890 ⁶	110 – 240	74 – 93	39	n.d.	n.d.	Naftaleen is verhoogd t.o.v. de lokale achtergrond. De gemeten waarden blijven onder de MTR. Voor geurhinder zie verder H ₂ S en de tekst.
Arseen ¹⁴	6 ²	0,6 – 1,3	0,4 – 1,2	0,5	0,05 – 0,6 ^{11,12}	0,3 – 1,2 ^{11,12}	Arseen is licht verhoogd t.o.v. achtergrondniveaus in Nederland. De gemeten waarden blijven ruim onder de referentiewaarden.
Cadmium ¹⁴	5 ²	0,3 – 0,5	0,1 – 0,6	0,2	0,04 – 0,18 ^{11,12}	0,15 ^{11,12}	Cadmium is licht verhoogd t.o.v. achtergrondniveaus in Nederland. De gemeten waarden blijven ruim onder de referentiewaarden.
Lood ¹⁴	500 ¹	4,1 – 6,1	3,0 – 6,3	4,5	3,8 – 5,0 ^{11,12}	9,8 – 13,4 ^{11,12}	Lood is vergelijkbaar met achtergrondniveaus in Nederland. De gemeten waarden blijven ruim onder de referentiewaarden.
Vanadium ¹⁴	1000 ⁵	1,0 – 1,6	0,8 – 2,0	0,7	0,8 – 0,9 ^{11,12}	2,9 ¹²	Vanadium is licht verhoogd t.o.v. achtergrondniveaus in Nederland m.u.v. IJmond. De gemeten waarden blijven ruim onder de referentiewaarden.
Fluoriden ¹⁵	1,6 ⁸ 0,05 ⁹	2,0 1,0 (HF)	1,0	n.d.	n.d.	n.d.	Fluoride is verhoogd op meetstations tot boven MTR _{lucht} van 1,6 µg/m ³

							(metingen in 'blauwe rook'). Zie verder de tekst.
Kwik	50 ⁴	0,02 – 0,15	0,01–0,03	0,03	2 ¹⁰	n.d.	Kwik is vergelijkbaar met achtergrondniveaus in Nederland en lager dan de achtergrondniveaus zoals gemeten in de periode 1991 – 1998 ¹⁰ . De gemeten waarden blijven ruim onder de referentiewaarden.

Opmerkingen bij Tabel 4:

- 1) Grenswaarde (EU-richtlijn en luchtkwaliteitseis Wet milieubeheer)
- 2) Streefwaarde (EU-richtlijn en luchtkwaliteitseis Wet milieubeheer)
- 3) Grenswaarde PM2.5 geldig vanaf 2020
- 4) Chronische gezondheidkundige advieswaarde voor levenslange blootstelling aan kwik (GGD-richtlijn medische milieukunde, kwik in het binnenmilieu, RIVM-rapport 609300021/2011)
- 5) Daggemiddelde MTR (Road-map Normstelling, Luchtnormen geordend, RIVM-rapport 611782026/2010) en jaargemiddelde toxicologische grenswaarde (Beoordeling vanadium ten behoeve van het RIVM-project Bodeminterventiewaarden, RIVM, 2008)
- 6) Ad-hoc MTR (Afleiding chronische grenswaarde voor inhalatie van naftaleen, RIVM/SIR ad hoc-advies aan RIVM/IMD, 2006)
- 7) Indicatieve MTR (risicogrenswaarde) (Afleiden indicatieve humane MTR-lucht voor siliciumcarbidevezels, Advies 14725A01, RIVM, 2019)
- 8) Gezondheidskundige norm (Advies met betrekking tot de overschrijding van het MTR voor fluoride. RIVM/CSR ad hoc-advies aan het Ministerie van VROM, 2001)
- 9) MTR (Nederlandse emissierichtlijn lucht (NeR)), gericht op bescherming van de natuur
- 10) Achtergrondniveau 1991 – 1998 op basis van modelberekeningen (Assessment of air quality for arsenic, cadmium, mercury and nickel in the Netherlands, RIVM-rapport 729999 002/1999)
- 11) Jaargemiddelde waarden voor 2018 in totaal stof TSP (Lucht in cijfers 2018, de luchtkwaliteit in Rijnmond, DCMR-rapport 22255034, 2019)
- 12) Jaargemiddelde waarden voor 2018 in PM10 (Datarapport Luchtkwaliteit IJmond 2018, GGD Amsterdam, rapport 19-1138, 2019)
- 13) Jaargemiddelde waarden voor 2019 in PM10 (Gegevens Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit, <https://www.luchtmeetnet.nl/>)
- 14) Concentraties gemeten bij wind vanuit de richting van ESD-SiC
- 15) Concentraties gemeten in de periode juli 2019 – maart 2020 op het meetstation EEW bij wind vanuit de richting van het noordelijk deel van Oosterhorn (o.a. Damco Aluminium en Roba metals), gegeven concentraties betreffen deeltjesgebonden fluor en gasvormig fluor (HF). Concentratie in de woonkern betreft Farmsum.
- 16) Advies grenswaarde (MTR) voor arbeidsgerelateerde blootstelling (Gezondheidsraad, Diesel Engine Exhaust Health-based recommended occupational exposure limit No. 2019/02, The Hague, March 13, 2019)
- 17) WHO Air Quality Guidelines [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-airquality-and-health](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-airquality-and-health)
- 18) De getallen tussen haakjes [] zijn de 98 percentiel waarden
- 19) Geurdrempel
- 20) Level of distinct Odour Awareness (LOA)

