

Princetonlaan 6
3584 CB Utrecht
Postbus 80015
3508 TA Utrecht

www.tno.nl

T +31 88 866 42 56
F +31 88 866 44 75

TNO-rapport

TNO 2020 R10224

Meetnet luchtkwaliteit op en rond het bedrijventerrein Oosterhorn Delfzijl

Datum	18 juni 2020
Auteur(s)	P.C. Tromp J.H. Duyzer
Goedgekeurd door	J.E. Strijk
Exemplaarnummer	-
Oplage	-
Aantal pagina's	110
Aantal bijlagen	Apart bijgevoegd
Opdrachtgever	Provincie Groningen
Projectnaam	Meetnet luchtkwaliteit Oosterhorn
Projectnummer	060.27522

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor opdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst.

Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belanghebbenden is toegestaan.

© 2020 TNO

Samenvatting

Inleiding en doel

In het Noordoosten van de provincie Groningen bij Delfzijl ligt het industriegebied Oosterhorn. Al gedurende langere tijd zijn er vragen en klachten over de luchtkwaliteit en geuroverlast in het gebied samenhangende met de activiteiten van de bedrijven aldaar. De provincie Groningen is bevoegd gezag en vergunningverlener voor het gebied. In samenwerking met de Omgevingsdienst Groningen, de grote chemische-, energie- en afvalbedrijven uit het gebied en andere belanghebbenden, verenigd in een projectgroep Luchtapp en Meetnet¹, heeft de provincie een plan ontwikkeld voor een meetnet rondom het industriegebied Oosterhorn. In februari 2018 heeft de provincie het meetnet Europees aanbesteed en in april 2018 heeft TNO de opdracht voor het onderzoek gekregen. In dit rapport worden de resultaten van het onderzoek in de periode oktober 2018 tot en met december 2019 gepresenteerd. In het industriegebied Oosterhorn liggen verschillende bedrijven, waaronder het bedrijf ESD-SiC dat siliciumcarbide maakt. In de aanbesteding is aangegeven dat het bedrijf ESD-SiC belangrijk is in het onderzoek. Dit hangt onder andere samen met klachten van bewoners over geuroverlast en het optreden van zogenaamde blazers. Het doel van het meetnet is door de provincie in de aanbesteding als volgt omschreven:

Het meten van luchtkwaliteit, geur veroorzakende stoffen en daaraan gerelateerde stoffen op en rondom het industrieterrein Oosterhorn. Deze metingen zijn ook bedoeld om de potentiële gezondheidseffecten rondom het industrieterrein Oosterhorn in kaart te brengen.

Met betrekking tot de luchtkwaliteit richtte het onderzoek zich op fijn stof en grof stof, roet, koolmonoxide, enkele zware metalen en polycyclische aromatische koolwaterstoffen waaronder benzo[a]pyreen en geurveroorzakende stoffen.

Het project

Het door de provincie Groningen opgedragen onderzoek is in twee fasen opgedeeld:

- De eerste fase bestaat uit oriënterende metingen met een mobiele meetwagen en inventarisatie van emissiebronnen gevolgd door inrichting van een tijdelijk (beperkt) meetnet met als doel informatie te verzamelen gericht op het optimaal inrichten van het definitieve meetnet;
- Na afloop van de eerste fase is door TNO een voorstel voor invulling van de tweede fase opgesteld (definitieve meetnet) en met de provincie afgestemd. Dit voorstel is door de provincie geaccepteerd en is in 2019 een volledig meetnet gestart.

¹ Naast vertegenwoordigers van de provincie bestaande uit: Omgevingsdienst Groningen (hierna ODG), Samenwerkende Bedrijven Eemsmund (SBE), Groningen Seaport (GSP), Natuur- en Milieufederatie Groningen (NMG) en Adviesgroep Geur Delfzijl

Het definitieve meetnet zag er aanvankelijk als volgt uit:

- Drie hoofdstations met verschillende meetinstrumenten en vijf stations waar alleen fijn stof werd gemeten.
- De concentratie van koolmonoxide (CO) en roet (BC) werd continu gemonitord op de hoofdstations gelegen op de Heemskesbrug, aan de Geefswesterweg en op het terrein van de rioolwaterzuivering Delfzijl (RWZI).
- De concentratie van fijn stof (PM10, PM2.5, PM1) werd continu gemonitord met zogenaamde CAIREboxen (sensoren) op de hoofdstations en vijf extra plaatsen in de omgeving Oosterhorn, waarvan twee nabij het ESD-SiC terrein (ESD-Oost, ESD-Zuid), één aan de Ideweertseweg (in de richting van Wagenborgen), één op de Zwaaiekom (in de richting van Borgsweer) en één in Farmsum.
- De resultaten van de continu registrerende monitoren werden online weergegeven op de Luchtapp van de provincie Groningen. Dit is een internetsite waarop de provincie het (onder andere) voor bewoners mogelijk maakt om klachten over geur te melden en te registreren.
- De drie hoofdstations (in de omgeving van het bedrijf ESD-SiC) werden ingericht met apparatuur om luchtmonsters te nemen. Bij wind uit de richting van ESD-SiC werd lucht aangezogen door een filter dat vervolgens is geanalyseerd op: fijn stof en grof stof, roet, een selectie van metalen (cadmium, nikkel, lood, kwik, arseen en vanadium), polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK), siliciumcarbidevezels en een selectie van vluchtige geur veroorzakende stoffen. Van de PAK werden de belangrijkste geanalyseerd (de "16 EPA" PAK). Voor één van deze PAK, benzo[a]pyreen, bestaat een grenswaarde. Deze wordt als indicator beschouwd en hier ook als zodanig behandeld.
- Het hoofdstation gelegen aan de Geefswesterweg fungeerde als station voor het bepalen van de concentraties in de achtergrondlucht. Daarbij wordt dus lucht gemonsterd die niet uit de richting van industrie kwam. Voor de werkwijze met windrichting afhankelijke monsterneming is gekozen omdat daarmee zowel inzicht wordt gekregen in de bijdrage van een bedrijf aan de concentratie als aan de gemiddelde concentratie. Bovendien zijn voor de componenten waarbij deze methode is gebruikt geen snelwerkende monitoren (zoals die voor PM, CO of BC) beschikbaar. Jaargemiddelde concentraties zijn voor een aantal stoffen berekend door combinatie van de gemeten concentratie en modelberekeningen.

Gedurende de looptijd van het project zijn er, in overleg met de provincie en de projectgroep, enkele aanpassingen en uitbreidingen geweest op het oorspronkelijke projectplan. De belangrijkste uitbreidingen waren:

- Uitbreiding van het meetnet met drie meetstations voor het nemen van luchtmonsters. De extra meetstations waren gelegen in woonkernen (Farmsum, Borgsweer en Wagenborgen) in de omgeving van het industrieterrein.
- Uitbreiding met een meetstation (gelegen op het terrein van de energiecentrale EEW) in het noordelijke gedeelte van het industriegebied gericht op onderzoek naar het optreden van de zogenaamde 'blauwe rook'. Dit is een incidenteel optredend verschijnsel waarbij dicht boven de grond een nevel met soms prikkelende eigenschappen en een blauwachtige kleur ontstaat.

- Extra onderzoek naar de aanwezigheid van siliciumcarbide vezels in lucht op alle meetstations. Aanleiding voor deze uitbreiding was het aantreffen van siliciumcarbide vezels in het oriënterende meetnet in de monsters op de hoofdmeetstations. Deze vezels gelden als “waarschijnlijk carcinogeen”
- Ad-Hoc onderzoek naar de verspreiding van een pluim van een blazer tijdens een periode met sneeuwbedekking.

Alle uitbreidingen passen bij de oorspronkelijke doelstelling van het project. Het kaartje hieronder geeft de ligging van de meetstations (blauwe cirkels) in het gebied aan.



Kaartje met de ligging van de TNO-metstations. Hoofdstations Heemskesbrug, Geefswesterweg en RWZI-Delfzijl. Woonkernstations: Borgsweer, Farmsum en Wagenborgen. Op Ideweertseweg, ESD-Zuid en ESD-Oost wordt alleen de fijn stof concentratie gemeten.

Resultaten

De concentraties van genoemde stoffen zijn gemeten en de resultaten worden in dit rapport gepresenteerd. Belangrijk is hoe de gemeten en daarvan afgeleide concentraties zich verhouden tot grenswaarden en tot waarden die elders in Nederland worden aangetroffen. Op deze benchmark wordt ingegaan. In het bijzonder worden de gemeten concentraties van SiC-vezels en het onderzoek naar blazers besproken. Voor een aantal stoffen wordt ook gekeken naar daggemiddelden en piekwaarden. De tabel vat de getalsmatige resultaten van het onderzoek grotendeels samen (een uitgebreide tabel met referenties is te vinden in het rapport).

Tabel 1 Jaargemiddelde concentratie van de verschillende stoffen op verschillende stations in de periode van 10 oktober 2018 tot en met 31 december 2019, de in Nederland te hanteren luchtkwaliteitsnormen en overzicht van gemeten concentraties in de rest van Nederland (concentratie van fijn stof (PM), CO, BC en H₂S in $\mu\text{g}/\text{m}^3$, SiC-vezels in vezels/ m^3 en alle andere stoffen in ng/m^3). De concentraties van de andere stoffen zijn de gemiddelden gemeten bij wind uit de richting van ESD-SiC. PM1 concentraties werden wel gemeten maar zijn vooralsnog niet opgenomen. Met regionaal wordt bedoeld: regionale achtergrond (buitengebied)

	Grens-waarde ²	Jaargemiddelde concentratie op meetstations Oosterhorn			Jaargemiddelde concentratie in Nederland	
		Hoofdstations	Woonkernen	Achtergrond	Regionaal ³	Stad/industrie
PM10 ⁴	40 (WHO 20)	17,8 - 22,9	18,8 - 19,7	18,8	~16 - 18	~20 - 32
PM10 daggemiddelde	35 x boven 50	4 - 11 dagen	4 – 8 dagen	4 dagen	~4 - 14	~5 - 42
PM2.5	25 (WHO 10)	8,7 - 10,7	10,1 - 10,3	8,7	~8 - 13	~9 - 14
PM2.5 daggemiddelde	boven 25	6 - 15 dagen	12 – 17 dagen	15 dagen	~4 - 5	~28 - 53
BC		0,6	-	0,5	~0,5	~0,8 - 1,4
CO	10.000	400 – 600	-	300	-	~350 - 400
BaP	1	0,1 - 0,15	0,07-0,1	0,05	~0,09 - 0,1	~0,1 - 0,4
Nikkel	20	4 - 10	2,5 - 4	2,5	~1,1 - 2,2	~2,9 - 5,8
SiC-vezels	300	5-20	< 5	< 3	-	-
H ₂ S	-	0,2 - 0,8	0,04 – 0,1	0,04	-	0,6 - 1,0

Voor de presentatie van de jaargemiddelde gegevens zijn drie groepen te onderscheiden.

1. Gebaseerd op meetresultaten afkomstig van monitoren (PM10, PM2.5, BC en CO)

Het jaargemiddelde, berekend aan de hand van metingen met continue werkende monitoren, is als zodanig gepresenteerd in Tabel 1. Dit geldt voor PM10, PM2.5, black carbon (BC) en koolmonoxide. Voor het vaststellen van eventuele gezondheidseffecten van stoffen is vaak de gemiddelde concentratie waaraan personen worden blootgesteld belangrijk. Veel grenswaarden hebben dan ook betrekking op jaargemiddelde concentraties. Voor fijn stof gelden ook andere grenswaarden. Zo mag een daggemiddelde concentratie van fijn stof van $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ niet vaker dan 35 keer per jaar worden overschreden. Voor PM2.5 gelden zulke normen nog niet. Op basis van de resultaten van de metingen met de CAIREboxen worden deze daggemiddelden maximaal tot 12 keer per jaar overschreden. Grenswaarden voor roet zijn vooralsnog niet beschikbaar.

² De luchtkwaliteitsnormen in de tabellen zijn voornamelijk grenswaarden; wanneer geen grenswaarden bekend waren zijn andere normen genomen zoals (ad-hoc) MTRs en gezondheidkundige (advies)waarden. Voor PM10 en PM2.5 zijn tussen haken de WHO Air Quality Guidelines weergegeven. Voor PM2.5 geldt sinds 2015 een blootstellingsconcentratie verplichting van $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

³ Met regionaal wordt bedoeld: regionale achtergrond (buitengebied)

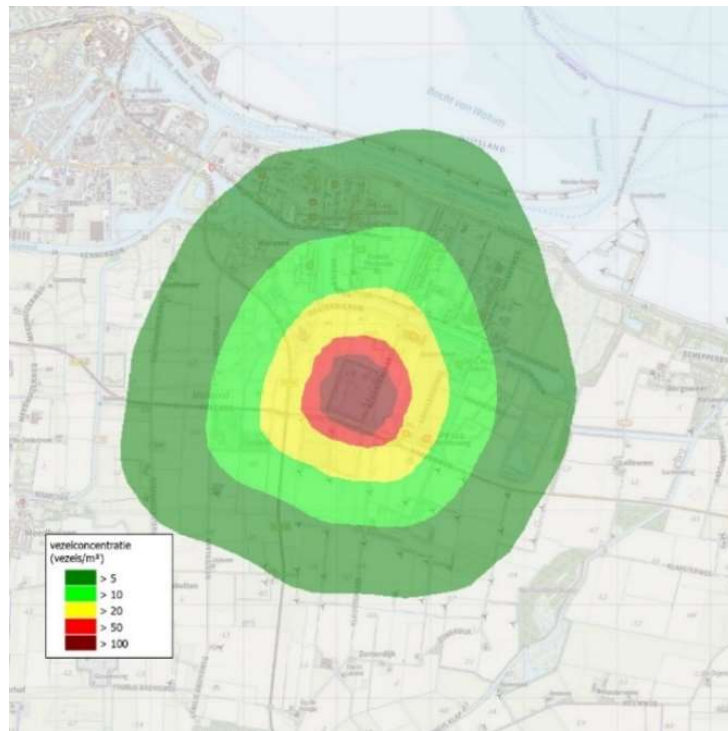
⁴ Particulate Matter: PM10 deeltjes kleiner dan $10 \mu\text{m}$; PM2.5 deeltjes kleiner dan $2.5 \mu\text{m}$

2. Gebaseerd op resultaten van filtermetingen in combinatie met modelberekeningen (SiC-vezels, H₂S, BaP en nikkel)

De concentratie van een aantal stoffen is alleen bepaald bij wind uit de richting van het bedrijf ESD-SiC en ook in de richting van de bedrijven in de westelijk zuidwesthoek van het industrieterrein (zoals het bedrijf Damco Aluminium). De gemiddelde, gemeten, concentratie geeft dan niet het jaargemiddelde op die locatie. Om toch een jaargemiddelde af te leiden zijn deze metingen gesimuleerd met modelberekeningen. Uit de vergelijking van de resultaten van deze berekeningen en de meetresultaten kan de emissie van deze bedrijven worden geschat. Met behulp van deze emissies kan vervolgens het *werkelijk* jaargemiddelde worden geschat. Deze werkwijze is gevolgd voor benzo[a]pyreen, nikkel, waterstofsulfide (H₂S) en SiC-vezels. Daarbij is aangenomen dat voor deze stoffen ESD-SiC en de achtergrond de enige bronnen zijn. Voor nikkel is rekening gehouden met emissies uit twee bronnen: ESD-SiC en Damco Aluminium.

De afgeleide jaargemiddelden staan in Tabel 1. Van belang is te vermelden dat de onzekerheid in de berekende gemiddelde concentraties niet veel groter is dan die in de meetresultaten. In principe wordt alleen gecorrigeerd voor de perioden in het jaar dat de wind niet uit de richting van één van de bronnen waait. Voor het meetstation RWZI is het jaargemiddelde voor SiC-vezels een factor twee tot drie lager dan de, over een veel kortere totale tijdsduur gemeten, concentratie bij wind uit de richting ESD-SiC. Dit laatste geldt voor alle stoffen waarvoor ESD-SiC de belangrijkste bron in de omgeving is.

Voordeel van deze methode is dat ook op andere plaatsen dan de meetlocaties de concentratie berekend kan worden. De op deze manier geschatte emissie kan gebruikt worden om jaargemiddelde contouren af te leiden. Deze iso-contourlijnen geven lijnen met gelijke concentraties door het gebied aan en kunnen worden vergeleken met de grenswaarden. Berekeningen van iso-contourlijnen zijn gemaakt voor SiC-vezels, benzo(a)pyreen, nikkel en waterstofsulfide (H₂S) als vertegenwoordiger van sterk geurende stoffen. Voor PM₁₀ en PM_{2.5} zijn vergelijkbare figuren gemaakt aan de hand van de met CAIREboxen gemeten concentraties. Deze zijn alle gepresenteerd en besproken in het rapport. Een voorbeeld van een berekende figuur met iso-contourlijnen is hieronder gegeven voor SiC-vezels.



Illustratie van de berekende jaargemiddelde concentratie van SiC- vezels per m³ lucht op 1.5 m hoogte berekend bij een emissie vanaf het ESD-SiC terrein waarbij de gemeten concentraties overeenkomen met de berekende concentraties. De kleuren geven de berekende jaargemiddelde concentraties aan.

3. Gebaseerd op meetresultaten van periodieke metingen (arseen, naftaleen, cadmium, lood, kwik, vanadium, fluoriden, EC).

Voor een aantal stoffen die gemeten zijn bij wind uit de richting van ESD-SiC zijn de concentraties erg laag vergeleken met grenswaarden. Tegelijkertijd zijn van deze stoffen geen emissiegegevens beschikbaar. Modelberekeningen worden dan lastig omdat vaak veel en soms ver weg gelegen bronnen bijdragen aan deze concentraties. Berekeningen zoals die zijn gedaan aan de SiC-vezels, zijn dan ook niet uitgevoerd voor deze stoffen. Het gaat dan om stoffen aangetroffen in de monsters zoals naftaleen, arseen, cadmium, lood, kwik en vanadium. De gemeten concentraties bij wind vanuit ESD-SiC (de potentiële bron) zijn tot een factor 10 lager dan grenswaarden (naftaleen, cadmium, lood en vanadium). De gemiddelde gemeten concentraties staan weergegeven in Tabel 2. De concentratie van cadmium is iets verhoogd tegenover de achtergrond maar blijft ruim onder de norm. Ook hier geldt dat, voor stoffen waarvan ESD-SiC de voornaamste bron zou zijn, de jaargemiddelde concentratie op de hoofdstations een factor twee tot drie lager is dan de concentratie gemeten uit de richting van ESD-SiC.

De concentratie van arseen in de monsters genomen bij wind vanuit het ESD-SiC terrein is ongeveer een factor vijf lager dan de grenswaarde. Berekening van het jaargemiddelde aan de hand van modelberekeningen heeft echter niet plaatsgevonden. Het is vooralsnog niet duidelijk welke bronnen in het gebied bijdragen aan de concentratie. Lopende metingen op het station EEW kunnen hierover waarschijnlijk in de nabije toekomst duidelijkheid geven.

De concentratie van Elemental carbon (EC) is licht verhoogd ten opzichte van de regionale achtergrond maar ligt nog ruim onder het niveau dat in Nederland wordt aangetroffen in steden. Berekening van jaargemiddelde waarden heeft plaatsgevonden op basis van BC, dat continu op de hoofdstations wordt gemeten. Black carbon geldt als een proxy voor EC.

Tabel 2 De gemiddelde concentraties (in ng/m³) van stoffen gemeten bij wind uit de richting van ESD-SiC. Totaal stof in µg/m³.

Component	Grens- waarde	Gemiddelde concentratie meetstations Oosterhorn bij wind vanuit ESD-SiC			Jaargemiddelde concentratie in Nederland	
		Hoofdstations	Woonkernen	Achtergrond	Regionaal	Stad/industrie
Totaal stof ⁵	-	28 - 34	-	25	~21	~ 23 - 24
EC		0,6 - 1,2			~0,5	~ 0,8 - 1,4
Naftaleen	8890	110 – 240	74 – 93	39	-	-
Arseen	6	0,6 – 1,3	0,4 – 1,2	0,5	~0,05 - 0,6	~0,3 - 1,2
Cadmium	5	0,3 – 0,5	0,1 – 0,6	0,2	~0,04 - 0,18	~0,15
Lood	500	4,1 – 6,1	3,0 – 6,3	4,5	~3,8 - 5,0	~9,8 – 13,4
Vanadium	1000	1,0 – 1,6	0,8 – 2,0	0,7	~0,8 - 0,9	~2,9
Kwik	50	0,02 – 0,15	0,01 – 0,03	0,03	-	-
Fluoriden	1,6	3,0	1,0	< 0,1	-	-

Conclusies per stof

De resultaten van de metingen, de verwerking daarvan en de modelberekeningen worden in het rapport uitgebreid gepresenteerd en geïnterpreteerd en geduid. Op hoofdlijnen wordt voor de verschillende stoffen en stofgroepen het volgende geconcludeerd:

- Fijn stof

De concentraties voor **fijn stof** PM10 en PM2.5 liggen vrijwel op het regionale achtergrondniveau in de rest van Nederland en daarmee ruim onder de Europese grenswaarden voor fijn stof en zijn vrijwel gelijk aan of iets lager dan de WHO richtlijnen. De gemeten waarden wijken weinig af van de door het RIVM gepresenteerde waarde voor dit gebied voor het jaar 2017. De bijdrage van lokale bronnen is, dichtbij deze bronnen (bedrijven), meetbaar maar blijft beperkt tot enkele microgrammen per m³. 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. Op basis van de metingen met de CAIREboxen wordt de grenswaarde voor daggemiddelden tussen 7 en 11 keer overschreden.