2.1 Opvallendheden uit tabel 4

Er zijn een paar stoffen die opvallend zijn in tabel 4.

2.1.1 Fluoride

Fluoride is verhoogd op meetstations tot boven de ad hoc humaan-toxicologisch MTR_{lucht} van 1,6 µg/m³ (dit zijn de metingen in de 'blauwe rook' afkomstig van het aluminiumbedrijf in de buurt). N.B. MTR_{lucht} van 1,6 µg/m³ voor fluoriden is gebaseerd op het voorkómen van fluorose bij werknemers in een aluminiumsmelterij. Onderscheid tussen gasvormig fluoride en deeltjesgebonden voor vergelijking met MTR_{lucht} is beperkt relevant omdat beide vormen bijdragen aan fluorose (inademing van deeltjes leidt bij de kleine deeltjesfractie tot opname in de longen, de grotere fractie zal deels doorgeslikt worden).

2.1.2 SiC-vezels

TNO komt tot jaargemiddelden van ≤ 20 vezels/ m^3 voor de meetstations en voor < 5 vezels/ m^3 voor woonkernen. Dat is ruim onder de amfibool asbest-norm van 300 vezels/ m^3 . Dus het jaargemiddelde in de woonkernen niet verontrustend. Op basis van correlatie met black carbon schat TNO op de meetstations uurgemiddelden die kunnen oplopen tot boven 300 vezels/ m^3 gedurende 9 tot 44 uur per jaar (niet berekend voor woonkernen). Een vraag hier is of de verdeling (percentielen) ook te schatten is voor de woonkernen. Dat zou informatie geven over wat de kortdurende fluctuaties zijn rond het jaargemiddelde in de woonkernen.

De blazers leiden tot aanzienlijke hogere vezelniveaus dan de gepresenteerde jaargemiddelden. Voor de meetstations geeft TNO in dit rapport een 1-uursgemiddelde van 450 vezels/ m^3 (gemiddelde) en een maximum 1-uursgemiddelde van 1500 vezels/ m^3 tijdens de blazer. Maar daarbij wordt opgemerkt dat bij blazers de grote stofwolk boven over de meetstations heen trekt (met in deze stofwolk nog hogere SiC-concentraties, zoals de gemeten depositie in sneeuw na een blazer ook suggereerde). Welke vezelconcentraties na een blazer in de woonkernen optreden is onduidelijk. De eerder door TNO gegeven schatting op basis van de depositie op sneeuw wees op heel hoge vezelconcentraties op afstanden tot 7 km van ESD-SiC. Dus na een blazer is overschrijding van de amfibool-asbestwaarde van 300 vezels/ m^3 in de woonkernen aannemelijk. Ook buiten de woonkernen lijkt het waarschijnlijk dat er een piekbelasting kan optreden, maar dat is niet met zekerheid vast te stellen (<https://nos.nl/l/2321994>). Wat dit kan betekenen in termen van het extra kankerrisico is niet te zeggen, omdat de onzekerheid te groot is voor een uitspraak hierover.

2.1.3 H₂S en geurhinder

De jaargemiddelden en de percentielen voor H₂S (Tabel 15, pagina 60/106, TNO 2020a) wijzen op mogelijke geurhinder als vergeleken wordt een geurdrempel van 1,5 $\mu g/m^3$. De hogere percentielen (bv. de 98-percentielen) liggen ruim boven de drempel wat erop wijst dat geurhinder relatief frequent kan optreden. Tijdens de blazers zijn concentraties iets verhoogd (voor de meetstations een gemiddelde van 10 $\mu g/m^3$ en een maximum van 80 $\mu g/m^3$ (1-uurswaarden)). Zie verder vraag 3.