⁵ Door de keuze van de inlaat en de aanzuigsnelheid worden alleen fijnstof deeltjes kleiner dan 50 µm gemonsterd. Grof stof met diameters groter dan 100 µm wordt niet gemonsterd.

- **Roet en benzo[a]pyreen**

De jaargemiddelde concentraties van benzo[a]pyreen in de omgeving van Oosterhorn zijn vergelijkbaar met regionale achtergrondwaarden die gevonden worden in de rest van Nederland. Emissies vanuit het bedrijf ESD-SiC leveren dus geen grote verhoging van de concentratie. De concentratie van roet (gemeten als elementair koolstof) is in de buurt van het ESD-SiC wel licht verhoogd ten opzichte van de regionale achtergrond maar ligt nog ruim onder het niveau dat in Nederland wordt aangetroffen in steden.

- **Metalen**

De jaargemiddelde concentraties van lood en kwik liggen ver onder de grenswaarden voor deze stoffen en er lijkt niet echt een grote bijdrage van emissies vanaf het ESD-SiC terrein. De jaargemiddelde concentraties aan arseen, cadmium, nikkel en vanadium zijn licht verhoogd ten opzichte van regionale achtergrondwaarden in de rest van Nederland maar alle beneden de geldende grenswaarden. Voor vanadium is ESD-SiC een belangrijke emissie bron maar de gevonden waarden blijven ver onder de grenswaarden. Volgens de Nederlandse Emissieregistratie is in het gebied naast ESD-SiC ook het bedrijf Damco Aluminium voor nikkel in lucht een bron. De jaargemiddelde concentratie van nikkel in het gebied is berekend door een combinatie van modelberekeningen en meetresultaten. Daarbij is rekening gehouden met uit meetresultaten afgeleide emissies van ESD-SiC en Damco Aluminium. De jaargemiddelde concentraties in het gebied liggen bij de afgeleide emissie van deze bedrijven op de hoofdmeetstations tussen 5 en 10 ng/m³ (op ongeveer een km afstand van ESD-SiC) en daarmee onder de grenswaarde van 20 ng/m³. In de woonkernen is de belasting lager en ligt de berekende concentratie tussen 2 en 3 ng/m³.

- **SiC-vezels**

Gedurende de gehele meetperiode werden metingen van de concentratie van siliciumcarbide vezels verricht in luchtmonsters genomen op de drie hoofdstations. In een later stadium werden daarnaast monsters genomen in de woonkernen Farmsum, Wagenborgen en Borgsweer. De monsters werden allen genomen bij wind vanuit de richting van ESD-SiC terrein. Aan de hand van modelberekeningen werd uit deze meetresultaten een jaargemiddelde concentratie berekend. Deze berekeningen laten zien dat op de meetstations de jaargemiddelde concentratie lager of gelijk is aan 20 vezels per m³. Op de verder gelegen woonkernen blijft de jaargemiddelde concentratie onder de 5 vezels per m³. Deze waarden liggen lager dan de recentelijk afgeleide MTR (Maximaal Toelaatbaar Risiconiveau) voor SiC-vezels van 300 vezels/m³.

- **Blazers**

Gedurende het onderzoek is uitgebreid gezocht naar methoden om meer inzicht te krijgen in de bijdrage van blazers aan de luchtkwaliteit. Een automatische methode voor het detecteren van blazers en 'remote' aansturing voor het nemen van luchtmonsters in de blazerpluim werd niet gevonden. Wel werden de metingen op de hoofdstations op de momenten dat een blazerpluim over het station trok, achteraf, specifiek geanalyseerd. Daarbij richtte het onderzoek zich op SiC-vezels, roet, H₂S of metalen en op twee aspecten:

- Is de maandgemiddelde concentratie van stoffen hoger naarmate er vaker een blazer over het station is gegaan?

- Hoe hoog is de tijdens een blazer op de meetstations de concentratie van deze stoffen? Gedurende de korte perioden dat er een blazer over het station waait wordt de concentratie van CO en roet voortdurend gemeten. Op basis van deze metingen kan ook de concentratie van bijvoorbeeld SiC-vezels en H₂S worden geschat.

Ten aanzien van de analyse van de metingen op de hoofdstations is het volgende van belang: Het is altijd onduidelijk in hoeverre een blazerpluim precies over het meetstation gaat (en de apparatuur werkelijk lucht aanzuigt uit de pluim). Daarnaast kan de blazerpluim tientallen meters hoog worden en eigenlijk hoog over de meetapparatuur heen waaien. Het is daardoor niet duidelijk in hoeverre de op de stations gemeten concentratie iets zegt over de concentratie in de pluim. Wel geven de metingen inzicht in de concentratie op leefniveau op ruim een kilometer tot enkele kms afstand van het ESD-SiC terrein.

In de meetperiode zijn een groot aantal keren (61 keer waarvan 52 keer in 2019) blazers geheel of deels over de meetstations getrokken. De analyse van de metingen op de hoofdstations laat zien dat gemiddelde concentratie van SiC-vezels, CO, roet en H₂S op de meetstations slechts beperkt beïnvloed wordt door blazers. Deze analyse geeft een bijdrage van blazers van minder dan 10% aan de gemiddelde concentratie van respirabele SiC-vezels op het leefniveau op de meetstations. De analyse laat ook zien dat de gemiddelde concentratie respirabele vezels op de meetstations tijdens een blazer zo'n 450 vezels/m³ is. Maximale waarden worden gezien van 1500 vezels per m³.

Ook voor de andere stoffen CO, roet en H₂S is de bijdrage gering. De waarden voor de verschillende stoffen zijn weergegeven in onderstaande tabel samen met de gemiddelde en hoogste waarden tijdens het voorkomen van een blazer. Voor de meeste stoffen zijn geen grenswaarden voor kortdurende blootstelling ter vergelijking bekend. Voor H₂S en CO zijn grenswaarden (vaak in ARBO-context) beschikbaar. Deze zijn alle hoger dan 1000 µg/m³.

Tabel 3 Concentratie van stoffen tijdens blazers en de bijdrage aan de gemiddelde concentratie op de hoofdstations.

	Gemiddelde bijdrage blazers aan maandgemiddelde en de procentuele bijdrage (in %)	Gemiddelde concentratie tijdens blazer (1 uur)	Hoogste concentratie tijdens blazer (1 uur)
CO (ppm)	0,020 (5%)	1,4	9
Roet (µg/m ³)	0,025 (5%)	2,2	6,8
SiC (vezels/m ³)	5 (9%)	450	1500
H ₂ S (µg/m ³)	0,05 (13%)	10	80

NB Op de meetstations, op leefniveau, blijft de invloed van blazers relatief beperkt. De metingen op deze stations geven dus geen inzicht in de concentratie van stoffen in blazers. Aan de andere kant geeft dit resultaat wel aan dat de invloed van blazers op bijvoorbeeld de concentratie van SiC-vezels **op leefniveau** in dit gebied beperkt is. Deze hele analyse sluit niet uit dat in andere gevallen (onder andere bij speciale meteorologische condities) een blazerpluim op leefniveau wel, gedurende korte tijd, hoge stofconcentraties te zien zou kunnen geven. Tot dusver is dat, ondanks het optreden van 61 blazers echter niet gebeurd op de meetstations.

In één geval konden na het optreden van een blazer monsters sneeuw genomen worden uit het gebied waar de pluim overheen was gegaan. Deze monsters laten hoge concentraties van de onderzochte stoffen en ook SiC-vezels zien. Het is niet geheel duidelijk in hoeverre deze vezels respirabel zijn of gebonden aan grote deeltjes die niet inhaleerbaar zijn. De concentraties in lucht in de pluim zijn ook geschat aan de hand van de sneeuwmonsters. De concentraties van genoemde stoffen berekend aan de hand van de sneeuwmonsters zijn hoger dan de piekconcentratie gemeten op de meetstations maar niet zoveel hoger dat verwacht mag worden dat ze een bijzonder grote invloed zullen hebben op de gemeten maandgemiddelde concentratie. Dit resultaat komt dus overeen met de beperkte stijging van de concentratie in de lucht op de meetstations tijdens blazers.

- **Blaauwe rook**

De eerste serie van metingen op het later bijgeplaatste meetstation gericht op de emissies vanuit industriële activiteiten aan de Noordkant van industriegebied Oosterhorn laten zien dat in deze omgeving vooral de concentratie aan anorganisch fluor, in de vorm van waterstoffluoride (HF) en natriumfluorides, en aluminiumoxide zijn verhoogd. Ook enkele zware metalen zoals o.a. nikkel zijn verhoogd. Omdat in totaal een beperkte aantal perioden is gemeten kan nog geen definitieve duiding worden gegeven van alle resultaten. Dat zal in een later stadium gebeuren.

- **Geurstoffen**

Het was praktisch niet mogelijk alle stoffen die leiden tot het gezamenlijk geurprofiel van het bedrijfsterrein van ESD-SiC in de monsters te analyseren. Wel blijkt dat de concentratie van een aantal geurende (vooral zwavelhoudende) stoffen, waaronder waterstofsulfide als meest dominante stof, zeer sterk is verhoogd ten opzichte van de achtergrond. Emissies vanaf het ESD-SiC terrein veroorzaken deze concentraties. Indicatieve berekeningen van de concentratie aan waterstofsulfide laten zien dat de geurdrempel voor deze stof gedurende honderden uren per jaar wordt overschreden. Dit blijkt uit berekeningen met een verspreidingsmodel. Een vergelijkbaar resultaat wordt bereikt als gebruik wordt gemaakt van koolmonoxide als indicator van deze geurstoffen. Dit zegt op zichzelf nog niet alles over het optreden van geurklachten in het gebied omdat het geurprofiel van het bedrijf meerdere stoffen bevat en de interpretatie veel complexer is. Wel is duidelijk dat emissies van vluchtige (zwavelhoudende) stoffen vanaf het ESD-SiC terrein verantwoordelijk kunnen zijn voor geurklachten in het gebied.

Belangrijkste conclusies en aanbevelingen voor het meetnet na mei 2020

Voor elke onderzochte stof zijn conclusies getrokken ten aanzien van de waargenomen concentraties van stoffen in het gebied en de vergelijking met grenswaarden en concentraties in regionale, stedelijke en industriële gebieden in Nederland. Er ontstaat zodoende het volgende totaalbeeld:

De jaar- en daggemiddelde concentraties voor fijn stof PM10 en PM2.5 en benzo[a]pyreen liggen vrijwel op het regionale achtergrondniveau in de rest van Nederland en daarmee ruim onder de Europese grenswaarden voor fijn stof en in de buurt van WHO-grenswaarden. Concentraties van lood, kwik, vanadium liggen ver onder de geldende grenswaarden. De concentraties van arseen, cadmium, nikkel en roet zijn weliswaar licht verhoogd ten opzichte van regionale

achtergrondwaarden in Nederland, maar ook deze blijven ruim onder de grenswaarden.

De jaargemiddelde concentratie van SiC-vezels op de meetstations op ongeveer één km afstand van het ESD-SiC terrein ligt tussen de 5 en 20 vezels per m³. Op de verder gelegen woonkernen blijft de jaargemiddelde concentratie onder de 5 vezels per m³. Deze waarden liggen ruim onder de recentelijk afgeleide MTR voor SiC-vezels van 300 vezels/m³. Tijdens blazers worden op de meetstations op leefniveau wel gedurende één uur verhoogde concentraties van respirabele SiC-vezels gemeten tot een maximum van ongeveer 1500 vezels/m³. Deze blazers, waarvan er in de totale meetperiode 61 zijn gemeld, hebben echter weinig invloed op de concentratie aan SiC-vezels en andere stoffen. Het zou kunnen dat, onder andere meteorologische condities, een blazerpluim op leefniveau hogere concentraties aan SiC-vezels en andere stoffen te zien kan geven. Dit is in de afgelopen meetperiode van bijna 1½ jaar echter niet voorgekomen.

Emissies vanaf het terrein van ESD-SiC leiden tot verhoogde concentraties van een aantal sterk geurende (vooral zwavelhoudende) stoffen, waaronder waterstofsulfide (H₂S) als meest dominante stof. De concentratie aan waterstofsulfide alleen overschrijdt de geurdrempel voor deze stof gedurende honderden uren per jaar. De samenhang met klachten is niet onderzocht.

De eerste serie van enkelen metingen gericht op de emissies vanuit industriële activiteiten aan de Noordkant van industriegebied en het optreden van de “blauwe rook” laten zien dat daar de concentratie aan anorganisch fluoride zijn verhoogd. Op dit moment gaat het nog om een beperkt aantal meetperioden waardoor nog geen definitieve duiding kan worden gegeven van alle resultaten.

In het rapport worden op basis van dit beeld diverse aanbevelingen gedaan voor verdere activiteiten met betrekking tot het meetnet en de interpretatie van de meetresultaten. De belangrijkste aanbevelingen zijn:

- Voortzetting van de metingen van de concentratie van SiC-vezels op een beperkt aantal meetstations met het doel om ontwikkelingen op de voet te volgen.
- Voortzetting van de metingen op het meetstation gericht op het Noordelijk deel van het industriegebied en “blauwe rook”; mogelijk in combinatie met een aangepast meetstation uit het overige meetnet, zodat meer inzicht gegeven kan worden in de bijdrage van andere bronnen, waaronder “blauwe rook”.
- Het meten van geur componenten handhaven op ieder geval één meetstation en onderzoek naar de samenhang van gemeten geur componenten en klachten.
- Het voortzetten van continue metingen van koolmonoxide, roet en fijn stof op ieder geval één meetstation teneinde meer informatie te genereren over het effect van blazers. Mogelijk in combinatie met nieuwe modelberekeningen gericht op het in kaart brengen van hoge blootstellingen als gevolg van blazers.

Inhoudsopgave

Samenvatting	2
Inleiding en doel	2
Het project	2
Resultaten	4
Conclusies per stof.....	8
Belangrijkste conclusies en aanbevelingen voor het meetnet na mei 2020	11
1 Inleiding	15
1.1 Het industriegebied Oosterhorn.....	15
1.2 Kader en doelstelling van het project Meetnet Oosterhorn.	17
1.3 Het project	19
1.4 Inhoud van dit rapport.....	20
2 Methoden	21
2.1 Monitoren en sensoren continue metingen	22
2.2 Monsterneming chemische componenten.....	22
2.3 Analyse chemische stoffen.....	25
2.4 Modelberekeningen jaargemiddelde concentraties voor omgeving Oosterhorn.....	27
3 Fase I: Voorverkenning	28
3.1 Verzamelen van informatie en mobiele metingen	28
3.2 Inventarisatie emissiebronnen van het ESD-terrein	29
3.3 Oriënterend meetnet.....	32
3.4 Conclusies fase 1	38
4 Fase II: meetnet Oosterhorn	40
4.1 Inrichting definitief meetnet.....	40
4.2 Stof.....	40
4.3 Roet	50
4.4 Koolmonoxide (CO)	54
4.5 Geurstoffen	57
4.6 Siliciumcarbidevezels	62
4.7 Metalen	68
4.8 Polycyclische aromatische koolwaterstoffen	73
4.9 Conclusies meetnet Oosterhorn	74
5 Extra meetstation blauwe rook	79
6 Discussie en duiding	84
6.1 Inleiding	84
6.2 Blazers.....	86
6.3 SiC-vezels.....	90
6.4 Fijn stof	92
6.5 Zware metalen	95
6.6 Roet	97
6.7 Benzo(a)pyreen	98
6.8 Vluchtige geur veroorzakende stoffen	98
6.9 Meetstation EEW (blauwe rook).....	100

7	Conclusies en aanbevelingen	102
7.1	Belangrijkste conclusies meetnet Oosterhorn	102
7.2	Aanbevelingen voor verder onderzoek in het kader van het meetnet Oosterhorn na mei 2020	104
8	Ondertekening	106

1 Inleiding

In het Noordoosten van de provincie Groningen bij Delfzijl ligt het industriegebied Oosterhorn. Al gedurende langere tijd zijn er vragen en klachten over de luchtkwaliteit en geuroverlast in het gebied samenhangende met de activiteiten van de bedrijven aldaar. De provincie Groningen is bevoegd gezag en vergunningverlener voor het gebied. In samenwerking met de Omgevingsdienst Groningen, enkele bedrijven uit het gebied en andere belanghebbenden, verenigd in een projectgroep, heeft de provincie een plan ontwikkeld voor een meetnet rondom het industriegebied Oosterhorn. Deze projectgroep bestond naast vertegenwoordigers van de provincie uit: Omgevingsdienst Groningen (hierna ODG), Samenwerkende Bedrijven Eemsmond (SBE), Groningen Seaport (GSP), Natuur- en Milieufederatie Groningen (NMG) en Adviesgroep Geur Delfzijl. In februari 2018 heeft de provincie het meetnet aanbesteed en in april 2018 heeft TNO de opdracht voor het onderzoek gekregen. In dit rapport worden de resultaten van het onderzoek in de periode oktober 2018 tot en met december 2019 gepresenteerd. Hieronder volgt een beschrijving van het industriegebied Oosterhorn, met de focus op het bedrijf ESD-SiC, en de doelstellingen van het meetnet.

NB: De provincie heeft met betrekking tot het hier beschreven onderzoek een lijst met vragen opgesteld in de vorm van een Excel-sheet. Door TNO is uitgebreid op deze vragen gereageerd in het Excel bestand. De vragen worden grotendeels beantwoord in dit rapport. Voor de duidelijkheid zijn de vragen en de reacties daarop bij het rapport gevoegd (zie Bijlage L).

1.1 Het industriegebied Oosterhorn

In het industriegebied, dat dicht bij de Eemshaven ligt, bevinden zich veel chemische bedrijven die elkaars producten afnemen en gebruiken. Samen vormen ze het Chemie Park Delfzijl. Figuur 1 laat een aantal van deze bedrijven zien. Zo heeft de aluminiumindustrie van oudsher een vestiging in het gebied met bedrijven als Damco Aluminium (voorheen ALDEL). Verder zijn er meerdere grote chemische bedrijven gevestigd, zoals Nouryon (voorheen AkzoNobel), Biomethanol Chemie en DOW Benelux. Door deze chemische industrie zijn er ook diverse energiecentrales op het bedrijventerrein aanwezig, zoals Delesto, EEW (afvalverbrandingsinstallatie) en een BioEnergie Centrale. Verder is er nog een rioolwaterzuiveringsinstallatie (RWZI Delfzijl). Hieronder wordt apart ingegaan op het bedrijf ESD-SiC en daarna zullen ook enkele andere bedrijven kort worden benoemd.

Op dit moment is de mogelijke bijdrage van emissies door de zeescheepvaart niet opgenomen de analyse. De bijdrage aan de gemeten concentraties is gezien de ligging van de meetstations en de gekozen monsternemingsstrategie naar verwachting ook niet groot. Ook een aantal mogelijke bronnen van grof stof zijn op dit moment in de Emissieregistratie niet opgenomen.

In Figuur 1 is een overzichtkaart te zien van het gebied rondom Oosterhorn waarin de genoemde bedrijven uit Tabel 4 zijn aangegeven met de letters 'A' tot en met 'K'. Deze bedrijven zijn op basis van de emissieregistratie gegevens de belangrijkste bedrijven met emissies naar lucht.

Tabel 4 Emissiegegevens (kg/jaar) van de belangrijkste bedrijven op het industrieterrein Oosterhorn voor het jaar 2017 (bron: <http://www.emissieregistratie.nl/erpubliek/erpub/facility.aspx>)

Bedrijf		Emissie naar lucht voor het jaar 2017 (kg/jaar)								
		grof stof	PM10	PM2.5	Fluor ¹⁾	CO	Nikkel	PAK	VOC	H2S
Roba Metals	A	347	276	201	477					
ESD-SiC	B	102300	42520	19130		337600	60	14	18420	4948
Damco Aluminium	C	23690	52970	41700	45460	3080000	154		17780	
EEW Delfzijl	D		1261	1250	143	25830	2,1		485	
Bio Energie Centrale	E	390			120	9740			890	
RWZI Delfzijl	F								10910	
Delesto	G					25770			77820	
BioMethanol Chemie	H					191900			63620	
Evonik	I					2328			7364	
Akzo Nobel Chemicals	J								3918	
Dow Benelux	K					547			1827	

1) Fluoriden anorganisch (als HF).

1.1.1 ESD-SiC

Een belangrijk bedrijf in dit onderzoek is ESD-SiC. Dit bedrijf maakt siliciumcarbide uit petroleumcokes en kwartszand. Het productieproces verloopt batch-gewijs. Bij het proces worden zand en cokes in de juiste verhouding tot reactiemateriaal gemengd en wordt met dit mengsel een oven gebouwd. Midden in deze oven bevindt zich een kern van grafiet die dient als stroomgeleider. De oven wordt afgedekt met een plasticfolie om de tijdens het productieproces vrijkomende procesgassen op te vangen, te ontzwellen en te hergebruiken voor energieopwekking. De verhitting tot ca. 2500 °C gebeurt met grafietkernen die onder spanning worden gezet. Bij deze hoge temperatuur ontstaat het gewenste siliciumcarbide, een bijzonder harde, vaste stof die gebruikt wordt als schuur- en slijpmiddel, als hittebestendig materiaal voor onder meer diesellofilters en als toevoegmiddel aan gietijzer.