2.2 Cumulatief

Behalve de risico's van de afzonderlijke stoffen is gevraagd welke gezondheidseffecten op lange en korte termijn van de gemeten concentraties stoffen cumulatief zijn. In de leefomgeving en dus ook in het hier beschreven onderzoeksgebied kan iemand aan meerdere stoffen tegelijkertijd worden blootgesteld. Om te kunnen bepalen of dit veilig is kunnen stoffen die hetzelfde gezondheidseffect hebben bij elkaar worden opgeteld. Het effect van meerdere middelen tegelijk wordt cumulatief effect genoemd. Omdat we in dit onderzoek van doen hebben met stoffen met verschillende effecten is het bepalen van een cumulatief effecten door optelling niet plausibel. Dit betekent dat over een mogelijk cumulatief effect geen kwantitatieve uitspraak mogelijk is. Wel is het zo dat de gemeten stoffen in de leefomgeving voor het grootste deel ruim onder de grenswaarden zitten en dat we op basis daarvan de kans op een cumulatief effect als gering inschatten, maar niet uit te sluiten.

3. Wat zijn de gezondheidseffecten op lange en korte termijn van de gemeten concentraties van geur-veroorzakende stoffen?

Gedurende het onderzoek zijn op alle meetstations de concentratie van naftaleen, methylnaftalenen en methylbenzothiofenen gemeten. Daarnaast zijn geurstoffen zoals waterstofsulfide (H_2S), carbonylsulfide (COS), carbon disulfide (CS_2), diverse methylsulfiden, methaanthiol en thiazolen dichtbij het terrein geïdentificeerd. Hiervan geeft TNO aan dat ESD-SiC waarschijnlijk de enige emissiebron van deze groep van geurstoffen in de omgeving is.

TNO heeft op twee manieren de emissie van geurstoffen inzichtelijk gemaakt met de focus op waterstofsulfide, de meest dominante geurstof met een lage geurdrempel:

- a. De momentane concentratie van geurstoffen (10 minuten-, uur- en daggemiddelden) is afgeleid op basis van de gemeten concentratie van koolmonoxide (CO) en de correlatie tussen de concentratie van CO en H_2S . Hieruit zijn jaargemiddelden, percentielwaarden en maximale concentraties afgeleid.
- b. Aan de hand van modelberekeningen is volgens TNO een eerste inzicht verkregen in de jaargemiddelde concentraties van vluchtige geurstoffen in en rondom Oosterhorn. Om te kijken of hier sprake is van overschrijding van de geurdrempel, zijn daarna de 90, 95 en 98 percentielen berekend. Als de berekende percentielwaarden de geurdrempel overschrijden zou er sprake kunnen zijn van geurhinder.

Het is onduidelijk of bovengenoemde methode afdoende is om een goed beeld van geurhinder in de omgeving te krijgen. Dat de berekende jaargemiddelde H_2S concentraties op de meetstations onder de gemiddelde geurdrempel voor H_2S liggen lijkt niet relevant, omdat de concentraties geurstoffen sterk kunnen fluctueren. De interpretatie van de percentielwaarden is eveneens onduidelijk. TNO berekent dat op een bepaalde locatie (Heemskesbrug) de gemiddelde geurdrempel ($1,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) mogelijk 5 weken (876 uur) per jaar wordt overschreden. Als er niet van een overschrijding van 24 uur per beschouwde dag wordt uitgegaan, maar van een lager aantal uren per dag neemt het aantal dagen overschrijding per jaar toe. Bij enkele uren overschrijding per dag, zou dat ertoe kunnen leiden dat elke dag dat deze locatie zich benedenwinds van de bron bevindt er sprake is van geurhinder.

Geurdrempels en percentielwaarden worden overschreden, zodat er op basis hiervan sprake kan zijn van geurhinder. Er bestaan geen gezondheidkundige normen voor geur. De meeste geurstoffen zijn al te ruiken bij heel lage concentraties. Bij hier gemeten concentraties zijn over het algemeen geen toxische effecten te verwachten, terwijl er wel sprake kan zijn van geurhinder. Een situatie wordt gezondheidkundig als goed beschouwd, als er geen of geen ernstige hinder is. Blootstelling aan geur, zeker bij herhaling, kan ook stress gerelateerde gezondheidseffecten oproepen bijvoorbeeld hoofdpijn, duizeligheid, misselijkheid en vermoeidheid. Het is overigens mogelijk dat er meerdere bedrijven op het industrieterrein werkzaamheden hebben die geurstoffen emitteren en daarmee klachten kunnen geven.

In de vierjaarlijkse gezondheidsmonitor van de GGD wordt er in de gemeente Delfzijl bovenmatig veel geuroverlast door industrie gemeld. Geurhinder door industrie wordt door 8% van de inwoners van de gehele provincie gerapporteerd, terwijl dit voor Delfzijl 23% is (GGD Groningen, 2017). Dit is hoger dan de bovenwaarde (20%) voor bestaande bedrijven gebaseerd op de in het Nationaal Milieubeleidsplan (NMP) van 1989 en een beleidsbrief van de minister van VROM uit 1995 geformuleerde doelstellingen (RIVM 2015).

4. Zijn de resultaten herkenbaar en vergelijkbaar in de context van andere geschetste situaties (Rijnmond, IJmond etc.) en eventuele gezondheidkundige beoordelingen die in deze gebieden zijn uitgevoerd?

De resultaten en conclusies lijken op eerdere onderzoeken die rondom het industriepark Delfzijl zijn uitgevoerd. Denk aan het onderzoek van luchtmetingen door TNO in 2012 en het onderzoek van verspreiding van fijnstof door bureau Blauw. Deze resultaten zijn al eerder door de GGD Groningen beoordeeld. Toen waren echter de blazers en de verspreiding van SiC-vezels nog niet in beeld.

In 2018 en 2019 is er bij het slakverwerkingsproces bij Tata Steel en Harsco (IJmond) verschillende keren een uitstoot geweest waarbij zogenoemde grafietregen in de omgeving terecht kwam. Deze grafietregen riep veel vragen op bij de omwonenden. De bewoners van Wijk aan Zee willen inzicht hebben in de samenstelling van grafietregens en de mogelijke risico's voor hun gezondheid. Uit een inschatting van mogelijke gezondheidsrisico's blijkt dat in grafietregen zware metalen en PAK's zitten. Voor de metalen lood, mangaan en vanadium is de geschatte blootstelling voor jonge kinderen zodanig dat dit ongewenst is voor de gezondheid. Omdat Nederlanders in hun dagelijks leven al worden blootgesteld aan zware metalen is het wenselijk om extra blootstelling zoveel mogelijk te beperken.

In deze gezondheidkundige risicobeoordeling hebben we de situatie in Rijnmond niet beschouwd.

5. Op welke punten is er nog behoefte aan uitleg/aanvulling/specificering in het rapport?

Er is geen behoefte aan verdere uitleg/aanvulling/specificering in het definitieve eindrapport van TNO bij GGD Groningen. In een eerder stadium heeft TNO adequaat vragen van GGD Groningen kunnen beantwoorden over de conceptversie van het TNO rapport en waar mogelijk verwerkt in het eindrapport.

6. Geven de meetresultaten aanleiding om op kortetermijnmaatregelen te treffen ten aanzien van het beschermen van de volksgezondheid in dit gebied?

Naar aanleiding van deze en eerdere onderzoeksresultaten was en is de conclusie van GGD Groningen dat op basis van de gemeten gehalten het risico van blootstelling aan SiC-vezels weliswaar klein is maar onwenselijk omdat het hier gaat om CMR-stoffen⁹. PAK, arseen, andere gemeten metalen en SiC-vezels zijn zeer zorgwekkende stoffen (ZZS). Het nationale milieubeleid is erop gericht om ZZS zo veel mogelijk uit de leefomgeving te weren. Daarom hebben bedrijven de verplichting om emissie van ZZS naar de lucht zoveel mogelijk te voorkómen, en, als dat niet mogelijk is, de uitstoot tot een minimum te beperken (artikel 2.4 lid 2 van het Activiteitenbesluit Milieubeheer). Daarnaast is het percentage inwoners met geurhinder ten gevolge van industrie in Delfzijl hoger dan de in het Nederlandse beleid beschreven bovenwaarde van 20% bij bestaande industrie. Mensen maken zich bovendien ongerust maken omdat ze regelmatig 'indrukwekkende' blazers zien en geurhinder ervaren. Deze ongerustheid leidt tot stress. Wij adviseren om de geurhinder, de uitstoot van vezels en zeer zorgwekkende stoffen door het reguliere proces en het aantal blazers te voorkómen dan wel sterk te minimaliseren.

⁹ CMR: carcinogeen, mutageen en reprotoxisch. Er bestaan stoffen die kunnen kanker veroorzaken (carcinogeen). Daarnaast zijn er stoffen die onze genen kunnen beschadigen (mutagene stoffen) en stoffen die schadelijk zijn voor de voortplanting of het nageslacht (reprotoxisch).

7. Op welke wijze geven de meetresultaten en jullie beoordeling aanleiding om het meetnet al dan niet voort te zetten en in welke vorm?