Het procesgas bestaat voornamelijk uit waterstof, kooldioxide en koolmonoxide, maar ook kleine hoeveelheden aan methaan en vluchtige zwavelverbindingen zoals waterstofsulfide, koolstofdissulfide en carbonylsulfide. Deze sterk geurende zwavelverbindingen kunnen, wanneer zij vrijkomen (bijvoorbeeld bij de ontmanteling van de ovens), aanleiding geven tot geurklachten in het omliggende gebied. Daarnaast ontstaan met een zekere regelmaat, tijdens het proces (gemiddeld een aantal keer per maand) zogenaamde blazers waarbij een gedeelte van een oven ontploft en een (grote) hoeveelheid stof (mengsel van cokes, zand, grafiet en siliciumcarbide) de lucht in wordt geschoten, wat kan leiden tot stofoverlast in de omgeving. In minder ernstige gevallen ontstaat wat genoemd wordt 'folieverlies' waarbij geen blazer optreedt maar wel gassen kunnen vrijkomen. Naast geuroverlast is er bij de bewoners ook onzekerheid over nadelige effecten die de stoffen in de blazer zouden kunnen hebben op hun gezondheid. De klachten en de onzekerheid van omwoners in de omgeving van industriegebied Oosterhorn (met name ESD-SiC) zijn mede aanleiding geweest voor dit onderzoek naar de luchtkwaliteit ter plaatse. Dit heeft ertoe geleid dat bij de inrichting van het meetnet en het meetprogramma veel aandacht uitgegaan is naar het bedrijf ESD-SiC.

1.1.2 Andere bedrijven

Afgezien van ESD-SiC zijn in het industriegebied Oosterhorn meer bedrijven gevestigd. Voorbeelden zijn Damco Aluminium Delfzijl, een Nederlandse aluminiumsmelter, die in 1966 in het industriegebied Oosterhorn in de Oosterhoek bij Farmsum in bedrijf is genomen. Met behulp van een elektrolyseproces wordt uit aluinaarde vloeibaar aluminium geproduceerd. Hierbij wordt natrium hexafluoroaluminaat (Na_3AlF_6) gebruikt om de smelttemperatuur te verlagen. Het vloeibare aluminium wordt in de gieterij gemengd en gegoten. Een ander groot bedrijf in het gebied is AKZO-Nobel/Nouryon. Dit bedrijf produceert in Delfzijl ruim 2,6 miljoen ton zout per jaar. Dit wordt door middel van membraan-elektrolyse verwerkt tot onder andere waterstof, natronloog en chloor; belangrijke grondstoffen voor de chemische industrie.

Naast de blazers en specifieke geurklachten die gerelateerd zijn aan het bedrijf ESD-SiC, zouden ook andere chemische bedrijven voor overlast voor de omgeving kunnen zorgen. Er wordt bijvoorbeeld melding gemaakt van zogenaamde 'blauwe rook' in de omgeving van het industriegebied. Dit is een incidenteel optredend verschijnsel waarbij dicht boven de grond een blauwe nevel met prikkelende eigenschappen ontstaat. In het verleden is al onderzoek gedaan naar het voorkomen van fluoriden in de lucht in de omgeving (Damco Aluminium was einde twintigste eeuw en in het eerste decennium van deze eeuw één van de belangrijkste emittenten van fluor in Nederland⁶) Deze fluoriden zouden bijvoorbeeld kunnen vrijkomen als gevolg van het gebruik van natrium hexafluoroaluminaat in de aluminiumindustrie in het gebied. Damco Aluminium is de afgelopen jaren van eigenaar gewisseld geweest en de productie is ook tijdelijk gestaakt. In de loop van het jaar 2019 is voor zover bekend de productie volledig hervat.

1.2 Kader en doelstelling van het project Meetnet Oosterhorn.

Het beleid inzake de luchtkwaliteit in de provincie Groningen sluit aan bij het Europese en landelijk beleid dat als doel heeft om duurzame beschermingsniveaus voor de gezondheid van de mens en de natuur te bereiken. Hiervoor wordt beleid ingezet dat erop is gericht om de emissies te verminderen en de luchtkwaliteit te verbeteren⁷. De Europese Unie heeft voor 13 stoffen normen vastgesteld. De concentraties in de buitenlucht mogen niet boven deze normen uitkomen. De EU-normen zijn geïmplementeerd in de Nederlandse wetgeving via de wet Milieubeheer (luchtkwaliteitseisen). De stoffen die op dit moment onder de Europese regelgeving vallen zijn: arseen (As), benzeen (C_6H_6), benzo[a]pyreen, cadmium (Cd), fijn stof (PM10), de fijnere fractie van fijn stof (PM2,5), koolmonoxide (CO), lood (Pb), nikkel (Ni), stikstofdioxide (NO_2), stikstofoxiden (NO_x) en zwaveldioxide (SO_2). Een aantal van deze stoffen speelt ook belangrijke rol in het hier beschreven onderzoek en het meetnet.

⁶

M.G. Mennen, M.E. Boshuis-Hilverdink, W.A.J. van Pul, P.L. Nguyen, E.A. Hogendoorn, E.M. van Putten, G.M. de Groot, RIVM-rapport 609100003/2010, Emissies en verspreiding van fluoriden

⁷ <https://www.clo.nl/indicatoren/nl023012-nationale-luchtkwaliteit-beleid>



Figuur 1 Overzicht van het industriegebied Oosterhorn in Noordoost Groningen met daarin meerdere chemische bedrijven met o.a. Roba Metals (A), ESD-SiC (B), Damco Aluminium (C) EEW Energy from Waste (D), Bio Energie Centrale (E), RWZI Delfzijl (F) Nouryon Delesto (G), Biomethanol Chemie (H), Evonik (I), AKZO Nobel (J) en DOW Benelux (K)

Het doel van het meetnet is door de provincie als volgt omschreven:

Het meten van luchtkwaliteit, geur veroorzakende stoffen en daaraan gerelateerde stoffen op en rondom het industrieterrein Oosterhorn. Deze metingen zijn ook bedoeld om de potentiële gezondheidseffecten rondom het industrieterrein Oosterhorn in kaart te brengen.

De provincie heeft in de uitvraag al vrij gedetailleerd aangegeven welke stoffen in het meetnet zouden moeten worden opgenomen. In de projectbeschrijving en offerte van TNO waren met betrekking tot de luchtkwaliteit de volgende stoffen en stofgroepen opgenomen:

- Fijn stof (PM10, PM2.5, PM1) en grof stof (TSP: Total Suspended Particulates)
- Roet als black carbon (BC) en elementair koolstof (EC),
- Koolmonoxide (CO)
- Zware metalen (arsen, cadmium, nikkel, lood, kwik)
- Benzo(a)pyreen

Duidelijk is dat deze lijst voor een groot deel overlapt met lijst met stoffen waarvoor normen zijn opgesteld door de EU. In een eerder onderzoek is al aandacht besteed aan andere stoffen uit de EU lijst zoals stikstofoxiden, zwaveldioxide en vluchtige koolwaterstoffen. In

het gebied werden geen opvallend hoge of grenswaarden overschrijdende waarden gemeten (Voogt (2014))⁸

In aanvulling op de eisen van de provincie heeft TNO het pakket van stoffen uitgebreid:

- Naast benzo(a)pyreen worden ook de andere PAK-componenten meegenomen (16 EPA PAK);
- Als indicator voor de emissie vanuit ESD wordt vanadium als extra metaal toegevoegd;
- Als representanten van geur veroorzakende stoffen worden methylnaftalenen en methylbenzothiofenen in het onderzoek betrokken.

Naast de eisen aan de te meten stoffen, was een eis dat meetresultaten opgenomen zouden kunnen worden in de *Luchtapp* van de provincie. Voorgesteld werd om de op de meetstations 'real time' gemeten concentraties van fijn stof (PM10, PM2.5 en PM1), black carbon en koolmonoxide "online" op de app (<https://geurapp-acc.wowwww.nl/>) verzorgd door het bureau WOWWWW te presenteren. De resultaten van de 'offline' metingen aan andere chemische stoffen zijn maandelijks schriftelijk aan de provincie gerapporteerd. Het in kaart brengen van de potentiële gezondheidseffecten is geen onderdeel van het TNO-onderzoek en als zodanig zal er in dit rapport dan ook weinig aandacht aan worden besteed.

1.3 Het project

1.3.1 Fasering

Het door de provincie opgedragen onderzoek is in twee fasen opgedeeld:

- De eerste fase bestaat uit oriënterende metingen met een mobiele meetwagen gevolgd door inrichting van een tijdelijk (beperkt) meetnet met als doel informatie te verzamelen gericht op het optimaal inrichten van het definitieve meetnet;
- Na afloop van de eerste fase is door TNO een voorstel voor invulling van de tweede fase opgesteld (definitieve meetnet) en met de provincie afgestemd. Dit voorstel is door de provincie geaccepteerd en in 2019 is een volledig ingericht meetnet operationeel geworden.

1.3.2 Proces

De provincie organiseert regelmatig overleg met de projectgroep (zie boven). Na de start, na afloop van de eerste fase, en gedurende de looptijd van het definitieve meetnet hebben TNO-medewerkers deelgenomen aan dit overleg en de resultaten en plannen gepresenteerd en besproken. Daarnaast was er regelmatig contact met medewerkers van de provincie en hebben TNO-medewerkers deelgenomen aan overleg met stakeholders over de *Luchtapp*. Tijdens deze overlegmomenten kwam het meetnet regelmatig en uitgebreid ter sprake.

Gedurende de looptijd van het project zijn er, in overleg met de provincie, enkele aanpassingen en uitbreidingen geweest op het oorspronkelijke projectplan. De belangrijkste uitbreidingen waren:

- Uitbreiding van het meetnet met drie meetstations voor het nemen van luchtmonsters. Deze uitbreiding hing, onder andere, samen met de wensen van de

⁸ M. Voogt (2014) Metingen van de luchtkwaliteit in de omgeving van het industriegebied Delfzijl, TNO-rapport R2014 R11111.

projectgroep. De extra meetstations waren gelegen in woonkernen in de omgeving van het industrieterrein;

- Extra onderzoek naar de aanwezigheid van siliciumcarbide vezels op alle meetstations. Aanleiding voor deze uitbreiding was het aantreffen van siliciumcarbide vezels in het oriënterende meetnet op de hoofdmeetstations;
- Uitbreiding met een meetstation in het noordelijke gedeelte van het industriegebied gericht op onderzoek naar het optreden van de zogenaamde 'blauwe rook'. Dit is een incidenteel optredend verschijnsel waarbij dicht boven de grond een nevel met soms prikkelende eigenschappen en een blauwachtige kleur ontstaat.

Deze uitbreidingen passen bij de oorspronkelijke doelstelling van het project.

1.4 Inhoud van dit rapport

In dit rapport wordt uitgebreid ingegaan op de resultaten van de metingen uitgevoerd in het meetnet Oosterhorn. Allereerst wordt kort ingegaan op de meetmethoden en analysetechnieken die zijn toegepast in het onderzoek (hoofdstuk 2), daarnaast worden de werkzaamheden en resultaten besproken van de eerste verkennende fase (hoofdstuk 3). De resultaten van het oriënterende meetnet in deze eerste fase zijn gebruikt voor de inrichting van het definitieve meetnet in Fase 2. Derhalve zal vooral worden ingegaan op facetten die van invloed zijn geweest op aanpassingen en uitbreidingen van het definitieve meetnet. In navolging van de TNO-rapportage met betrekking tot de blazers zal in hoofdstuk 3 kort worden ingegaan op het meten van de blazers. De resultaten van het definitieve meetnet worden besproken in hoofdstuk 4, waarbij vooral wordt ingegaan op de resultaten van de 'real time' BC-, CO- en fijn stof monitoren. De individuele resultaten van de 'offline' metingen zijn reeds nauwkeurig beschreven in de maandelijkse rapporten, daarom worden deze resultaten summier besproken met vooral aandacht voor jaargemiddelde waarden. In hoofdstuk 4 wordt ook specifiek ingegaan op de geur veroorzakende stoffen in relatie tot de geuroverlast en de bijdragen van blazers en resuspensie op de SiC vezelconcentratie in de lucht. In hoofdstuk 5 zal apart worden ingegaan op de resultaten van het EEW-metstation (EEW Energy from Waste Delfzijl B.V.), waarbij de vermoedelijke bronnen van de 'blauwe rook' aan bod komen. Tenslotte worden in de hoofdstukken daarna de resultaten besproken waarbij duiding zal worden gegeven, conclusies worden getrokken en voorstellen worden gedaan voor voortzetting van het onderzoek.

2 Methoden

In het onderzoek is een groot aantal methoden gebruikt. In dit hoofdstuk worden in het onderzoek gebruikte meetmethoden, analysetechnieken en gebruikte monitoren beschreven. Figuur 2 geeft een foto van de apparatuur op één van de hoofdstations (zie ook Tabel 1). Op deze stations werd apparatuur (monitoren) gebruikt voor het meten van fijn stof (PM10, PM2.5 en PM1), zogenaamd Black Carbon (BC, waaronder roet) en koolmonoxide (CO). Deze monitoren werken continu en de meetresultaten werden direct (on-line) weergegeven op de Luchtapp. Op deze Luchtapp staan dan ook de op dat moment optredende concentraties van die stoffen (real time). Daarnaast werden op deze stations filters (voor fijn stof) en adsorptiebuisjes (voor vluchtige stoffen) beladen ten behoeve van fysisch-chemische analyses in het laboratorium van TNO. Een aantal filters werd beladen via zogenaamde PM10-koppen waardoor alleen deeltjes kleiner dan 10 µm werden bemonsterd. Ten behoeve van de metingen in het oriënterend meetnet werden ook inlaten voor *totaal stof* (Total Suspended Particulates, TSP) gebruikt.

Het TNO-laboratorium is geaccrediteerd voor een aantal verrichtingen (chemische analyses); waar van toepassing wordt dit in de tekst hieronder aangegeven. De door TNO gebruikte monitoren voor CO en BC zijn van *state of the art* kwaliteit. De CAIREboxen zijn een eigen ontwerp van TNO. In het meetnet worden zij ingezet voor het vaststellen van het verloop van de concentratie over het gebied. De monitoren worden gekalibreerd in het laboratorium van TNO in Petten. In het huidige onderzoek wordt de kwaliteit van deze monitoren vastgesteld door vergelijking met een *state of the art* monitor van het merk GRIMM.



Figuur 2 Monsternemingsapparatuur op het meetstation Geefswesterweg uit het meetnet Oosterhorn. Op de linker foto is de PM10 lucht inlaat (linksboven) te zien met enkele filterhouders daaraan gekoppeld. Daarnaast twee SEM/EDX filterkopjes en twee TSP filterkoppen met helemaal boven de luchtinlaat voor de BC en CO monitoren. Op de rechter foto zijn de BC- en CO-monitor te zien.

2.1 Monitoren en sensoren continue metingen

2.1.1 Koolmonoxide (CO)

De meting van koolmonoxide wordt uitgevoerd met een Carbon Monoxide Analyzer van Thermo Fisher (model 48i). De detectie van CO berust op de zogenaamde Gas Filter Correlation Technique. Het betreft een meting op basis van absorptie van infrarood licht. De monitor heeft een tijdsresolutie van 60 seconde en een detectiegrens ca. 40 ppbv. De CO-monitoren staan op de drie hoofdstations.

2.1.2 Black carbon (roet)

Voor metingen van Black Carbon (BC) is een Multi Angle Absorption Photometer (MAAP) gebruikt van de firma Thermo Fisher (Thermo 5012i). De MAAP is ingesteld op een tijdsresolutie van 10 minuten; met deze instelling heeft de monitor een detectiegrens lager dan 50 ng/m³. De BC-monitoren staan op de drie hoofdstations.

2.1.3 Fijn stof (CAIREboxen)

De metingen van fijn stof (PM₁, PM_{2.5} en PM₁₀) worden uitgevoerd met CAIREbox sensoren. De fijn stofsensor van de CAIREbox sensor is gebaseerd op een optische meting. Met behulp van een infrarode lichtbron wordt de verstrooiing van licht gemeten die ontstaat als het licht de fijn stofdeeltjes raakt. Met deze sensoren worden deeltjes vanaf ca. 0,4 µm geteld in een tijdsinterval van 10 minuten en met een geïjkt algoritme omgerekend naar een massaconcentratie. Deze monitoren zijn op de drie hoofdstations geplaatst en daarnaast op drie locaties in de richting van de woonkernen en op twee locaties dichtbij ESD-SiC.

2.1.4 Fijn stof (GRIMM-monitor)

Op het hoofdstation RWZI Delfzijl zijn in de periode april – december 2019 fijn stof metingen uitgevoerd met de ECM190 Environmental Dust Monitor van de firma GRIMM ter vergelijking met de CAIREbox sensoren. Met deze geavanceerde monitor worden deeltjes vanaf ca. 0,25 µm gemeten door middel van een orthogonale (90°) lichtverstrooiingstechniek, waarbij de deeltjestellingen werden omgezet in een massagrootteverdeling waaruit de PM₁₀, PM_{2.5} en PM₁ waarden worden afgeleid in µg/m³. De tijdsresolutie is ingesteld op 1 minuut met een meetbereik van 0,25 - 32 µm in 31 deeltjesgrootte fracties.

2.2 Monsterneming chemische componenten

Op de drie hoofdstations en later op stations in woonkernen worden verschillende monsters genomen ten behoeve van analyses in het laboratorium van TNO. Er werden vijf verschillende monsters genomen:

- Teflon filters ten behoeve van TSP, PM₁₀ en metalen
- Kwartsvezel filters (QMA) ten behoeve van PAK en EC/OC (elementair koolstof / organisch koolstof)
- Goudgecoate Nuclepore filters ten behoeve van siliciumcarbidevezels en karakterisering met elektronmicroscopie en röntgen microanalyse
- XAD-2 adsorptiebuisjes ten behoeve van vluchtige geur veroorzakende stoffen, gebruikt in de maandelijkse meetcampagnes
- Kwartsvezel filters (QMA) geïmpregneerd van natriumcarbonaat ten behoeve van waterstoffluoride (HF)

Omdat kwik zowel kan voorkomen als elementair metallisch kwik (vluchtig) en anorganisch kwik (deeltjes gebonden) zijn in het oriënterend meetnet ook Hopcalite adsorptiebuisjes bemonsterd voor elementair metallisch kwik. Voor de emissiemetingen van vluchtige geur veroorzakende stoffen nabij het ESD-terrein zijn Tenax adsorptiebuisjes en vacuüm Canisters (cylinders) gebruikt.

Alle luchtmonsters zijn genomen op een hoogte van ca. 1,5 – 2 meter boven de grond, bij een bepaalde, vooraf ingestelde, windrichting (windhoek) en een minimale windsnelheid. Bij andere windrichtingen en lagere windsnelheden⁹ is geen lucht bemonsterd. De gemeten concentratie is een maat voor de concentratie van stoffen in de lucht op leefniveau bij wind *uit de ingestelde richting*. Een hoogte van ca. 1,5 meter is de standaardhoogte voor leefniveau, dat wil zeggen ruwweg de hoogte waar mensen ademen. Dit maakt het mogelijk de gemeten concentraties te vergelijken met grenswaarden.

Op zes van de zeven meetstations zijn monsters genomen bij wind uit de richting van ESD-SiC. Door deze werkwijze kan ESD het best en het gevoeligst als bron worden gekarakteriseerd. Vanaf september 2019 is op de locatie EEW een meetstation bijgeplaatst die lucht bemonsterd uit westelijke windrichting om zicht te krijgen op de industriële activiteiten aan de Noordkant van industriegebied Oosterhorn. De positie van de meetstations en de instellingen van deze stations zijn weergegeven in Figuur 3 en staan beschreven in Tabel 5. Bij de totstandkoming van de locaties van de meetstations is rekening gehouden met een veelvoud aan factoren, waaronder praktische overwegingen (o.a. aanwezigheid van stroom), representativiteit en interpretatie van meetgegevens (o.a. vrije ligging zonder obstakels, dominante windrichtingen) en de wensen van de bewoners, rekening houdend met de ligging van woonkernen.

Om de chemische stoffen goed te kunnen meten werd, indien mogelijk, lucht aangezogen gedurende een periode van 48 uur. In Bijlage B is de effectieve monsternemingsduur per meetstation voor de 14 meetperioden opgenomen. Met het ‘Doel van het meetstation’ wordt de voornaamste doelstelling van de metingen op het meetstation aangegeven: monsternemen bij wind “uit de richting van ESD”, respectievelijk het vaststellen van de achtergrondconcentratie, met “Oosterhorn” wordt bedoeld het monsternemen van lucht bij wind over het (noord) westelijke gedeelte van het industriegebied met daarin bijvoorbeeld het gebied rondom het bedrijf Damco Aluminium.