In de loop der jaren is er veel onderzoek gedaan naar de verspreiding van stoffen in de leefomgeving. Een deel van de eerdere en huidige metingen is gebruikt voor een gezondheidskundige risicobeoordeling. Het meten van SiC-vezels toont aan dat in kwalitatieve zin kan worden gesteld dat de verspreiding van sommige stoffen in de leefomgeving worden verspreid. Het kan niet gekwantificeerd worden in hoeverre dit een risico voor de gezondheid vormt. Het is de vraag of het doen van nog meer metingen meerwaarde heeft.

Een overweging kan zijn om te meten of en in welke mate de SiC-vezels in de omgeving worden verspreid om de effectiviteit van minimalisatiemaatregelen te monitoren. Deze data zullen echter nabij het uitblijven van een dosis-effectrelatie voor SiC-vezels niet leiden tot een gezondheidskundige risicobeoordeling. Voorop blijft staan dat de GGD liever ziet dat het aantal blazers en de geurhinder drastisch worden verlaagd.

8. Tijdens blazers kan de piekbelasting van SiC-vezels ver boven de MTR komen. Is dit aanvaardbaar? Zou op grond van het voorzorgbeginsel moeten worden besloten het bedrijf te sluiten?

Een overschrijding van de MTR is ongewenst omdat een gezondheidsrisico dan niet kan worden uitgesloten. Echter is het door blazers veroorzaakte gezondheidsrisico is niet betrouwbaar in te schatten. In lijn met ons eerder advies adviseert GGD Groningen vanuit gezondheidskundig oogpunt om blootstelling aan SiC-vezels te voorkómen.

9. Klopt het dat er zonder nader onderzoek naar (de gevolgen van) blazers niet te bepalen is aan welk risico de omwonenden worden blootgesteld?

Dat klopt niet, het meten van SiC-vezels in de leefomgeving kan niet betrouwbaar worden gebruikt om het risico voor omwonenden te bepalen. Nader onderzoek kan dat niet verhelderen. Hiervoor zijn meerdere redenen. Een van de redenen is dat het niet duidelijk is aan welke concentratie vezels iemand kan worden blootgesteld door een blazer, maar zelfs als we dat zouden weten is het nog steeds niet mogelijk om het risico te bepalen. Dat komt omdat de dosis-effect relatie voor SiC-vezels onbekend is. Beide aspecten zijn onzeker waardoor de kans op gezondheidseffecten van SiC-vezels op basis van de huidige informatie zowel kan worden overschat als onderschat, en de onzekerheid van de schatting niet kan worden gekwantificeerd. Wat blijft is dat SiC-vezels ZZS zijn met minimalisatieverplichting.

Daarnaast heeft TNO metingen en berekeningen uitgevoerd om een beeld te krijgen van piekconcentraties aan verschillende stoffen tot op bijna 7 km vanaf de bron van de blazer van 24 januari 2019. Dat is gedaan voor SiC-vezels, PM10, PAK's en een aantal zware metalen (TNO 2019). Voor deze stoffen bestaan geen grenswaarden voor kortdurende concentraties. Ook heeft TNO kortdurende concentraties waterstofsulfide gedurende blazers bepaald (tabel 15, TNO 2020a).

Tabel 15 Waterstofsulfide (H₂S) concentraties in µg/m³: jaargemiddelde waarden, de 50, 75, 90, 95, 98 en 99,5 percentiel waarden en de maximaal gemeten concentraties op de drie hoofdmeetstations in het industriegebied Oosterhorn voor de periode 2019. Aanvullend zijn dezelfde kengetallen gegeven tijdens het optreden van blazers, folieverlies en storingen aan PRF (zie tekst).

Meetstation	Heemskesbrug			RWZI Delfzijl			Geefsweersterweg			Blazers/ folieverlies	Storingen
Jaargemiddeld	0,53 µg/m ³			0,25 µg/m ³			0,19 µg/m ³			11 µg/m ³	10 µg/m ³
Tijdgemiddelde	10min	uur	dag	10min	uur	dag	10min	uur	dag		
50 percentiel	< 0,1	< 0,1	0,20	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	7,7	3,6
75 percentiel	< 0,1	0,20	0,74	< 0,1	0,07	0,23	< 0,1	0,07	0,12	13,5	13,7
90 percentiel	1,2	1,4	1,4	< 0,1	0,34	0,64	< 0,1	0,20	0,44	27,0	27,5
95 percentiel	3,0	2,9	2,0	0,89	1,1	1,0	0,6	0,8	0,9	37,3	42,1
98 percentiel	5,6	5,0	2,7	2,9	2,6	1,7	2,3	2,0	1,5	-	-
99,5 percentiel	11	9,1	3,8	6,6	5,5	2,6	4,3	3,8	2,0	-	-
Maximum	82	42	5,3	35	27	4,4	20	11	2,3	78	82

In tabel 15 staan maximale concentraties van 42 µg/m³ waterstofsulfide per uur en 82 µg/m³ per 10 minuten. In geval van milieu-incidenten worden ter ondersteuning van de bestrijding ervan zogenaamde interventiewaarden voor gevaarlijke stoffen (RIVM, Interventiewaarden: december 2018; zie <http://rvs.rivm.nl> voor meest recente versie) gebruikt. Er bestaan drie niveaus, waarvan de VRW (Voorlichtingsrichtwaarde), het laagste niveau is en overeenkomst met de luchtconcentratie die met grote waarschijnlijkheid door de blootgestelde bevolking als hinderlijk wordt waargenomen, of waarboven lichte gezondheidseffecten mogelijk zijn. De VRW voor waterstofsulfide is 2,4 mg/m³ voor een uur blootstelling en 3,6 mg/m³ voor 10 minuten blootstelling. De maximale waarden waterstofsulfide zijn daarmee ruwweg 50 keer lager dan de VRW. Acute toxische effecten zijn niet te verwachten en tegelijkertijd is overlast door geurhinder zeer waarschijnlijk.

Een piekconcentratie heeft vanwege de korte tijdsduur van een blazer slechts een beperkte invloed op de jaargemiddelde PM₁₀ concentratie. De kans om aan een dergelijke piekconcentratie te worden blootgesteld is gering, maar wel mogelijk. Om deze reden achten we dat het risico op negatieve gezondheidseffecten gering is, maar niet uit te sluiten.

10. De door RIVM geadviseerde iMTR voor SiC-vezels is niet wetenschappelijk onderbouwd. Wat betekent dit voor de betrouwbaarheid van de iMTR?

Het RIVM beschrijft in haar advies over het afleiden van de indicatieve MTR voor SiC-vezels dat “voor SiC-vezels kan geen (indicatief) MTR-lucht worden afgeleid conform de standaardmethode. De reden hiervoor is dat er geen bruikbare dosis-effectstudies beschikbaar zijn voor SiC-vezels” (RIVM 2019). Om deze reden geeft het RIVM aan dat de iMTR voor SiC-vezels niet geschikt voor een betrouwbare schatting van de consequenties van verhoogde blootstelling voor de gezondheid. De i-MTR als veilige waarde is in zoverre wetenschappelijk onderbouwd doordat gebruik is gemaakt van informatie van amfibool asbest, op basis van gelijkenis in de vorm van de vezels. Het exacte gezondheidsrisico van SiC-vezels kan niet worden bepaald omdat er geen toxicologische dosis-response informatie beschikbaar is.

11. Welke gevolgen heeft meer dan 40 jaar emissie van het bedrijf ESD-SiC voor de (bovenlaag van de) bodem in de leefomgeving (moestuin, zandbak, stof in huis en in de schuur, speeltoestellen etc.)?

Gezien de bovenstaande kwalitatieve benadering van de verspreiding van stoffen in de omgeving is het huidige risico voor de gezondheid onvoldoende betrouwbaar te bepalen. Dat geldt in dezen ook voor de afgelopen jaren.

12. Is er sprake van ophoping van vezels op/in de bodem of verdwijnen de vezels na verloop van tijd (uitspoelen, verwaaien)? Hoeveel vezels komen er van de bodem in de lucht als mensen in de tuin werken? Komen er vezels mee met de groenten uit de tuin? Kunnen er op plekken in de schuur ophopingen van vezels liggen, die in beweging komen als er in de schuur gewerkt wordt? Geeft het onderzoek van TAUW antwoord op deze vragen of is hier nader onderzoek voor nodig?

De onder 12 gegroepeerde vragen kunnen mogelijk door TNO worden beantwoord.

13. Kleine kinderen kruipen over de grond, spelen in de zandbak, stoppen grond in hun mond. Krijgen ze langs die weg vezels binnen? Wat is het risico? Geeft het onderzoek van TAUW antwoord op deze vragen of is hier nader onderzoek voor nodig?

Kleine kinderen kunnen via hand-mond inderdaad stoffen in bijvoorbeeld huisstof en bodem inslikken. Bij het spreken over risico's van de SiC-vezels wordt bedoeld risico's van het inademen van de vezels. Net als bij asbest komen de vezels bij inslikken niet in de longen maar in de maag en daar kunnen ze waarschijnlijk geen kwaad. Vanuit de maag worden de vezels afgevoerd.