Voor wat betreft de monsterneming van fijn stof is ook de luchtinlaat van belang. Deze inlaat bepaalt welke deeltjes worden afgevangen. In dit onderzoek zijn zowel PM10 als totaal stof (TSP) inlaten gebruikt. De TSP- filterkoppen hebben echter ook bepaalde restricties voor wat betreft deeltjesgrootte; dit heeft vooral te maken met de diameter van de filterkop in combinatie met de aanzuigingsnelheid. De gebruikte filterkoppen voor het onderzoek met de elektronenmicroscopie hebben een diameter van ca. 2 cm en een aanzuigdebiet van 1 - 3 L/min, dit betekent dat deeltjes tot maximaal 40 µm (1 L/min) en 25 µm (3 L/min) nog goed (= 100% afvangrendement) bemonsterd worden. Voor de chemische stoffen wordt gebruik gemaakt van een filterkop met een diameter van ca. 4 cm en een aanzuigdebiet van 8 L/min, wat betekent dat deeltjes tot maximaal ca. 50 µm nog goed bemonsterd worden. Dit betekent dat op de meetstations géén grof stof (>100µm) wordt bemonsterd.

⁹ Bij erg lage windsnelheid is er nog nauwelijks sprake van een windrichting. Om te voorkomen dat monsters bij variabele windrichting worden genomen is een ondergrens voor de windrichting ingesteld.



Figuur 3 De ligging van de meetlocaties in het meetnet Oosterhorn en de windhoek waarin ze lucht bemonsteren. De hoofdstations zijn Geefswesterweg, Heemskesbrug, en RWZI Delfzijl, deze zijn voorzien van alle monitoren (CO, BC en fijn stof). Op de locaties Ideweertseweg, Zwaaiekom, ESD_Oost en ESD_Zuid wordt alleen fijn stof gemeten met CAIREboxen.

Tabel 5. Doel en instellingen meetstations

Locatie meetstation	Doel meetstation	Windrichting (graden)	Snelheid (m/s)	Meetperiode
Heemskesbrug	ESD	192-236	>3 ¹⁾	Vanaf oktober 2018
RWZI Delfzijl	ESD	119-165	>1	Vanaf oktober 2018
Geefswesterweg	Achtergrond ²⁾	119-165	>1	Vanaf oktober 2018
Geefswesterweg	ESD	56-96	>1	Vanaf mei 2019
Farmsum	ESD	120-160	>1	Vanaf juni 2019
Borgsweer	ESD	249-289	>1	Vanaf juni 2019
Wagenborgen	ESD	8-48	>1	Vanaf juni 2019
Oosterhorn EEW	Oosterhorn	240-330	>1	Vanaf september 2019

1) Hiervoor is gekozen omdat bij lagere windsnelheid de windrichting te veel fluctueert.

2) Deze meting geeft een beeld van de concentratie van stoffen uit de richting **zonder** bijdrage van emissies vanaf het ESD-SiC terrein

2.3 Analyse chemische stoffen

De monsters werden in het laboratorium onderzocht op de volgende stoffen:

- Selectie van zes zware metalen; Cadmium (Cd), Arseen (As), Nikkel (Ni), Lood (Pb), Vanadium (V) en kwik (Hg)
- Geur veroorzakende stoffen (naftaleen, methylnaftalenen, methylbenzothiofenen)
- 16 Polycyclische aromatische koolwaterstoffen (de zogenaamde 16 EPA PAK)
- Siliciumcarbide vezels
- Totaal stof (TSP) en fijn stof (PM10)
- Roet (EC/OC)
- SEM/EDX-karakterisering (onderscheid SiC, cokes en grafiet, inclusief deeltjesgrootteverdeling)

De gevonden hoeveelheid in het monster gecombineerd met het aangezogen volume geeft de concentratie in het monster.

2.3.1 Totaal stof en PM10

Totaal stof (TSP¹⁰) en PM10 stof is bepaald met behulp van gravimetrische analyse volgens NEN-EN 12341 (Luchtkwaliteit - Algemene gravimetrische referentiemethode voor de bepaling van de PM10 of PM2,5-massafractie van zwevende stof in de buitenlucht).

2.3.2 Metalen

Zware metalen zijn bepaald met behulp van *hoge resolutie inductief gekoppeld massaspectrometrie* (HR-ICP-MS) volgens NEN-EN 14902 (Luchtkwaliteit - Standaard methode voor de meting van Pb, Cd, As en Ni in de PM10 fractie van zwevend stof) en NVN 2817 (Luchtkwaliteit - Uitworp door stationaire bronnen - Monsterneming en analyse voor het bepalen van de gehalten aan arseen, cadmium, chroom, koper, kwik, lood en zink en hun verbindingen in zwevend stof en in de gasfase).

2.3.3 PAK

PAK inclusief benzo(a)pyreen zijn bepaald met behulp van isotoopverdunding en GC/MS¹¹ analyse volgens ISO 12884 (Buitenlucht - Bepaling van het totaal (gas- en deeltjesfase) polycyclische aromatische koolwaterstoffen met GCMS-analyse). Hierbij is onderscheid gemaakt tussen *totaal* PAK (16 EPA PAK), vluchtige PAK en deeltjes-gebonden PAK.

2.3.4 Elementair koolstof (cokesstof en roet)

Elementair koolstof (EC) is bepaald met behulp van thermisch-optische koolstof analyse volgens NEN-EN 16909 (Buitenlucht - Meting van elementair koolstof en organisch koolstof afgezet op filters). Voor het temperatuurprogramma is het EUSAAR 2 protocol gebruikt.

¹⁰ TSP (Total Suspended Particulate) geeft alle in lucht zwevende deeltjes aan. PM10 zijn alleen de deeltjes met een diameter kleiner dan 10 µm. De PM10 fractie is slechts een gedeelte van de TSP-fractie en wordt op een apart filter bemonsterd. Dit filter bevindt zich na een afscheider die alleen de PM10 fractie doorlaat. De concentratie TSP is dus altijd hoger dan die van PM10. Dit geldt ook voor, bijvoorbeeld, de gehalten zware metalen. De concentratie lood in de TSP-fractie (in ng/m³) is dus, in principe, altijd hoger of gelijk aan de concentratie lood in de PM10-fractie.

¹¹ Gas chromatografie–massa spectrometrie (GC-MS). Combinatie van een analytisch chemische techniek om stoffen te scheiden (GC) en daarna te identificeren (MS)

2.3.5 Geur veroorzakende vluchtige stoffen

De concentratie van een selectie van geur veroorzakende vluchtige organische verbindingen, namelijk methylnaftalenen, dimethylnaftalenen, benzothiofeen en methylbenzothiofenen, is bepaald met behulp van GC/MS-analyse volgens een door TNO ontwikkelde methode, gebaseerd op ISO 12884. Dit betekent dat de geur veroorzakende stoffen op dezelfde manier zijn geanalyseerd zoals beschreven onder de PAK.

De canisters (kleine cilinders) en Tenax-adsorptiebuisjes tijdens de emissiemetingen en voor de metingen van blauwe rook zijn geanalyseerd met behulp van thermische desorptie en gaschromatografische analyse (ATD-GC-MS) in SCAN-mode, zodat een overzicht wordt verkregen van de meest relevante vluchtige (zwavel)koolstofverbindingen in de range van C1 – C24. De analyse wordt uitgevoerd volgens een door TNO ontwikkelde methode die deels is gebaseerd op NEN-EN-ISO 16017 (Binnenlucht, buitenlucht en werkplekatmosfeer - Bepaling van vluchtige organische verbindingen met monsterneming op adsorptiebuisen, thermische desorptie en capillaire gaschromatografie). In aanvulling daarop zijn in 2020 analyses uitgevoerd met een omgebouwde analyse opstelling (ander injectiesysteem en scheidingskolom) voor de analyse van zeer vluchtige zwavelkoolstofverbindingen (o.a. H₂S, COS, DMS, methaanthiol). Deze analyses zijn in SIM-mode uitgevoerd, waarbij gebruik is gemaakt van externe standaarden, voor een gevoelige en betrouwbare kwantificatie van de zwavelverbindingen.

2.3.6 SiC-vezels

De bemonsterde goud gecoate Nuclepore filters zijn geanalyseerd met scanning elektronenmicroscopie in combinatie met röntgen microanalyse (SEM/EDX). Hiermee wordt bij een vergroting van 2000x specifiek gezocht naar siliciumcarbide vezels. Deze analyse is uitgevoerd conform de NEN-ISO 14966 "Ambient air – Determination of numerical concentration of inorganic fibrous particles – Scanning electron microscopy method".

2.3.7 Fysisch-chemische deeltjeskarakterisering met SEM/EDX

In het oriënterende meetnet zijn de stofdeeltjes op de goud gecoate Nuclepore filters kwantitatief fysisch-chemisch gekarakteriseerd met behulp van SEM/EDX. Op basis van morfologische kenmerken en elementsamenstelling is, met SEM/EDX, onderscheid gemaakt in vier typen deeltjes: kwarts, cokes, grafiet en SiC. Van alle typen deeltjes is de concentratie in aantallen (#/m³) en massa (µg/m³) bepaald. De massaconcentratie is afgeleid op basis van deeltjesgrootte en soortelijke massa (welke is ingeschat aan de hand van de elementsamenstelling). Tevens is per type deeltje een grootteverdeling gemaakt, zodat onderscheid kan worden gemaakt in fijn stof en grof stof.

2.3.8 Waterstoffluoride (HF)

Waterstoffluoride (HF) is bemonsterd met kwarts filters geïmpregneerd met natriumcarbonaat. De filters zijn geanalyseerd met ionchromatografie conform de NIOSH 7906 (particulate fluorides and hydrofluoric acid, method 7906). Met deze methode wordt dus specifiek HF bepaald als aparte component naast de deeltjes gebonden fluorverbindingen.

2.4 Modelberekeningen jaargemiddelde concentraties voor omgeving Oosterhorn

Bij de berekening van een jaargemiddelde concentratie op basis van de meetresultaten is gebruik gemaakt van het model Pluim Plus, een SRM-3 model. Met behulp van dit Gaussisch pluimmodel is een berekening van de verspreiding gemaakt op basis van onderstaande gegevens:

- Gegevens over de afmetingen en ligging van het terrein.
- Een set meteorologische gegevens - gegevens van het KNMI, voor het meteostation Nieuw-Beerta gedurende de periode van 10 oktober 2018 tot en met 31 december 2019.
- De concentratie aan fijn stof, siliciumcarbide vezels en chemische componenten op de meetstations in de periode 10 oktober 2018 tot en met 31 december 2019.

De berekening van de jaargemiddelde concentratie verloopt in stappen:

1. Berekenen van concentraties ter plaatse van de meetstations met het model, onder operationele condities van de meetstations. Dit betekent: bij (voldoende) wind uit de richting van ESD (of een andere ingestelde windrichting waarbij lucht wordt aangezogen). De berekening vindt dus onder de dezelfde condities voor wat betreft windsnelheid, windrichting enzovoort plaats als waarbij het monster is genomen. Daarbij wordt een eenheidsbronsterkte van 1 g/s gekozen..
2. Vergelijken van de gemeten waarden met de met het model berekende waarden, . Daarbij wordt een 'kalibratiefactor' bepaald. De kalibratiefactor geeft het getal aan waarmee de bronsterkte in de berekeningen gecorrigeerd moet worden om de meetwaarden gemiddeld gelijk te maken aan de berekende. Hierbij wordt een weging toegepast met het aantal uren per periode dat op het meetstation lucht is aangezogen. Nu is de emissie van het terrein "vastgesteld" aan de hand van de meetresultaten. Een berekening met het model onder de condities waarbij werd gemeten geeft exact de gemeten concentratie.
3. Vervolgens is een berekening met het model uitgevoerd voor een gebied van 6x6 kilometer rondom het ESD-terrein, met een bron met een bronsterkte gelijk aan de eenheidsbronsterkte gedeeld door de kalibratiefactor, dat wil zeggen met de zo goed mogelijk bepaalde emissie sterkte op het ESD-terrein. De berekeningen worden gedaan voor elk uur van een representatieve meteorologische dataset van 10 jaren. Voor elk uur zijn de meteorologische condities zoals windsnelheid, windrichting en stabiliteit gegeven. Middelen van de berekende waarden geeft de jaargemiddelde concentratie. Deze wordt in kleuren in kaartjes weergegeven (zogenaamde iso-contourlijnen).
4. Ten behoeve van de berekeningen voor nikkel zijn aparte berekeningen gedaan waarbij een eenheidsemissie is toegekend aan het bedrijf Damco Aluminium en aan ESD-SiC. Aangenomen is dat bij Damco Aluminium alle emissie vrijkomt uit de 30 m hoge schoorsteen van dit bedrijf.

In grote lijnen is de berekening van het jaargemiddelde dus een correctie van de meetwaarde (bij wind uit de richting van de bron) voor de periode dat de wind niet uit de richting van de bron waait. Voor vluchtige geur veroorzakende stoffen is niet de gemiddelde concentratie gegeven maar het 98 percentiel. Dit wil zeggen dat in 2% van de tijd de concentratie boven deze waarde uitkomt. Dat is ca. 1 week (176 uur) per jaar.

3 Fase I: Voorverkenning

Zoals boven vermeld bestond het onderzoek uit twee fasen: een voorbereidende fase en de tweede fase waarin het meetnet operationeel is. Fase 1 wordt in zijn geheel hierna beschreven. Deze fase bestond uit drie onderdelen:

1. Verzamelen van informatie en mobiele metingen ten behoeve van het inrichten van het oriënterende meetnet.
2. Inventarisatie emissiebronnen door middel van fysisch-chemische karakterisering van materialen op het ESD-terrein en metingen van emissies aan de rand van het terrein.
3. Oriënterend meetnet gedurende 3 maanden.

3.1 Verzamelen van informatie en mobiele metingen

3.1.1 *Overleg met ESD-SiC*

Ten behoeve van het eerste onderdeel, gericht op het inrichten van het tijdelijk meetnet, werd informatie verzameld bij de provincie, de omgevingsdienst en het bedrijf ESD-SiC. Medewerkers van TNO en een medewerker van de provincie brachten een bezoek aan de directie van ESD. Veel informatie werd uitgewisseld. Daaruit bleek onder andere dat het in verband met de veiligheid niet mogelijk zou zijn metingen aan de emissies op het terrein zelf uit te voeren. Het oorspronkelijk plan om deze metingen uit te voeren verviel daardoor. Ook het snel signaleren van blazers gevolgd door directe metingen van TNO in de pluim aan de randen van het ESD-terrein bleek niet haalbaar. Er werden afspraken gemaakt over het beschikbaar stellen van grondstof- en productmonsters afkomstig van ESD. Een verslag van het gesprek is opgenomen in de bijlage I.

3.1.2 *Metingen met een meetwagen in het gebied*

Met de meetwagen van TNO, met daarin geavanceerde apparatuur voor het meten van gassen en fijn stof, werd een uitgebreide rondrit in het gebied gemaakt. Deze was gericht op het verzamelen van de eerste informatie ten behoeve van de inrichting van het tijdelijk meetnet. Uit de verzamelde gegevens is geconstateerd dat op verschillende plaatsen rondom het ESD-terrein verhoogde concentraties van koolmonoxide (CO) te meten zijn (zie Figuur 4). De invloed van de emissies vanaf het ESD-terrein is duidelijk te zien. Deze is met de huidige monitoren goed meetbaar op de beoogde meetstations op afstanden van één tot ruim twee kilometer. Op basis van deze gegevens en verdere contacten met de omgevingsdienst en de provincie werden locaties voor het meetnet geselecteerd, te weten op de Heemskesbrug, op het terrein van de RWZI Delfzijl en bij een boerderij aan de Geefsweersterweg.



Figuur 4 Gemeten concentratie van CO (rode lijn) tijdens de mobiele metingen met de meetwagen. De oranje pijl geeft de tijdens de metingen heersende windrichting aan. De blauwe lijn geeft de afgelegde weg. Pieken aan de zuidoostkant van ESD-SiC zijn waarschijnlijk veroorzaakt door uitlaatgassen van passerende voertuigen of van de eigen mobiele meetwagen.

3.2 Inventarisatie emissiebronnen van het ESD-terrein

3.2.1 Fysische-chemische karakterisering van de materialen uit het productieproces op het terrein van ESD-SiC

De door ESD-SiC beschikbaar gestelde grondstoffen, hulpstoffen en het product zijn uitgebreid fysisch-chemisch gekarakteriseerd. Dit onderdeel was oorspronkelijk gepland in fase 2, maar mede doordat het onmogelijk was om de emissies op het terrein van ESD te meten, is dit onderdeel al in fase 1 uitgevoerd. Het bedrijf ESD-SiC heeft zelf representatieve monsters genomen van de diverse materialen op het terrein, waaronder:

- Siliciumcarbide
- Cokes
- Grafiet
- Kwartszand
- Omloop (dit is het materiaal dat gebruikt wordt om de ovens af te dekken)

Van de aangeleverde materialen is door TNO eerst de inhaleerbare fractie (<math><100\ \mu\text{m}</math>) afgescheiden door middel van zieving waarna deze fractie is geanalyseerd op de volgende componenten:

- Elementair- en organisch koolstof (EC/OC)
- Polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK)
- Zware metalen
- Vluchtige organische verbindingen (VOC)
- Siliciumcarbide vezels
- Elementsamenstelling

In Tabel 6 is een samenvatting gegeven van de belangrijkste resultaten, in bijlage A zijn resultaten van alle analyses opgenomen.

Tabel 6. Resultaten van de fysisch-chemische karakterisering van materialen op het terrein van ESD-SiC (fase 1). Met het oog op relevantie voor mogelijk blootstelling is hierbij de inhaleerbare fractie (<100 µm) van de materialen geanalyseerd.

Materiaal	SiC <100µm	Grafiët <100µm	Cokes <100µm	Omloop <100µm	Omloop 0,1-1mm
Fractie (%)					
<100µm	<0,01%	7,5%	7,2%	4,0%	-
0,1-1mm	-	-	-	-	77%
Totaal koolstof (%)					
Asrest	92%	9%	1,0%	47%	76%
EC	8,0%	90%	94%	51%	23%
OC	0,2%	0,0%	5,3%	2,1%	1,0%
Siliciumcarbide vezels					
10 ⁸ vezels/kg	1,4 (1,1 – 1,9)	-	-	2,5 (1,8 – 3,3)	-
mg/kg	1,9 (1,4 – 2,7)	-	-	10 (7 – 13)	-
Stoffen/elementen (%)					
Zwavel (S)	0,1%	0,02%	0,03%	0,2%	1,1%
Kwarts (SiO ₂)	5-10%	-	-	25-35%	65-75%
Siliciumcarbide (SiC)	80-90%	2%	-	10-20%	<10%
Polycyclische aromatische koolwaterstoffen (mg/kg)					
som 16 EPA PAK	-	13	92	676	121
som PAK (niet vluchtig)	-	8	56	326	65
Benzo(a)pyreen	-	0,74	12	43	8,5
Zware metalen (mg/kg)					
Nikkel (Ni)	427	69	174	65	16,1
Cadmium (Cd)	0,1	0,12	0,12	1,96	0,39
Lood (Pb)	134	5,8	10,7	79,7	6,5
Arseen (As)	2,9	1,0	0,5	4,4	0,6
Kwik (Hg)	0,04	0,002	0,001	0,03	0,01
Vanadium (V)	1619	611	533	283	60
IJzer (Fe)	3539	672	367	666	126
Koper (Cu)	1148	31,5	5,9	12,1	10,2
Zink (Zn)	316	13,5	25,4	206	18,2
Tin (Sn)	278	1,1	1,1	3,8	0,8
Barium (Ba)	119	7,7	8,4	16,7	4,3
Chroom (Cr)	52,3	4,4	3,0	5,2	2,0
Titanium (Ti)	965	346	7,1	130	27,6
Molybdeen (Mo)	6,1	4,7	1,9	1,2	0,4
Mangaan (Mn)	27,9	7,4	3,3	17,1	3,7
Cobalt (Co)	5,6	0,8	2,1	0,9	0,2
Strontium (Sr)	31,5	2,6	2,1	5,4	1,6
Selenium (Se)	2,9	0,7	<0,01	1,1	0,2
Antimoon (Sb)	0,6	0,2	0,1	1,1	0,2
Kwikspeciatie					
Elementair kwik	<5%	20%	100%	20%	-
Kwikverbindingen	100%	80%	<5%	80%	-
Vluchtige organische koolwaterstoffen (% van totaal VOC)					
carbonyl sulfide (COS)	-	-	-	0,7%	-
carbon disulfide (CS ₂)	-	-	-	7,8%	-
naftaleen	-	-	-	11%	-
methylnaftalenen	-	-	-	40%	-
benzothiofenen	-	-	-	6,2%	-
thiofenen	-	-	-	0,7%	-
methylsulfide	-	-	-	0,4%	-
thiazolen	-	-	-	0,2%	-
aromaten (BTEX)	-	-	-	33%	-

In de grondstoffen, en vooral het omloopmateriaal, zijn hoge concentraties aan PAK aangetroffen. Daarnaast bleek, naast het product siliciumcarbide, ook het omloopmateriaal hoge concentraties siliciumcarbide-vezels te bevatten. De hoogste concentraties aan zware metalen worden in het product siliciumcarbide aangetroffen, echter in de grondstoffen cokes, grafiet en omloop zijn de concentraties aan zware metalen, zoals vanadium, nikkel, zink, lood en ijzer ook relatief hoog. Wat vooral opvalt is dat het omloopmateriaal (dat voor ca. de helft bestaat uit cokes) veel hogere concentraties aan PAK (en zwavel) bevat dan de cokes zelf. Dit is mogelijk het resultaat van jarenlange productie met hetzelfde omloopmateriaal waardoor er een ophoping van PAK in het omloopmateriaal ontstaat. Ook zouden de oude batches cokes die in het omloopmateriaal zijn verwerkt van mindere kwaliteit kunnen zijn dan de nieuwe batches cokes.

Met behulp van een zogenaamde 'head space' analyse, waarbij de lucht in het materiaal is geanalyseerd, blijkt dat er ook een hoge concentratie aan vluchtige geur veroorzakende organische stoffen aanwezig is. Koolstofdissulfide, (methyl)naftalenen en (methyl)benzothiofenen blijken dominant aanwezige¹² geurstoffen te zijn. Verder bleek dat bij de bepaling van elementair koolstof de materialen (o.a. cokes en omloop) bij een hogere temperatuur verbranden dan dieselroet. Hierdoor wordt het tijdens de analyse van de bemonsterde filters in het meetnet mogelijk om onderscheid te maken in EC van dieselroet en EC van emissies vanuit ESD-SiC. Ten behoeve van de bepaling van de monsternemingsstrategie in het meetnet is een kwik-speciatie uitgevoerd, waarbij is onderzocht wat het aandeel is aan vluchtig metallisch kwik en (deeltjes)gebonden kwik. Aangezien er een substantieel aandeel aan metallisch kwik aanwezig is, zal het nodig zijn om, in ieder geval voor het oriënterende meetnet, naast filters ook adsorptiebuisjes te gebruiken voor de bepaling van kwik in de lucht.

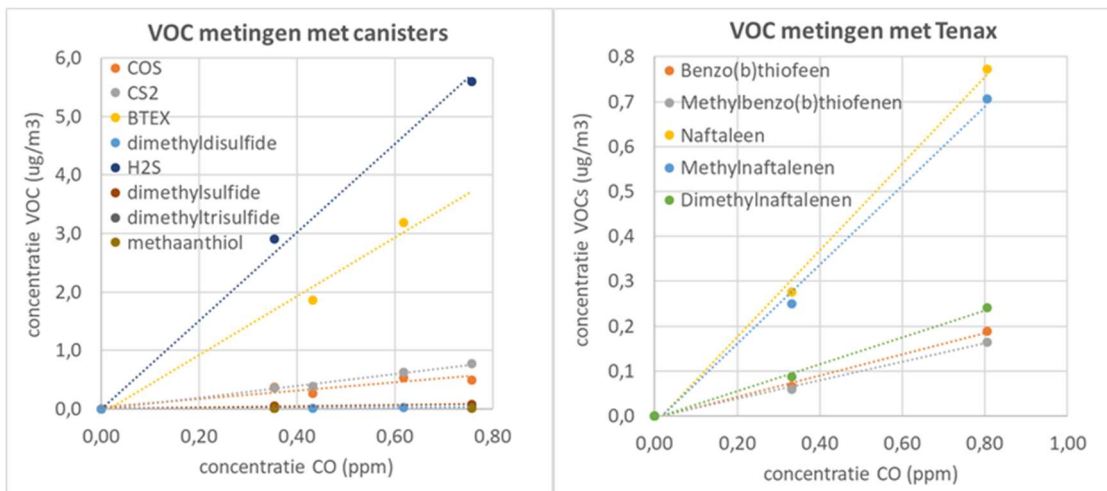
3.2.2 Emissiemetingen tijdens reguliere activiteiten (afbouw ovens)

In fase 2 waren metingen van de emissie gepland tijdens reguliere activiteiten op het ESD-terrein inclusief de afbouw van ovens. Deze metingen zijn in fase 1 reeds gestart. Doordat het niet mogelijk was om de emissies op het terrein van ESD zelf te meten zijn op 29 november 2018 metingen uitgevoerd aan de rand van het terrein. De metingen zijn uitgevoerd in de pluim afkomstig van het ESD-terrein tijdens reguliere activiteiten (d.w.z. geen blazers). Hierbij is met behulp van een mobiele CO-monitor het midden van de pluim opgezocht, waarna de lucht is bemonsterd voor de analyse op vluchtige (zwavel)koolwaterstoffen. Deze metingen zijn op twee verschillende afstanden uitgevoerd, namelijk op 900 en 1600 meter benedenwinds van het ESD-terrein. Als referentiemetingen is ook lucht bovenwinds van het ESD-terrein bemonsterd.

Aangezien in fase 1, de beschikbare analyseapparatuur en analysemethode niet geschikt waren om zeer vluchtige zwavelkoolwaterstoffen (o.a. waterstofsulfide (H₂S), carbonylsulfide (COS) dimethylsulfide (DMS) en methaanthiol) met voldoende gevoeligheid en betrouwbaarheid te kunnen meten zijn op 29 april 2020 nogmaals een serie emissiemetingen uitgevoerd. Net zoals in fase 1 zijn de metingen op twee verschillende afstanden uitgevoerd, namelijk op 750 en 1500 meter benedenwinds van het ESD-terrein. Daarnaast is weer een referentiemeting bovenwinds uitgevoerd. De zwaardere vluchtige stoffen, waaronder methyl(benzo)thiophenen en gemethyleerde naftalenen zijn op adsorptiebuisjes bemonsterd.

¹² Voor wat betreft de verhouding tussen de concentratie waarin ze voorkomen en hun geurdrempel.

Uit de analyse bleek dat dezelfde vluchtige (zwavel)koolwaterstoffen werden gemeten als in het omloopmateriaal. Daarnaast bleek de concentratie van deze vluchtige stoffen direct gecorreleerd met de concentratie koolmonoxide (CO). Genoemde stoffen zijn waarschijnlijk de oorzaak van de stankoverlast. De hoogste concentraties worden gevonden benedenwinds op korte afstand van het ESD-terrein met een afname in concentratie op grotere afstand. Bovenwinds van het terrein zijn de concentraties bijna niet meetbaar. Daarmee lijkt het terrein van ESD de belangrijkste bron van de gemeten stoffen. In Figuur 5 zijn correlatiediagrammen weergegeven die een duidelijk lineair verband aangeven tussen de concentratie CO en vluchtige geur veroorzakende stoffen. Het correlatiediagram van de VOC-metingen met canisters is een gecombineerde correlatie van de metingen op 29 november 2018 en 29 april 2020. Aannemende dat de stoffen afkomstig zijn van dezelfde bron op het ESD-terrein (namelijk het procesgas), geven de diagrammen ook aan in welke verhouding deze stoffen vrijkomen. Uitgaande van deze relaties lijkt het gerechtvaardigd de concentratie van CO op de hoofdmeetstations te gebruiken als indicator van de geur veroorzakende stoffen.



Figuur 5 De relatie tussen de concentratie aan vluchtige (geur veroorzakende) stoffen en de concentratie CO, gemeten op verschillende afstanden van het ESD-terrein. Deze relatie is gebruikt om de concentratie aan geur veroorzakende stoffen af te leiden op basis van CO.

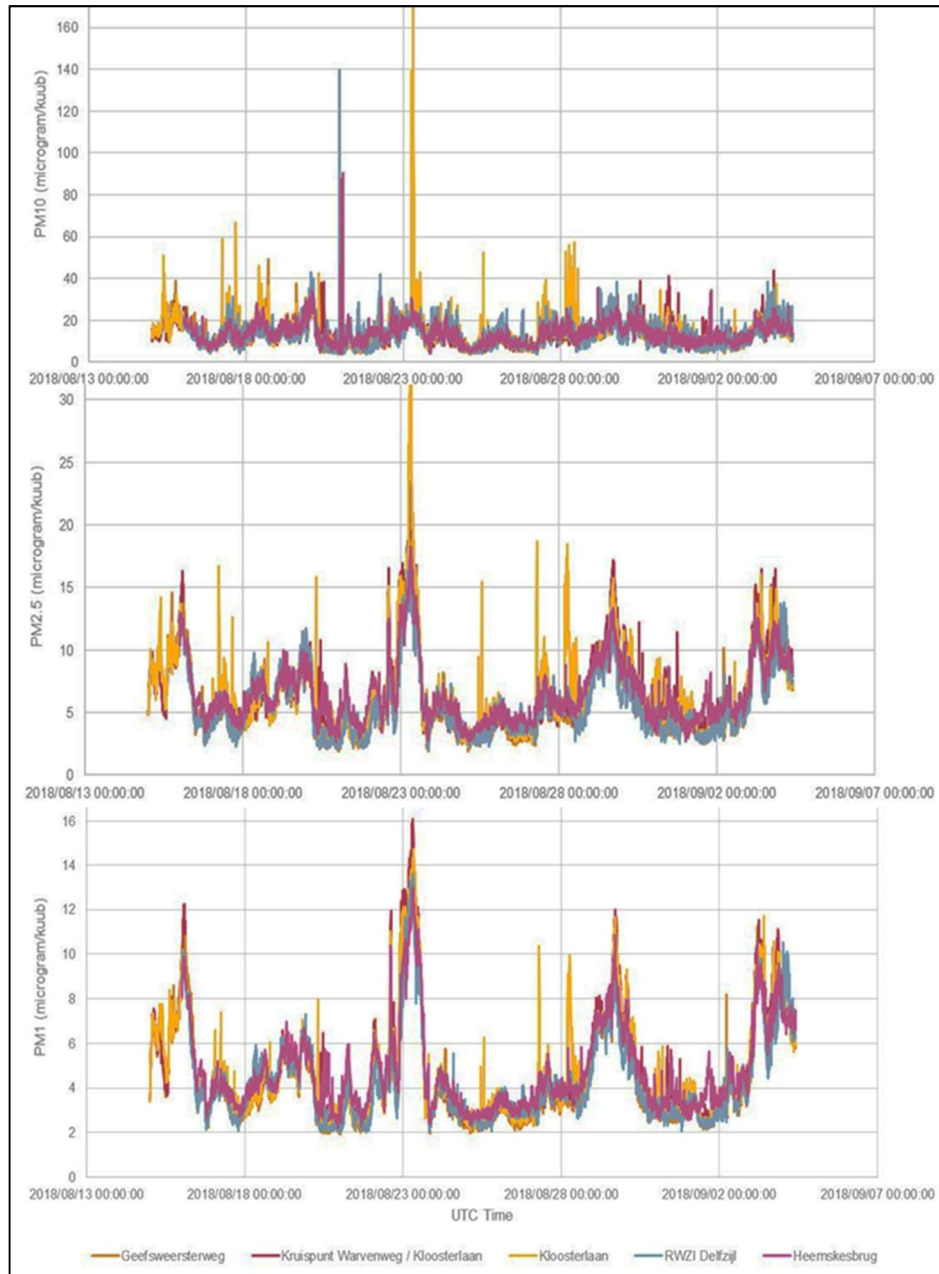
3.3 Oriënterend meetnet

In het tijdelijk meetnet werden 3 hoofdstations ingericht bestaande uit online monitoren voor CO, BC en fijn stof (PM10, PM2.5 en PM1), offline apparatuur voor de bemonstering ten behoeve van de chemische analyses (PAK, zware metalen, elementair koolstof en SEM/EDX) en instrumenten voor het bepalen van de windrichting en windsnelheid. Daarnaast zijn aan de oostkant en zuidkant van het ESD-terrein extra fijn stof sensoren geplaatst (zie Figuur 3).

3.3.1 Continue metingen op de meetstations

De resultaten van de continue metingen worden hieronder kort besproken vooral waar de resultaten van belang zijn voor de inrichting van fase 2. In fase 1 werd een oriënterende analyse van de verzamelde meetgegevens uitgevoerd. Daaruit bleek dat de concentratie van de verschillende stoffen (CO, BC en fijn stof) goed te meten is. Figuur 6 laat een aantal perioden zien van metingen van de fijn stof concentratie (PM10, PM2.5 en PM1) met de

CAIREboxen zien in het gebied. De tijdreeksen laten geen bijzonderheden zien. Wel geven ze een beeld van de optredende fluctuaties in de concentraties van de verschillende fijn stof componenten. Dit zijn gebruikelijke fluctuaties van fijn stof concentraties mede ook onder invloed van veranderingen in meteorologische condities.

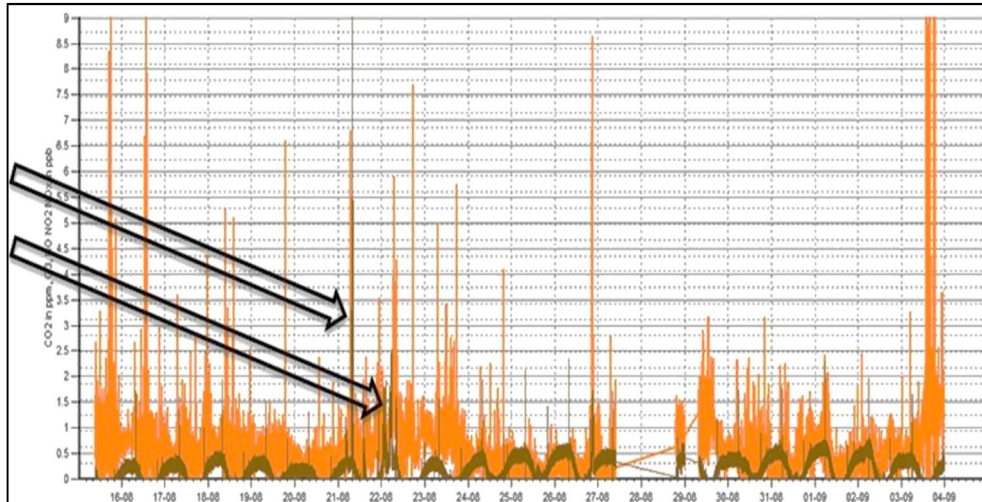


Figuur 6 Metingen van de concentratie aan PM10 (boven), PM2.5 (midden) en PM1 (onder) op de vijf locaties uit het oriënterende meetnet in de periode 15 augustus tot 3 september 2018.

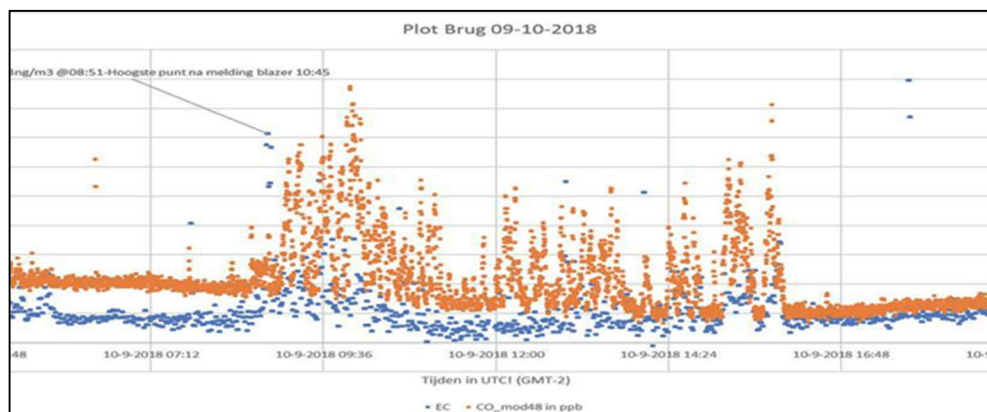
In perioden zonder blazers zijn er regelmatig verhogingen van fijn stof, black carbon en koolmonoxide zichtbaar bij wind uit de richting van ESD. Dit kan te maken hebben met reguliere werkzaamheden, zoals opbouw/afbouw van ovens, maar dit kan ook veroorzaakt worden door opwaaiend stof vanaf het terrein. Het is lastig om uit de metingen alleen de oorzaak van de fluctuaties af te leiden.

3.3.2 Het detecteren van blazers uit de continue metingen

Het optreden van blazers leek in eerste instantie (in de eerste fase) herkenbaar aan een tijdelijke verhoging (ofwel een piek) in de tijdreeks van de concentratie koolmonoxide en/of een verhoging van black carbon. Dit is te zien in Figuur 7 waar de verhoging van de BC (oranje lijn) en CO (bruin lijn) te zien is tijdens een blazer (aangegeven door de pijlen) waarbij de wind in de richting van het meetstation stond. Figuur 8 geeft een soortgelijke maar andere situatie met een blazer in meer detail weer, met individuele meetpunten.



Figuur 7 Metingen van de concentratie van CO (in bruin) en BC (in oranje) op meetstation Heemskesbrug in de periode 15 augustus tot en met 4 september 2019. Het optreden (de melding) van blazers staan aangegeven met een pijlen.



Figuur 8 Detail beeld van de individuele meetpunten van CO (in oranje) en BC (in blauw) op de Heemskesbrug tijdens het optreden van een blazer (9 oktober 2019). Het optreden (de melding) van de blazer staat aangegeven met een pijl.

Deze verhoogde concentraties tijdens het optreden van een blazer zijn echter niet heel duidelijk te onderscheiden van de variatie in perioden zonder blazer (duidelijk zichtbaar in Figuur 7). Deze laatste zijn waarschijnlijk het gevolg van reguliere bedrijfsvoering en variatie in achtergrondconcentraties. Uiteraard is deze verhoging alleen waar te nemen als de wind tijdens het optreden van de blazer precies over het meetstation waait. Dat de waarnemingen op leefniveau maar beperkte concentratieverhogingen laten zien, is

waarschijnlijk mede te wijten aan de stijfkracht van de lucht in de blazers waardoor het stof tot grote hoogte kan opstijgen. Het zwaartepunt van de emissie vindt dus plaats op veel grotere hoogte dan het meetstation. Het is niet te verwachten dat de pluim de grond raakt¹³ ter plaatse van een meetstation op een kilometer afstand. Of het effect van de blazer op het meetstation meetbaar is, hangt dus niet alleen van de windrichting af maar ook van de afstand waarop de pluim van de blazer de grond raakt. En dat hangt weer samen met de hoogte die het stof in de blazer bereikt en de weeromstandigheden tijdens het optreden ervan. Het nemen van monsters uit de blazerpluim lijkt daarmee vrijwel onmogelijk met een beperkt aantal meetstations: de gemeten componenten (CO, BC en fijn stof) geven niet een voldoende uniek signaal tijdens een blazer. Het lijkt onmogelijk om aan de hand van de continue metingen een monsterneming te starten die voornamelijk bestaat uit lucht in de blazerpluim.

Daarnaast is het zo dat tijdens de blazers er meestal een beperkte verhoging van deeltjes (fijn stof en black carbon) te zien is. Hieruit kan worden afgeleid dat het materiaal in een blazer waarschijnlijk vooral grof stof is (>10µm). Deze grovere deeltjes zullen eerder deponeren dan het fijn stof maar worden niet gemeten door de PM10 gerichte meetapparatuur. De verhoogde CO-concentratie tijdens een blazer en erna ontstaat waarschijnlijk, omdat CO vrijkomt uit de krater die ontstaan is door de blazer. Bij de goede windrichting is dit goed meetbaar, ook al blijft de verhoging beperkt.

De beperkte concentratieverhogingen die steeds op de continue monitoring-apparatuur worden waargenomen tijdens een blazer hebben geleid tot een voorstel voor de invulling van de tweede fase m.b.t. blazers. Het voorstel was om door te meten met het huidige meetnet en bij de offline metingen het bijhouden van het aantal blazers dat tijdens een meetsessie over het station is gewaaid. De invloed van de blazers op concentratie aan chemische stoffen kan dan worden onderzocht. Het verschil in concentratie (met en zonder blazers) maakt verder duidelijk wat de vermoedelijke bijdrage van blazers is op de gemiddelde luchtkwaliteit (op leefniveau) in de omgeving Oosterhorn.