14. Is het van belang om vanadiumconcentraties in blazers te meten en de vanadiumdepositie te bepalen in de woonomgeving rond Oosterhorn?

In het bodemonderzoek van Tauw is aangetoond dat in de directe omgeving van het ESD-terrein de gehalten vanadium verhoogd zijn ten opzichte van de achtergrond. Het bedrijf ESD-SiC is de belangrijkste emissiebron van vanadium in de omgeving. Daarom is door TNO vanadium aan de metingen toegevoegd als indicator. De gemeten gehalten vanadium in de lucht lijken volgens TNO geen grenswaarde, i.c. de MTR_{lucht} van $1,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (RIVM 2009), te overschrijden.

15. Is het in theorie mogelijk, gezien de beperkte meettijd per meetpaal, dat bij b.v. calamiteiten mensen/passanten blootgesteld kunnen worden aan concentraties boven de grenswaarde van een bepaalde stof (niet alleen SiC-vezels)?

Het is mogelijk om tijdelijk blootgesteld te worden aan hogere waarden, de zogenoemde piekblootstelling. TNO heeft metingen en berekeningen uitgevoerd om een beeld te krijgen van piekconcentraties aan verschillende stoffen tot op bijna 7 km vanaf de bron van de blazer van 24 januari 2019. Dat is gedaan voor SiC-vezels, PM10, PAK en een aantal zware metalen (TNO 2019). Ook heeft TNO kortdurende concentraties waterstofsulfide gedurende blazers bepaald (tabel 15, TNO 2020a).

De gezondheidkundige referentiewaarden, bijvoorbeeld in tabel 4 van vraag 2, zijn jaargemiddelde grenswaarden. Voor kortdurende concentraties/piekblootstelling zijn geen gezondheidkundige referentiewaarden beschikbaar. Daarom kunnen er geen betrouwbare uitspraken worden gedaan over de gezondheidseffecten van piekblootstelling. Voor PM10 is er wel een toegestaan daggemiddelde afgeleid. Dit wordt verder beschreven bij vraag 2, pagina 17. Daarnaast wordt er bij vraag 9 ook aandacht besteed aan piekconcentraties.

Een piekconcentratie heeft vanwege de korte tijdsduur een beperkte invloed op de jaargemiddelde concentratie van een stof. De kans om aan een piekconcentratie te worden blootgesteld is gering, maar wel mogelijk. Om deze reden achten we dat het risico op negatieve gezondheidseffecten gering is, maar niet uit te sluiten.

Conclusies

Zoals in de vorige hoofdstukken beschreven zijn er veel meetresultaten door TNO gegenereerd, met variërende bruikbaarheid voor een gezondheidkundige risicobeoordeling. De voornaamste conclusies die getrokken kunnen worden zijn;

- Veel van de gemeten stoffen lijken in vergelijking met de achtergrondconcentraties bovenwinds van ESD-SiC en met de regionale jaargemiddelde concentraties in Nederland niet of nauwelijks te zijn verhoogd. Sommige stoffen, zoals zware metalen komen meer overeen met de jaargemiddelde concentraties in steden en industriegebieden van Nederland dan met regionale gebieden;
- Voor de meeste van de gemeten componenten wijzen de door TNO gegenereerde jaargemiddelde gegevens erop dat er geen speciaal probleem¹⁰ aanwezig lijkt in het industriegebied Oosterhorn. Dit geldt voor PAK, fijn stof, roet, cadmium, lood, arseen, kwik en vanadium;
- Fluoride is verhoogd op meetstations tot boven de ad hoc humaan-toxicologisch MTR_{lucht};
- TNO komt tot jaargemiddelden van ≤ 20 SiC-vezels/m³ voor de hoofdstations en voor < 5 SiC-vezels/m³ voor woonkernen. Dat is ruim onder de amfibool asbest-norm van 300 vezels/m³. Het jaargemiddelde SiC-vezels in de woonkernen lijkt op basis van deze norm niet verontrustend. Tegelijkertijd kan voor SiC-vezels geen (indicatief) MTR-lucht worden afgeleid conform de standaard methode en is hierdoor een risicobeoordeling van de consequenties van SiC-vezels voor de gezondheid niet betrouwbaar uit te voeren;
- De blazers leiden tot aanzienlijk hogere vezelniveaus dan de gepresenteerde jaargemiddelden. Voor de meetstations geeft TNO in dit rapport een 1-uursgemiddelde van 400 vezels/m³ (gemiddelde) en een maximum 1-uursgemiddelde van 1500 vezels/m³ tijdens de blazer. Na een blazer lijkt overschrijding van de amfibool-asbestwaarde van 300 vezels/m³ in de woonkernen aannemelijk. Wat dit kan betekenen in termen van het extra kankerrisico is niet te zeggen, omdat er onvoldoende betrouwbare dosis-respons gegevens voor SiC-vezels beschikbaar zijn voor een uitspraak hierover;
- Er treedt regelmatig geurhinder op in het gebied, gebaseerd op meetresultaten van TNO en uit resultaten van de GGD-gezondheidsmonitor;
- Het cumulatieve effect door blootstelling aan meerdere stoffen tegelijkertijd kan niet nauwkeurig worden bepaald omdat de aanwezige stoffen verschillende gezondheidseffecten hebben. De gemeten stoffen in de leefomgeving vallen voornamelijk ruim onder de grenswaarden. Om deze reden achten we het risico op negatieve gezondheidseffecten gering, maar niet uit te sluiten.