3.3.3 *Uitgebreide analyse van luchtmonsters genomen op de meetstations*

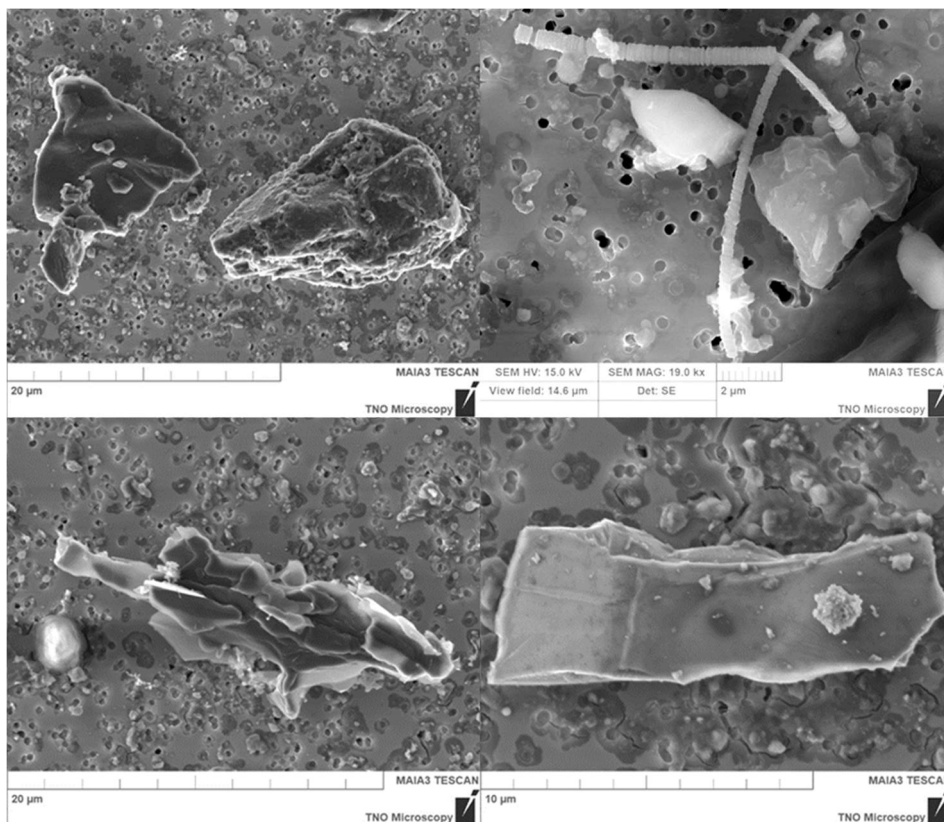
In fase 1 was een uitgebreide fysisch-chemische karakterisering van de luchtmonsters op de hoofdstations gepland, met analyses op mogelijk schadelijke componenten zoals metalen, PAK, SiC-vezels en vluchtige (zwavel)koolstofverbindingen. Tevens is een kwantitatieve screening uitgevoerd met behulp van SEM/EDX waarbij specifiek is gekeken naar deeltjes afkomstig van ESD. Opvallend was dat in de luchtmonsters siliciumcarbide vezels werden aangetroffen. Dergelijke vezels zijn ook aangetroffen in de materiaalmonsters van het omloopmateriaal en het product (SiC) op het terrein van ESD. Het aantreffen van deze vezels was voor de provincie Groningen aanleiding om TNO te vragen een apart onderzoek uit te voeren met als specifiek doel het vaststellen van de aanwezigheid van deze vezels in de lucht en andere milieucompartimenten in de omgeving van het ESD-terrein. Het onderzoek van SiC-vezels in de bodem is uitgevoerd door het bureau TAUW, waarbij vervolgens de SiC analyses en interpretatie van de resultaten zijn uitgevoerd door TNO.

¹³ Dit is een versimpeld beeld: De pluim zal in het algemeen niet ergens "in zijn geheel" naar beneden komen en de grond raken. De deeltjes in de blazer bereiken een bepaalde hoogte. De hoogte hangt waarschijnlijk voornamelijk van de kracht van de explosie en van de deeltjesgrootte af. Vanaf hun hoogste punt worden ze meegenomen met de wind en verspreiden ze zich als een schoorsteen pluim vanaf die hoogte. De grote deeltjes zakken vervolgens snel uit waarna de kleinere (respirabele) overblijven en voornamelijk worden meegenomen met de wind. Daarbij zullen ze zich slechts langzaam verticaal (en horizontaal) verspreiden. Zie ook de figuren aan de hand van de modelberekeningen bij de discussie over de sneeuwmonsters.

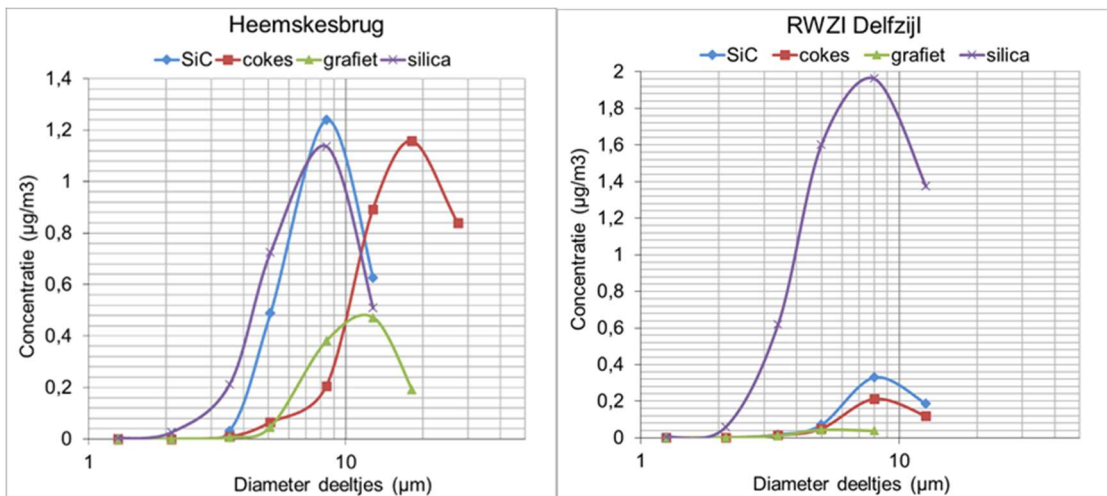
De resultaten van de uitgebreide fysisch-chemische karakterisering met behulp van SEM/EDX zijn samengevat in Tabel 7. In Figuur 9 zijn enkele illustratieve SEM-foto's opgenomen van de verschillende typen stofdeeltjes afkomstig van ESD en in Figuur 10 zijn deeltjesgrootteverdeling te zien van deze stofdeeltjes: cokes, SiC en grafiet. Er is een duidelijke bijdrage van emissies vanuit ESD-SiC op de buitenluchtconcentratie fijn stof. Het netto-effect van ESD-SiC op de buitenluchtconcentratie in oktober 2018 bij de benedenwindse locaties Heemskesbrug en RWZI is ongeveer 6 respectievelijk 1,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Hiervan is 40-50% siliciumcarbide en 50-60% cokes en grafiet. Daarnaast zijn ook silica deeltjes aangetroffen. Ook hierbij spelen emissies vanuit het terrein van ESD-SiC een rol. Kwartszand wordt gebruikt voor de productie van SiC. Aangezien het voorkomen van silica ook veroorzaakt kan zijn door resuspensie vanuit de bodem, is de bijdrage van ESD-SiC niet nauwkeurig vast te stellen (verderop in dit document wordt op de resuspensie teruggekomen). Uit de deeltjesgrootteverdeling blijkt dat van de SiC, silica en grafiet deeltjes ca. 70% kleiner is dan 10 μm (PM10) en ca.30% als grove deeltjes aanwezig is. Voor cokes is het aandeel grove deeltjes iets hoger en ligt op ca. 50%.

Tabel 7 Resultaten fysische-chemische karakterisering met behulp van SEM/EDX (meetperiode oktober 2018).

Meetstation	SiC-vezels >5 μm (vezels/m ³)	SiC deeltjes ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Cokes deeltjes ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Grafiet deeltjes ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Silica deeltjes ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
RWZI	42 (5 – 150)	0,6 (0,1 – 2,5)	0,4 (0,1 – 1,0)	0,1 (0,02 – 0,4)	12,3 (4,0 – 31)
Heemskesbrug	63 (13 – 180)	2,4 (0,9 – 5,4)	3,2 (1,3 – 6,6)	1,1 (0,4 – 2,5)	2,6 (0,8 – 6,4)
Geefswesterweg	< 42	< 0,1	< 0,1	< 0,1	-



Figuur 9 . SEM opnamen van cokes deeltjes (linksboven), SiC-vezels (rechtsboven), grafiet deeltje (linksonder) en SiC. deeltje (rechtsonder).



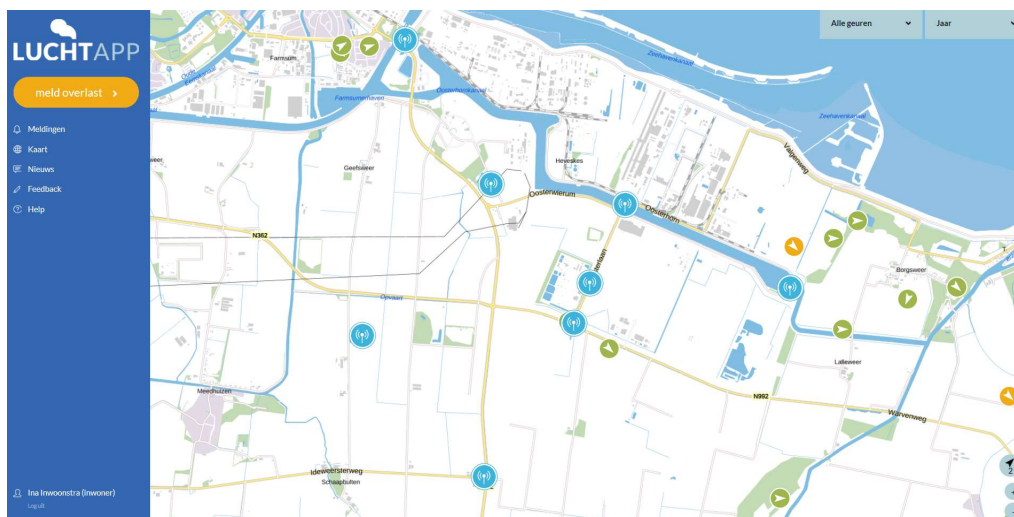
Figuur 10. Deeltjesgrootteverdelingen van cokes, siliciumcarbide, grafiet en silica in de monsters genomen op de Heemskesbrug en de RWZI.

De resultaten van de overige chemische analyses (zware metalen, PAK, EC en vluchtige stoffen) zijn in bijlage D (tabellen D1 en D2) opgenomen. In het oriënterend meetnet zijn zowel PM10 filters als TSP-filters geanalyseerd om de bijdrage van fijn stof (PM10) en grof stof (TSP) aan de concentraties van chemische stoffen te kunnen bepalen. De resultaten komen overeen met de resultaten van de SEM/EDX-karakterisering (Figuur 10). Voor stof is de bijdrage van grof (> 10 µm) stof ca. 25%, voor zware metalen en PAK is dit ca. 30%. Voor EC is de bijdrage aan grof stof iets hoger met ca. 50%. Op het achtergrondstation is het aandeel aan grof stof (inclusief chemische stoffen) iets lager met ca. 20%.

Op basis van de chemische analyses kan worden geconcludeerd dat een aantal van de gevonden chemische stoffen in verband gebracht kunnen worden met emissies vanaf het ESD-SiC terrein. Voor deze stoffen is er een duidelijk verschil in concentratie tussen de Heemskesbrug respectievelijke RWZI Delfzijl en de achtergrond (Geefsweersterweg). Goede indicatorstoffen voor de deeltjesemissie vanaf het ESD-SiC terrein zijn EC en vanadium. Goede indicatorstoffen voor gassen zijn, naast CO, methylbenzothiofenen en methylnaftalenen.

3.3.4 Koppeling met de websiteapplicatie van het bureau WOWWW voor online weergave van de meetresultaten

De gegevens van de snel metende monitoren voor fijn stof, CO en roet zijn gekoppeld aan de door het bureau WoWWW gebouwde *Luchtapp*. De 10 minuten gemiddelde waarden en gegevens over de windrichting, worden 'real time' op de Luchtapp getoond. Figuur 11 geeft een indruk van de applicatie.



Figuur 11 Screenshot van de luchtapp, waarin de TNO-meetstations zijn opgenomen (blauwe cirkels) en de geurklachten inclusief windrichting zijn getoond (oranje en groene cirkels).

3.4 Conclusies fase 1

Door voortschrijdende inzichten gecombineerd met technische en organisatorische ontwikkelingen zijn sommige zaken anders gelopen dan oorspronkelijk gepland. Bepaalde activiteiten konden niet worden uitgevoerd of zijn op een andere (betere) manier uitgevoerd. Daarnaast zijn bepaalde activiteiten die gepland stonden voor fase 2 op basis van deze ontwikkelingen naar voren gehaald. Ten aanzien van de activiteiten in fase 2 is het volgende van belang:

3.4.1 Inrichting van het meetnet in Fase 2

- Karakterisering van de grondstoffen en materialen op het ESD-SiC terrein heeft plaatsgevonden aan de hand van monsters verstrekt door ESD-SiC medewerkers.
- Drie zogenaamde hoofdmeetstations konden worden gesitueerd op afstanden van tussen één en ruim twee km van het ESD-SiC terrein. Het betreft een station ten noorden (Heemskesbrug), een station in het noordwesten (RWZI Delfzijl) en zuidwesten (Geefswesterweg). Op deze stations kan de concentratie van koolmonoxide en black carbon goed met snelle monitoren worden gemeten (online) en kunnen monsters worden genomen ten behoeve van de analyse in het laboratorium. Zo ontstaat een goed inzicht in de bijdrage van ESD-SiC aan de luchtkwaliteit. Op een aantal aanvullende stations in (de richting van) woonkernen worden aanvullende fijn stof monitoren geplaatst.
- De concentratie van fijn stof in het gebied is met de gebruikte monitoren goed te meten en in kaart te brengen.
- De concentratie van koolmonoxide benedenwinds van ESD-SiC lijkt goed te correleren met die van sterk geurende stoffen en kan derhalve gebruikt worden om de concentratie van deze stoffen in de omgeving van ESD-SiC te schatten. Dit maakt het meten van vluchtige stoffen op de meetstations op den duur wellicht overbodig.
- Voor de deeltjes blijken black carbon en vanadium goede indicatorstoffen voor de emissies vanuit ESD-SiC. Vanadium is daarom aan het analyse pakket toegevoegd omdat deze stof in hoge concentraties in het omloop materiaal en de cokes werd aangetroffen.

- Validatie van fijn stof monitoren heeft gedeeltelijk plaatsgevonden op basis van de gravimetrische stofmetingen, echter deze zal in fase 2 worden aangevuld met metingen met meer geavanceerde meetapparatuur. Ook de black carbon metingen zijn deels gevalideerd op basis van de elementair koolstof analyses in het laboratorium, deze worden in fase 2 doorgezet om een representatief beeld te krijgen van de relatie black carbon, elementair koolstof en de aanwezigheid van cokes/grafiet stof.
- De monsters genomen op de stations zijn uitvoerig gekarakteriseerd met SEM/EDX en zijn onderzocht op metalen, PAK en geur veroorzakende stoffen. Belangrijkste resultaat was het aantreffen van siliciumcarbide vezels. Dit heeft geleid tot uitbreiding van het meetprogramma.
- Er is zowel totaal stof als fijn stof (PM10) geanalyseerd op chemische stoffen. Het aandeel aan totaal stof op de concentratie van deze stoffen is gemiddeld 30%. Het merendeel is aanwezig in de PM10 fractie. In het definitieve meetnet is daarom in overleg met de provincie, besloten dat alleen PM10 filtermonsters worden geanalyseerd.
- Kwik blijkt voornamelijk aanwezig te zijn als kwikverbindingen en gebonden aan deeltjes; vrij elementair kwik is niet aangetroffen in de metingen. In fase 2 zal kwik, net als de andere metalen, alleen bemonsterd worden met behulp van filters.

3.4.2 Onderzoek naar blazers

- De geplande emissiemetingen tijdens blazers op en dichtbij het ESD-SiC terrein blijken praktisch gezien niet uitvoerbaar. Op het terrein is in verband met de veiligheid geen toegang. Het proces van blazers leent zich wellicht ook minder voor metingen op de grond nabij de bron.
- Het remote aansturen van de monsterneming tijdens het optreden van blazers lijkt een onbegonnen zaak. De blazers geven wel beperkte verhoging van CO, BC en fijn stof, zolang de wind in de richting van één van de drie meetstations waait. Deze metingen worden voorlopig voortgezet. De gemeten CO en BC- piekconcentraties geven echter een onvoldoende uniek signaal tijdens een blazer. De waargenomen verhoging tijdens een blazer komt ook op andere momenten voor. Daarmee is deze verhoging niet geschikt om geautomatiseerd een monsterneming te starten gericht op het vaststellen van de samenstelling van een blazer. De voornoemde concentraties (en de verhoging) kunnen waarschijnlijk wel goed worden vertaald naar concentraties van schadelijke componenten (vluchtige geur veroorzakende stoffen, PAK, zware metalen, siliciumcarbide vezels), zodat piekconcentraties aan deze componenten tijdens blazers kunnen worden berekend. Daarnaast worden in deze fase ook meetstations in de woonkernen ingericht, zodat ook materiaal uit de blazer dat zich tot grote afstand verspreidt, wellicht kan worden geanalyseerd. Mogelijk biedt dat meer inzicht in de concentraties in de pluim. Daarnaast wordt met behulp van depositie-monsters het neergeslagen materiaal uit de blazer verder geanalyseerd.

4 Fase II: meetnet Oosterhorn

4.1 Inrichting definitief meetnet

Op basis van de bevindingen van het oriënterende meetnet in Fase 1 (periode oktober – december 2018) is het definitieve meetnet ingericht. Als uitbreiding van het oriënterende meetnet zijn er drie fijn stof monitoren bijgeplaatst in Farmsum (Zeesluizen), richting Borgsweer (sluis Lalleweer) en in de richting van Wagenborgen (Ideweertseweg). Deze zijn sinds december 2018 operationeel. De locaties van de fijn stof sensoren zijn Figuur 11 weergegeven met blauwe cirkels. De hoofdstations in het oriënterende meetnet blijven bestaan, te weten:

- Heemskesbrug (1,0 km vanaf ESD-SiC)
- RWZI Delfzijl (1,3 km vanaf ESD-SiC)
- Geefswesterweg (2,1 km vanaf ESD-SiC)

Per 16 mei 2019 zijn ook de aanvullende meetstations in de woonkernen Borgsweer en Wagenborgen operationeel en per 6 juni 2019 is de monsterneming gestart in de woonkern Farmsum. Op deze locaties is apparatuur opgesteld waarmee afhankelijk van de windrichting luchtmonsters kunnen worden genomen voor chemische karakterisering. De exacte ligging van de meetstations in de woonkernen is als volgt:

- Farmsum, Zijlvest (op het terrein van Rijkswaterstaat)
- Borgsweer, Borgsweer (bij particulier in de tuin)
- Wagenborgen, Familie Bronsweg (bij particulier in de tuin)

In de maandelijkse rapportages van TNO zijn de resultaten van de chemische analyses inclusief SiC-vezels reeds beschreven. In bijlage C en D staan de individuele resultaten nogmaals weergegeven. In Bijlage F staan de metingen samenvallende met het optreden van blazers. Hieronder (paragrafen 4.2 tot en met 4.8) volgt per stofgroep een algemene beschrijving en interpretatie van de jaargemiddelde concentraties. De meetresultaten werden op een aantal punten gecombineerd met de metingen van de windsnelheid en windrichting. Bijlage H geeft voor de volledigheid de windrozen voor de hoofdstations. De in dit onderzoek, voor een aantal stoffen, gebruikte apparatuur en analysemethoden maakt het niet mogelijk concentraties die slechts gedurende een korte periode optreden te bepalen. Voor deze gegevens is wel belangstelling. Om toch inzicht in deze waarden te kunnen geven is gebruik gemaakt van correlaties (statistische verbanden) tussen de gemeten concentraties van Black Carbon (BC, gemeten met een relatief snelle monitor) en de concentratie van, bijvoorbeeld, SiC-vezels (waarvan maandgemiddelde waarden bekend zijn). De gevonden correlaties zijn vervolgens gebruikt om uit de gemeten BC-concentraties (bijvoorbeeld uurgemiddeld) de uurgemiddelde concentratie van SiC-vezels te berekenen. Deze berekening voegt, door het gebruik van correlaties, uiteraard onzekerheid toe maar is een enige mogelijkheid om piek concentraties te kunnen bepalen.

4.2 Stof

4.2.1 Gravimetrische bepalingen fijn stof en totaal stof

Tabel 8 geeft de gemiddelde resultaten van de metingen van *totaal stof* (TSP) en PM10 in lucht bij wind vanuit het ESD-SiC terrein. De concentratie totaal stof is bij de meetstations die gericht zijn op ESD-SiC ca. 40% hoger dan de concentratie PM10; voor het achtergrondstation is totaal stof 20% hoger. De berekende gemiddelde PM10 concentraties op de hoofdmeetstations zijn gebaseerd op metingen met wind uit de richting

van ESD-SiC en geven dus geen beeld van de jaargemiddelde concentratie. Onderin de tabel zijn de geschatte bijdragen van ESD-SiC weergegeven, gecorrigeerd voor de achtergrondconcentratie. De achtergrondmeting is bij dezelfde windhoek gemeten als op het meetstation RWZI Delfzijl. Daardoor is de berekende bijdrage voor dit station betrouwbaar. Voor de andere stations is dat minder het geval omdat de werkelijke achtergrondconcentratie niet exact bekend is, waardoor de berekende bijdrage meer een indicatie is.

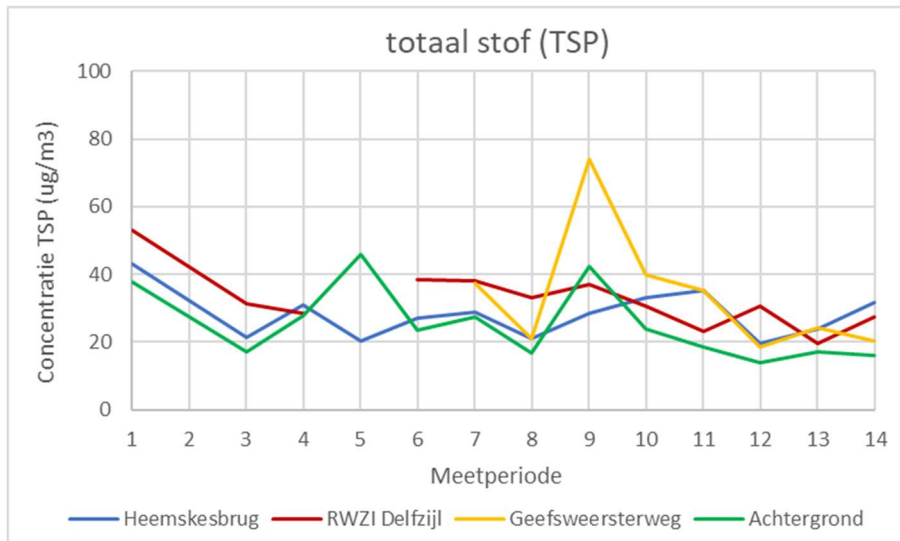
De metingen zijn uitgevoerd volgens de voorgeschreven gravimetrische referentiemethode. Figuur 12 en Figuur 13 geven het verloop in de tijd over de 14 meetperioden voor TSP en PM10. De geschatte bijdrage van ESD-SiC aan de stofconcentratie op de hoofdmeetstations ligt rond de 8 µg/m³ voor TSP en 6 µg/m³ voor PM10. De bijdrage van ESD-SiC aan de totaal stof (TSP) concentratie is ca. 2x groter dan de bijdrage op de PM10 concentratie, wat in overeenstemming is met de Emissieregistratie gegevens van het bedrijf ESD-SiC (zie Tabel 4). De geschatte bijdrage geldt alleen bij wind vanuit de richting van ESD-SiC. De werkelijke bijdrage van ESD-SiC aan de gemiddelde PM-concentratie bij alle voorkomende windrichtingen is uiteraard lager.

Tabel 8 Gemiddelde resultaten totaal stof en PM10 bij wind vanuit ESD-SiC en de geschatte bijdrage uit de windhoek van ESD-SiC op de meetstations in meetnet Oosterhorn over 14 meetperioden (10 oktober 2018 tot en met 8 januari 2020).

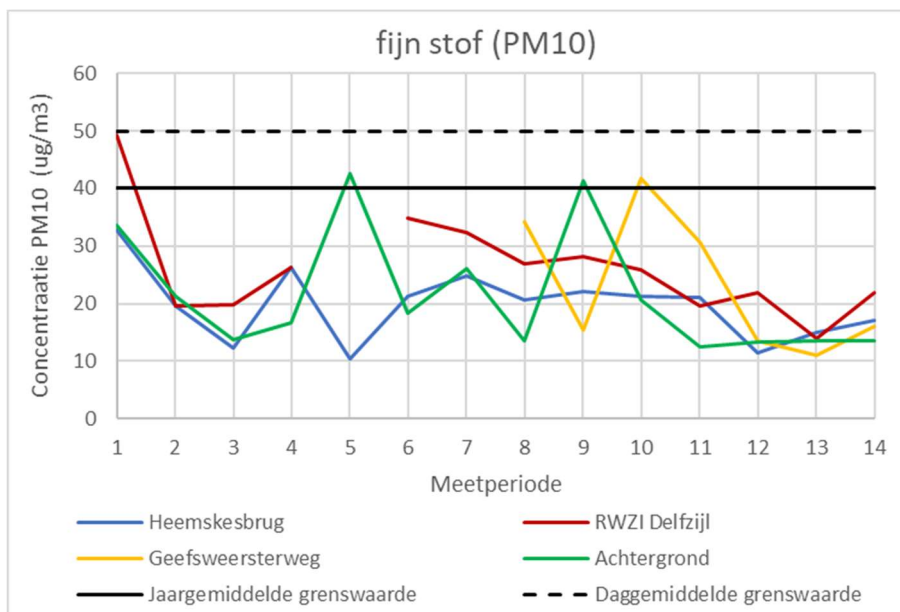
Component	Grens-Waarde	Gemiddelden over 14 meetperioden ((µg/m ³))						
		Brug	rwzi	gww ESD-SiC	gww AG	zv FS	bw BW	fbw WB
Totaal stof	-	28 (7)	33 (9)	34 (18)	25 (11)	-	-	-
PM10	40	20 (6)	25 (9)	23 (11)	21 (11)	-	-	-
Component		Geschatte bijdrage windhoek ESD-SiC over 14 meetperioden (µg/m ³)						
		Brug ¹⁾	rwzi	gww ESD-SiC ₁₎	gww AG	zv FS	bw BW	fbw WB
Totaal stof		6 [15%]	8 [26%]	6 [17%]	-	-	-	-
PM10		3 [14%]	6 [25%]	3 [13%]	-	-	-	-

Opmerkingen bij Tabel 4:

- gww AG = Geefswesterweg – achtergrond meetstation
 - gww ESD-SiC = Geefswesterweg – ESD-SiC meetstation
 - zv FS = Zijlvest Farmsum
 - bw BW = Borgsweer Borgsweer
 - fbw WB = Familie Bronsweg Wagenborgen
 - De getallen tussen haakjes () geven de standaarddeviatie
 - De gepresenteerde grenswaarde is de jaargemiddelde grenswaarde voor PM10 stof.
 - De getallen tussen de rechte haakjes [] geven de percentuele bijdrage van ESD-SiC op de concentratie
- 1) De geschatte bijdrage bij de Brug en gww ESD-SiC zijn slechts indicatief omdat de gemeten achtergrondconcentratie niet representatief is voor deze windrichting.



Figuur 12 Grafische weergave van het verloop van de totaal stof (TSP) concentratie over 14 meetperiodes (10 oktober 2018 tot en met 8 januari 2020).



Figuur 13 Grafische weergave van het verloop van de fijn stof (PM10) concentratie over 14 meetperiodes (10 oktober 2018 tot en met 8 januari 2020)

4.2.2 Fijn stof sensoren

In het meetnet zijn de concentraties aan fijn stof (PM10, PM2.5 en PM1) bepaald op acht meetstations (zie Figuur 11) met behulp van de door TNO ontwikkelde CAIREboxen. Het betreft online metingen waarbij elke 10 minuten de concentratie aan PM10, PM2.5 en PM1 wordt gemeten en gepresenteerd in de *LuchtApp*. In paragraaf 4.2.3 zijn de CAIREbox data vergeleken met de gravimetrische PM10 concentraties; hieruit bleek dat de PM10 concentratie van de CAIREbox ca. 20% lager ligt. Voor PM2.5 zijn de concentraties van de CAIREbox vergeleken met de data van een geavanceerd fijn stof monitor (GRIMM). De CAIREbox metingen bleken daarbij een 20% onderschatting te geven. Alle PM2.5 en PM10 resultaten zijn gecorrigeerd voor bovengenoemde verschillen. In Tabel 9 en

Tabel 10 zijn de (gecorrigeerde) PM10 en PM2.5 concentraties gegeven (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$) op de acht meetstations in en rondom het industriegebied Oosterhorn, gemeten met CAIREboxen voor de periode 2019. Er is onderscheid gemaakt in jaargemiddelde waarden, de 50, 75, 90, 95, 98 en 99,5 percentiel waarden en maximaal gemeten concentraties. Daarnaast zijn het aantal overschrijdingsdagen gegeven voor PM10 ($> 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) en PM2.5 ($> 25 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Verder kan door een gedetailleerde analyse van de meetreeksen in samenhang met de windrichting ook onderzocht worden welke emissiebronnen in een bepaalde windrichting verantwoordelijk zijn voor de waargenomen concentratie. Daarbij lag de nadruk op de bijdrage van het terrein van ESD-SIC, echter ook het noordelijk deel van het industriegebied (rondom Damco Aluminium Delfzijl) kon met deze fijn stof sensoren in kaart worden gebracht. In Figuur 14 zijn de windrozen gegeven van PM10 concentraties op zeven meetstations in en rondom het industriegebied Oosterhorn, gemeten met de CAIREboxen. Onderzocht is in hoeverre lokale bronnen, waaronder emissies vanuit het ESD-SIC terrein en het noordelijk deel van het industrieterrein, bijdragen aan de fijn stof concentraties in het gebied. De achtergrond bestaat bijvoorbeeld uit alle emissies uit de rest van Nederland (bij wind uit het zuidwesten) en uit Duitsland bij wind uit het zuidoosten. Figuur 15 geeft de windrozen met PM10 concentraties, waarin de bijdrage van de achtergrond is afgetrokken van het totale PM10 signaal. De figuur geeft dus alleen de lokale bijdragen aan de PM10 concentratie weer.

Tabel 9 PM10 concentraties in $\mu\text{g}/\text{m}^3$: jaargemiddelde waarden, het aantal overschrijdingsdagen, de 50, 75, 90, 95, 98 en 99,5 percentiel waarden en de maximaal gemeten concentraties op 8 meetstations in en rondom het industriegebied Oosterhorn, gemeten met CAIREboxen voor de periode 2019. Het aantal dagen met een gemiddelde concentratie boven $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ is gegeven.

Locatie	Jaargem $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Dagen >50	Waarde	50 perc	75 perc	90 perc	95 perc	98 perc	99,5 perc	max
Heemskes- brug	22,9	11	uur	19,6	28,1	38,1	45,8	57,3	90,8	366,5
			dag	20,8	26,7	34,5	40,2	52,2	128,5	134,8
RWZI	19,4	8	uur	16,1	24,6	36,4	46,5	58,1	73,8	332,7
			dag	17,2	23,6	32,9	41,9	48,7	57,6	60,4
Geefsweer- sterweg	17,8	4	uur	14,8	22,6	34,3	40,7	50,4	77,6	250,4
			dag	15,6	23,2	29,3	36,5	43,4	79,0	79,7
ESD_Oost	17,3	5	uur	14,2	22,5	32,9	39,5	50,0	69,8	128,2
			dag	15,5	20,7	29,5	35,7	42,7	68,2	69,1
ESD_Zuid	19,6	8	uur	16,4	25,0	36,4	44,3	55,2	86,3	127,7
			dag	17,3	23,9	31,4	38,8	49,1	92,9	94,2
Farmsum	19,7	8	uur	16,2	25,3	37,4	45,5	56,3	81,2	125,9
			dag	17,0	24,5	33,1	41,0	51,7	86,2	87,6
Borgswaar	19,7	4	uur	16,4	25,2	37,1	45,0	55,2	77,9	114,4
			dag	17,5	24,2	32,7	40,7	46,9	76,0	77,5
Wagenborgen	18,8	6	uur	15,6	23,7	35,1	42,4	52,2	81,6	126,5
			dag	16,5	23,3	30,5	38,6	46,6	83,9	84,8

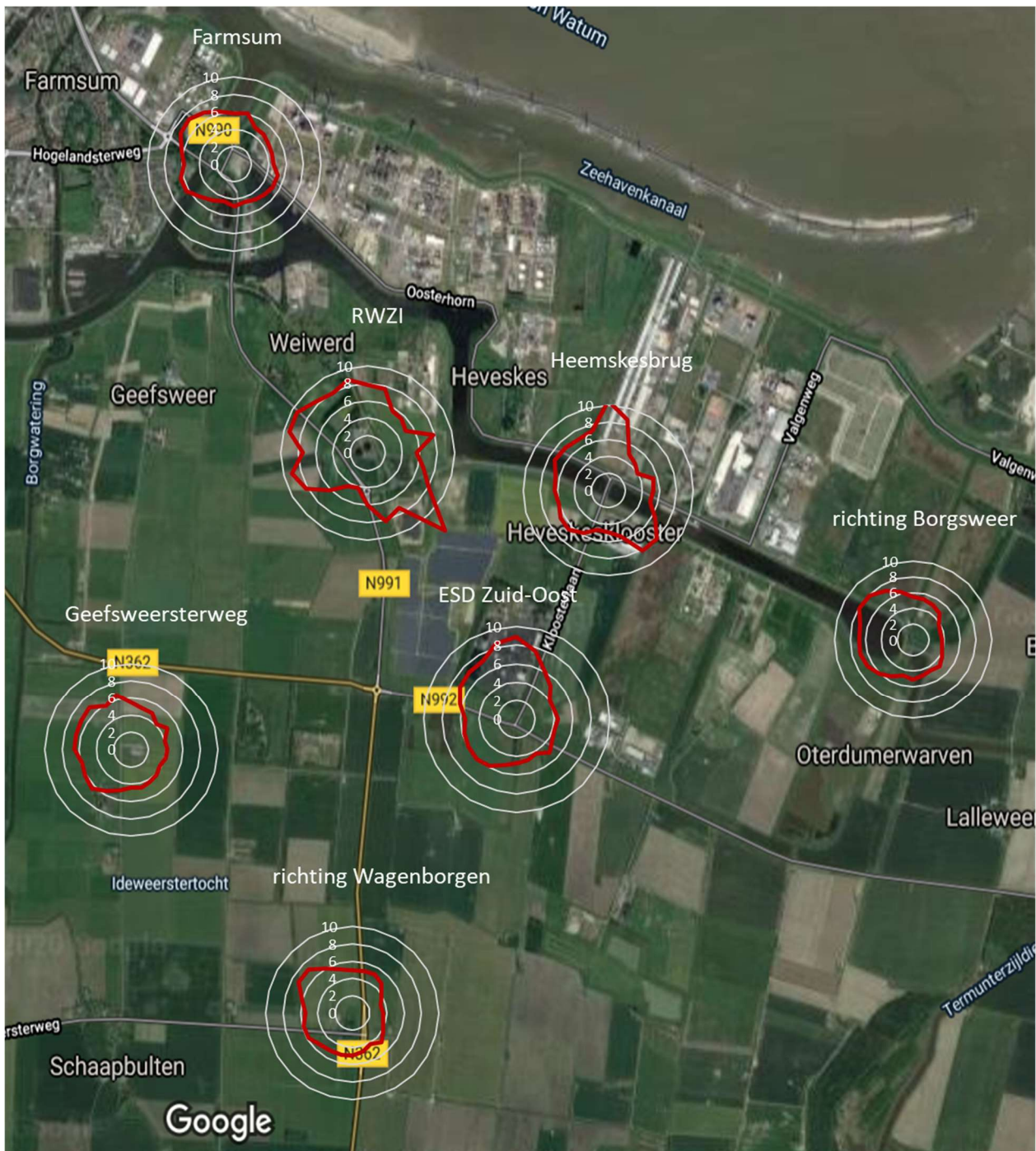
Tabel 10 PM2.5 concentraties in $\mu\text{g}/\text{m}^3$: jaargemiddelde waarden, het aantal overschrijdingsdagen, de 50, 75, 90, 95, 98 en 99,5 percentiel waarden en de maximaal gemeten concentraties op 8 meetstations in en rondom het industriegebied Oosterhorn, gemeten met CAIREboxen voor de periode 2019. Het aantal dagen met een gemiddelde concentratie boven $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ is gegeven.

Locatie	Jaargem $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Dagen >25	Waarde	50 perc	75 perc	90 perc	95 perc	98 perc	99,5 perc	max
Heemskesbrug	10,7	6	uur	9,8	12,7	16,6	20,4	25,8	35,0	45,4
			dag	10,0	12,0	15,5	18,3	24,3	36,7	37,1
RWZI	8,7	8	uur	6,7	10,5	15,3	19,2	25,7	38,0	59,7
			dag	7,1	10,1	14,3	16,8	23,3	39,3	40,1
Geefsweersterweg	9,0	15	uur	6,2	10,0	16,4	23,1	32,4	54,3	76,4
			dag	6,5	9,9	16,7	19,7	31,6	59,0	59,9
ESD_Oost	9,1	15	uur	6,4	10,3	16,4	21,3	29,4	47,7	69,7
			dag	6,9	9,9	15,2	18,6	27,7	53,0	53,2
ESD_Zuid	10,1	24	uur	6,8	11,5	19,1	26,0	36,9	62,6	88,5
			dag	7,4	11,1	18,8	22,8	34,5	70,1	70,1
Farmsum	10,3	17	uur	7,4	12,2	20,0	26,8	38,5	59,2	82,6
			dag	7,9	11,8	19,8	23,9	35,9	64,1	65,8
Borgsweer	10,1	12	uur	7,4	12,3	19,3	25,0	34,5	55,0	82,4
			dag	7,8	11,8	17,9	21,8	31,7	60,0	60,0
Wagenborgen	10,1	16	uur	7,3	12,0	19,7	26,2	37,2	58,4	80,9
			dag	7,7	11,6	18,6	24,0	33,8	62,3	63,4



Figuur 14 Windrozen¹⁴ van PM₁₀ concentraties op zeven meetstations in en rondom het industriegebied Oosterhorn, gemeten met CAIREboxen in de periode 29 november 2018 tot en met 31 december 2019.

¹⁴ Een windroos geeft de concentratie aan die is gemeten bij wind uit een bepaalde richting. Als de concentratie bij een bepaalde windrichting is verhoogd dan dragen bronnen die in die richting zijn gelegen gemiddeld sterker bij dan bronnen in de andere windrichting en of de meteorologische condities zijn bij die windrichting anders (bijvoorbeeld een lagere windsnelheid)

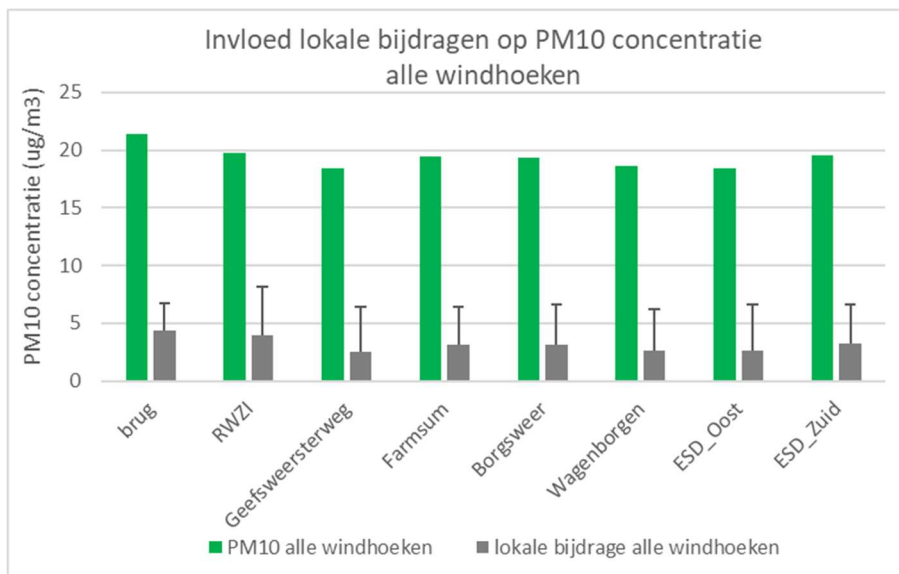


Figuur 15 Windrozen van de lokale bijdragen (gecorrigeerd voor de achtergrond) aan PM10 concentraties op zeven meetstations in en rondom het industriegebied Oosterhorn, gemeten met CAIREboxen in de periode 29 november 2018 tot en met 31 december 2019.

Figuur 16 geeft inzicht in de in het industriegebied voorkomende concentraties van fijn stof PM10. De gemiddelde concentratie ligt tussen 18,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Geefswesterweg) en 21,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Heemskesbrug), weergegeven door de groene balkjes. De grijze balkjes geven de bijdrage van lokale bronnen op de PM10 concentraties. De lokale bijdrage is op twee manieren berekend:

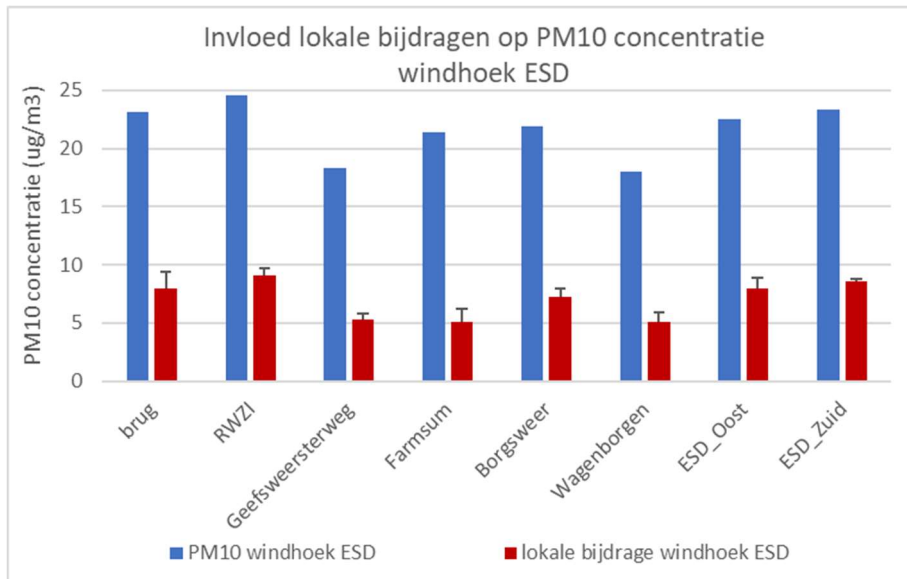
1. Door correctie voor de laagste PM10 concentratie gemeten in de omgeving Oosterhorn, meestal betrof dit de meetstations Geefswesterweg of Wagenborgen (in Figuur 16 weergegeven als grijze balkjes). De laagste concentratie is dan een maat voor de bijdrage van de achtergrond.
2. Door correctie voor het 95-percentiel van het lopende gemiddelde over een periode van 12 uur (60 metingen). Hiermee worden de langzame variaties in PM10 concentraties (veroorzaakt door bronnen verder weg en natuurlijke achtergrond) afgetrokken van de PM10 concentratie, met als resultaat dat alleen de snelle variaties vanuit lokale bijdragen overblijven. Deze berekeningsmethode is enigszins arbitrair maar geeft een indicatie van de maximale bijdrage uit lokale bronnen (in Figuur 16 weergegeven als zwarte 'fouten-lijnen').