SiC vezels worden aangemerkt als kankerverwekkend. Voor kankerverwekkende stoffen is geen grens af te leiden waaronder geen gezondheidseffecten kunnen optreden. Daarom moet de verspreiding van SiC-vezels en het optreden van blazers zoveel als mogelijk worden voorkómen, dan wel sterk te minimaliseren. Ook de verspreiding van geurstoffen moet zoveel als mogelijk worden voorkómen.

Naast de blazers komen de SiC vezels, geurstoffen en de andere gemeten stoffen ook bij het reguliere productieproces vrij. PAK, arseen, andere gemeten metalen en SiC-vezels zijn zeer zorgwekkende stoffen (ZZS). Het nationale milieubeleid is erop gericht om ZZS zo veel mogelijk uit de leefomgeving te weren. Daarom hebben bedrijven de verplichting om emissie van ZZS zoveel mogelijk te voorkómen, en, als dat niet mogelijk is, de uitstoot tot een minimum te beperken (artikel 2.4 lid 2 van het Activiteitenbesluit Milieubeheer).

¹⁰ Ondanks dat de wettelijke norm niet wordt overschreden kan het ontstaan van gezondheidseffecten niet worden uitgesloten. Verder verschillen de concentraties van sommige gemeten stoffen niet of nauwelijks van de in de rest van Nederland bekende concentraties.

Verwijzingen

Gezondheidsraad 2012	Gezondheidsraad, Health Council of the Netherlands. Silicon carbide. Evaluation of the carcinogenicity and genotoxicity. The Hague: Health Council of the Netherlands, publication no. 2012/29
GGD Groningen 2017	Woonomgeving, Milieu-, Geluids- en Geurhinder 2016. Resultaten Gezondheidsmonitor 2016 Provincie Groningen.
RIVM 2009	Re-evaluation of some humantoxicological Maximum Permissible Risk levels earlier evaluated in the period 1991-2001. RIVM rapport 711701092/2009. B. Tiesjema A.J. Baars.
RIVM 2015	Geur en gezondheid GGD-richtlijn medische milieukunde. RIVM Rapport 2015-0106 M. Venselaar-Mooij et al.
RIVM 2019	Advies 14725A1.0 – Afleiden indicatieve humane MTR-luchtvoor siliciumcarbide-vezels (SiC) (CAS 409-21-2) Update 24-09-2019
Tauw 2019a	Tauw, Verkennende bodemonderzoek, kenmerk R001-1268489HJS-V01-kst, d.d. 11 juni 2019.
Tauw 2019b	Tauw, Verkennend bodemonderzoek percelen rondom ESD-SiC te FarmsumR001-1268489HJS-V02-rrt-NL, d.d. 12 juli 2019.
Tauw 2019c	Tauw, Aanvullend bodemonderzoek ESD-SiC te Farmsum, kenmerk R002-1268489HJS-V01-kst, d.d. 27 november 2019.
TNO 2019	TNO notitie “Duiding van de metingen aan monsters sneeuw in relatie tot de blazer van het ESD-terrein van 24 januari 2019”, referentie 100320545-2 versie2, 11 april 2019.
TNO 2020a	TNO 2020 R10224. Meetnet luchtkwaliteit op en rond het bedrijventerrein Oosterhorn Delfzijl, 18 juni 2020TNO 2020 R10224 Meetnet luchtkwaliteit op en rond het bedrijventerrein Oosterhorn Delfzijl 16 mei 2020.
TNO 2020b	Bijlagen TNO 2020 R1022. Meetnet luchtkwaliteit op en rond het bedrijventerrein Oosterhorn Delfzijl, 18 juni 2020. Bijlagen bij TNO 2020 R10224 Meetnet luchtkwaliteit op en rond het bedrijventerrein Oosterhorn Delfzijl 16 mei 2020.