De lokale bijdrage aan de totale fijn stof concentratie varieert van ca. 5% tot 20%. Op de Heemskesbrug is de invloed van lokale bronnen het grootst met een absolute bijdrage van ca. 4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Dit meetstation staat tussen twee belangrijke bronnen van fijn stof: ESD-SiC en Damco Aluminium (zie tevens Tabel 13).

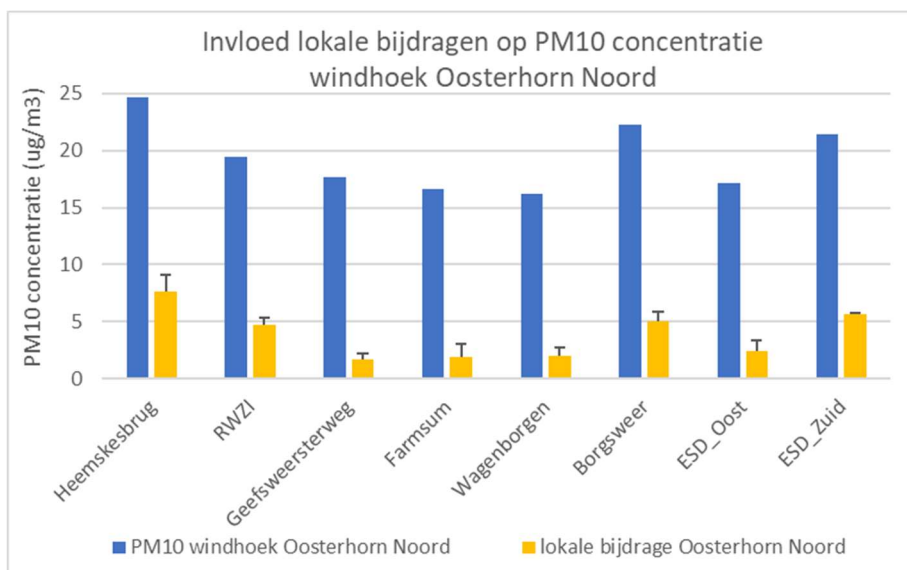


Figuur 16 PM10 concentraties gemeten met CAIREboxen op acht meetstations in de omgeving van het industriegebied Oosterhorn en de berekende lokale bijdrage aan deze PM10 concentraties.

Figuur 17 en Figuur 18 zijn vergelijkbaar met Figuur 16. Ook in deze figuren wordt de bijdrage van lokale bronnen op de PM10 concentratie uitgedrukt. Echter, Figuur 17 geeft alleen de PM10 concentraties bij wind vanuit het ESD-SiC terrein en Figuur 18 geeft alleen de PM10 concentraties bij wind vanuit het noordelijk deel van het industriegebied Oosterhorn (rondom Damco Aluminium). Op deze manier kan het effect van emissies vanaf het ESD-SiC terrein en het noordelijk deel van Oosterhorn op de PM10 concentratie in kaart worden gebracht. De getoonde bijdragen gelden echter alleen bij wind vanuit de richting van deze bronnen. De werkelijke bijdrage van ESD-SiC en het noordelijk deel van Oosterhorn op de totale PM-concentratie bij alle windrichtingen is lager.



Figuur 17 PM10 concentraties gemeten met CAIREboxen op acht meetstations in de omgeving van het industriegebied Oosterhorn bij wind vanuit de richting ESD-SIC en de berekende bijdrage vanuit het ESD-SiC terrein op deze PM10 concentraties.



Figuur 18 PM10 concentraties gemeten met CAIREboxen op acht meetstations in de omgeving van het industriegebied Oosterhorn bij wind vanuit het noordelijk deel van het industriegebied Oosterhorn en de berekende bijdrage vanuit het noordelijk deel op deze PM10 concentraties.

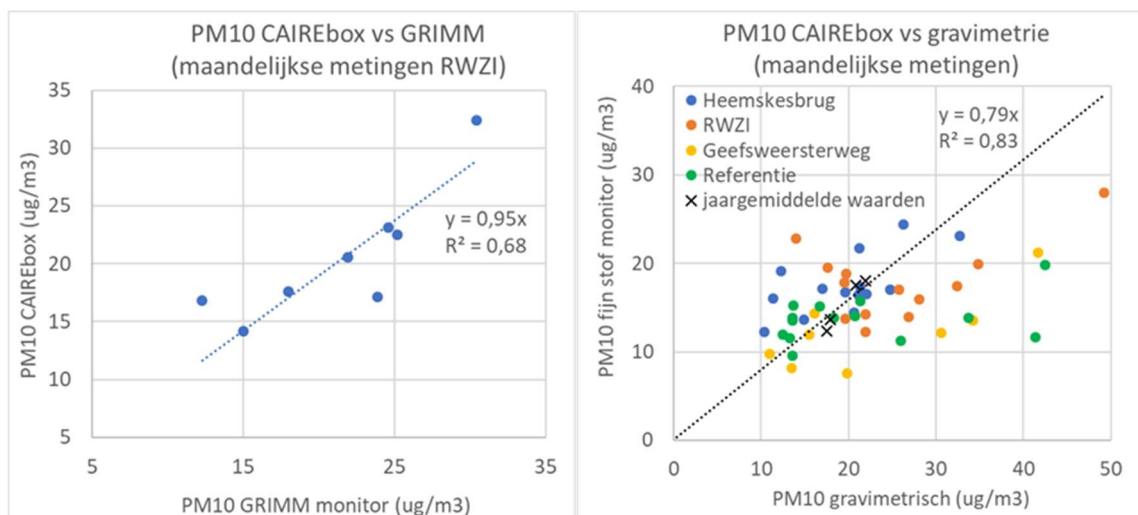
4.2.3 Vergelijking CAIREbox sensor met geavanceerde fijn stof monitor (GRIMM) en gravimetrische bepaling

In de periode april – december 2019 heeft op het hoofdmeetstation RWZI Delfzijl naast de CAIREbox fijn stof sensor ook een geavanceerd fijn stof monitor (GRIMM) meegedraaid. De resultaten van deze fijn stof monitor zijn vergeleken met die van de CAIREbox. In Figuur 19 (links) is een correlatiediagram gegeven tussen de resultaten van de metingen met de CAIREbox en de GRIMM op basis van maandgemiddelde metingen. Hieruit blijkt dat de PM10 waarden over het algemeen redelijk vergelijkbaar zijn. In bijlage M zijn de

resultaten van de vergelijking tussen de CAIREbox en GRIMM voor PM10, PM2.5 en PM1 op basis van daggemiddelde waarden in meer detail weergegeven. Deze vergelijking laat zien dat de correlatie tussen de CAIREbox en de GRIMM voor kleinere deeltjes (PM2.5 en PM1) beter is, maar dat de CAIREbox concentraties lager zijn dan de GRIMM data. Voor PM2.5 is het verschil ca. 20%. Op basis van deze vergelijking zijn alle CAIREbox PM2.5 concentraties gecorrigeerd. Het grootste verschil tussen de CAIREbox en de GRIMM is dat de CAIREbox minder goed werkt bij hoge luchtvochtigheid en dat de CAIREbox trager reageert. Dit betekent dat zeer kortdurende hoge stofbelasting (seconden) door de CAIREbox niet goed wordt geregistreerd.

Ook is een vergelijking gemaakt tussen de maandgemiddelde PM10 waarden gemeten met de CAIREbox en de gravimetrische PM10 bepalingen (zie Figuur 19, rechts). Hieruit blijkt dat de CAIREbox waarden op basis van maandgemiddelden niet goed vergelijkbaar zijn met de gravimetrische waarden. Over het algemeen zijn de PM10 waarden, gemeten met de CAIREboxen, lager dan de gravimetrische waarden. Deze onderschatting kan worden verklaard doordat de massa aan fijn stof gemeten met fijn stof monitoren/sensoren in de regel bepaald wordt met behulp van een standaard soortelijke massa van de deeltjes op basis van een algoritme dat is gebaseerd op een normale stofbelasting in de buitenlucht. In de omgeving Oosterhorn is het fijn stof waarschijnlijk afwijkend met een hogere soortelijke massa.

Om voor bovenstaande onderschatting een correctiefactor af te kunnen leiden voor de CAIREboxen zijn op basis van de gravimetrische bepalingen en de CAIREbox data eerst jaargemiddelde PM10 concentraties bepaald voor alle hoofdmeetstations, waarbij de 'uitbijters' (extreme waarden die niet verklaard kunnen worden) niet zijn meegenomen. De op deze manier berekende jaargemiddelde waarden bleken wel goed te correleren met elkaar (zie trendlijn in Figuur 19, rechts). Op basis van de trendlijn blijkt dat de CAIREbox data een 20% onderschatting geven in vergelijking met de gravimetrische PM10 getallen. Op basis hiervan is op de PM10 data van alle CAIREboxen een correctiefactor van $(1 / 0,8 =) 1,25$ toegepast.



Figuur 19 Vergelijking tussen de maandgemiddelde concentratie van PM10 gemeten met CAIREboxen, GRIMM-fijn stof monitor en gravimetrische filterbepaling

4.3 Roet

4.3.1 Elementair koolstof (EC)

Tabel 11 geeft de gemiddelde resultaten van de metingen van elementair koolstof (EC) in lucht bij wind vanuit het ESD-SiC terrein. De berekende gemiddelde concentraties op de hoofdmeetstations zijn gebaseerd op metingen met wind uit de richting van ESD-SiC en geven dus geen beeld van de jaargemiddelde concentratie. Onderin de tabel zijn de geschatte bijdragen van ESD-SiC weergegeven, berekend door correctie voor de achtergrondconcentratie. Doordat de achtergrondconcentratie bij dezelfde windhoek is gemeten als op het meetstation RWZI Delfzijl zal de berekende bijdrage voor dat station betrouwbaarder zijn dan voor de andere meetstations. De metingen van roet zijn uitgevoerd volgens de voorgeschreven thermo-optische methode (referentiemethode). Figuur 20 geeft het verloop in de tijd over de 14 meetperioden voor EC. De geschatte bijdrage van ESD-SiC op de concentratie EC op de hoofdmeetstations varieert van 0,3 – 0,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. De geschatte bijdrage geldt alleen bij wind vanuit de richting van ESD-SiC. De werkelijke bijdrage van ESD-SiC op de totale concentratie EC bij alle windrichtingen zal lager zijn.

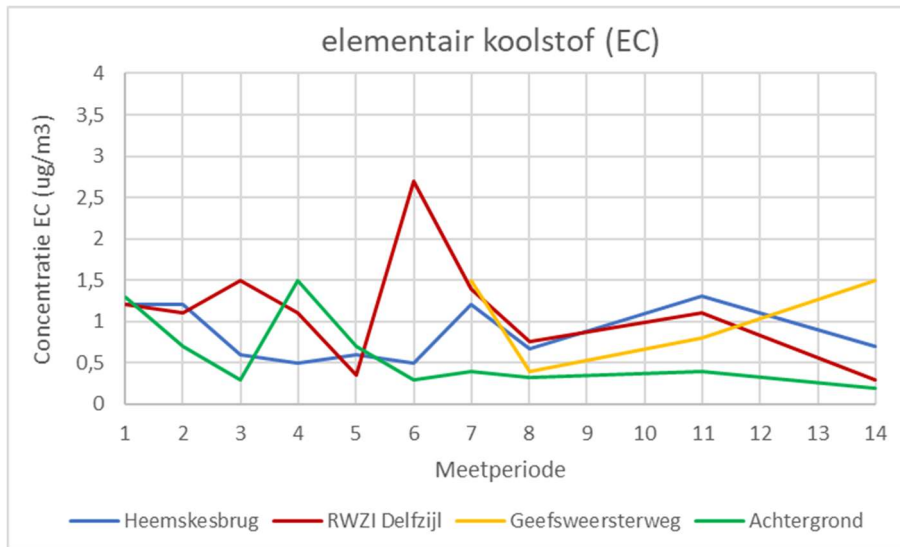
Op basis van SEM/EDX- onderzoek blijkt dat de bijdrage van ESD-SiC aan de concentratie EC voornamelijk bestaat uit cokes (ca. 70%) en grafiet (ca. 30%) (paragraaf 3.3.3). In vergelijking met roetdeeltjes (veelal kleiner dan $2.5\mu\text{m}$) zijn deze deeltjes groter (2.5 - 25 μm). Dit betekent ook dat de in Tabel 5 gegeven EC-resultaten (gebaseerd op PM₁₀) een onderschatting zijn van de totale EC-bijdrage afkomstig van ESD-SiC. Op basis van SEM/EDX- onderzoek en de TSP- metingen blijkt dat nog ca. 30-50% EC in de fractie groter dan 10 μm aanwezig is.

Tabel 11 Gemiddelde resultaten elementair koolstof (EC) bij wind vanuit ESD-SiC en de geschatte bijdrage uit de windhoek van ESD-SiC op de meetstations in meetnet Oosterhorn over 14 meetperioden (10 oktober 2018 tot en met 8 januari 2020).

Component	Grens-Waarde	Gemiddelden over 14 meetperioden ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)						
		brug	rwzi	gww ESD-SiC	gww AG	zv FS	bw BW	fbw WB
EC	-	0,9 (0,3)	1,2 (0,7)	1,0 (0,5)	0,6 (0,4)	-	-	-
Component	Grens-Waarde	Geschatte lokale bijdrage windhoek ESD-SiC over 14 meetperioden ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)						
		Brug ¹⁾	rwzi	gww ESD-SiC ₁₎	gww AG	zv FS	bw BW	fbw WB
EC	-	0,3 [35%]	0,6 [50%]	0,4 [42%]	-	-	-	-

Opmerkingen bij Tabel 5:

- gww AG = Geefswesterweg – achtergrond meetstation
 - gww ESD-SiC = Geefswesterweg – ESD-SiC meetstation
 - zv FS = Zijlvest Farmsum
 - bw BW = Borgsweer Borgsweer
 - fbw WB = Familie Bronsweg Wagenborgen
 - De getallen tussen haakjes () geven de standaarddeviatie
 - De getallen tussen haakjes [] geven de percentuele lokale bijdrage uit de windhoek van ESD-SiC op de concentratie
- 1) De geschatte bijdragen bij de Brug en gww ESD-SiC zijn slechts indicatief omdat de gemeten achtergrondconcentratie niet representatief is voor deze windrichting.



Figuur 20 Grafische weergave van het verloop van de concentratie elementair koolstof over de 14 meetperiodes (10 oktober 2018 tot en met 8 januari 2020)

4.3.2 Black carbon (BC)

In het meetnet zijn de concentraties aan black carbon (BC) bepaald op de drie hoofdmeetstations met behulp van geavanceerde monitoren (MAAP). Het betreft online metingen waarbij elke 10 minuten de concentratie wordt gepresenteerd in de *LuchtApp*. In paragraaf 4.3.3 zijn deze BC-gegevens vergeleken met de concentraties EC, bepaald op basis van laboratoriumanalyse (referentiemethode). Hieruit bleek dat voor de metingen bij wind vanuit de richting van ESD de BC-concentratie ca. 20-30% lager ligt dan de EC-concentratie. De hieronder gepresenteerde resultaten zijn niet gecorrigeerd voor dit verschil. In Tabel 12 zijn de BC-concentraties gegeven (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$) op de drie hoofdmeetstations in het industriegebied Oosterhorn voor de periode 2019. Er is onderscheid gemaakt in jaargemiddelde waarden, de 50, 75, 90, 95, 98 en 99,5 percentiel waarden en maximaal gemeten concentraties.

In aanvulling zijn in dezelfde tabel de BC-waarden opgenomen die zijn gemeten tijdens het optreden van geregistreerde blazers. De invloed van blazers op de gemeten concentraties aan black carbon is klein. De gemeten concentraties aan black carbon in meetperiodes met blazers wijken nauwelijks af van de concentraties gemeten tijdens perioden zonder blazers. In totaal zijn er in de meetperiode 61 geregistreerde blazers opgetreden, waarvan in 34 gevallen (56%) de wind (deels) over één van de hoofdmeetstations is gegaan (zie Bijlage F). De concentratie black carbon op de hoofdmeetstations tijdens een blazer is gemiddeld $2,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en de berekende bijdrage op jaargemiddelde resultaat is ca. 5% ($0,025 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Door gedetailleerde analyse van de meetreeksen in samenhang met de windrichting kan onderzocht worden welke emissiebronnen in een bepaalde windrichting verantwoordelijk zijn voor een bepaalde concentratie. In Figuur 21 zijn de windrozen gegeven van BC-concentraties op de drie hoofdmeetstations. De totale BC-concentratie is aangegeven met een rode lijn en de bijdrage vanuit lokale bronnen is weergegeven met een blauwe lijn. De bijdrage vanuit lokale bronnen is berekend door het totale BC-sigitaal te corrigeren voor de achtergrond. De achtergrond voor BC komt voor een belangrijk deel uit Duitsland bij wind uit het zuidoosten.

Tabel 12 Black carbon concentraties in $\mu\text{g}/\text{m}^3$: 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 in 2019. Aanvullend zijn dezelfde kengetallen gegeven tijdens het optreden van blazers.

Meetstation	Heemskesbrug			RWZI Delfzijl			Geefswesterweg			Blazers
Jaargemiddeld	0,63 $\mu\text{g}/\text{m}^3$			0,56 $\mu\text{g}/\text{m}^3$			0,55 $\mu\text{g}/\text{m}^3$			2,2
	10min	uur	dag	10min	uur	dag	10min	uur	dag	
50 percentiel	0,44	0,44	0,47	0,36	0,37	0,40	0,37	0,38	0,41	1,6
75 percentiel	0,79	0,79	0,76	0,71	0,72	0,70	0,68	0,68	0,69	3,5
90 percentiel	1,3	1,3	1,2	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,1	5,3
95 percentiel	1,8	1,8	1,7	1,7	1,6	1,6	1,5	1,5	1,4	5,8
98 percentiel	2,5	2,4	2,3	2,2	2,2	2,0	2,3	2,3	2,1	-
99,5 percentiel	3,6	3,4	3,2	3,3	3,1	3,1	4,4	4,1	3,5	-
Maximum	24	15	12	17	14	13	23	15	14	6,8

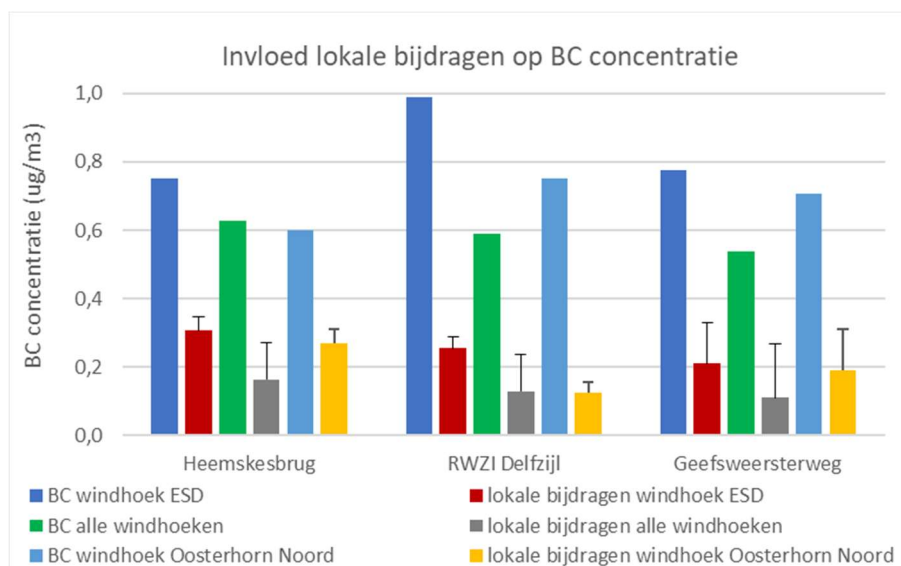


Figuur 21 Windrozen van de concentratie black carbon (BC) op de drie hoofdmeetstations in en rondom het industriegebied Oosterhorn, gemeten met MAAP monitoren in de periode 1 oktober 2018 tot en met 31 december 2019. De blauwe lijn is de absolute concentratie BC en de rode lijn is de concentratie BC vanuit lokale bijdragen (met aftrek van de achtergrond).

Figuur 22 geeft inzicht in BC-concentraties op de drie hoofdstations in de omgeving van het industriegebied Oosterhorn bij wind vanuit de richting ESD-SIC (donkerblauwe balkjes), Oosterhorn Noord (lichtblauwe balkjes) en alle windrichtingen (groene balkjes) inclusief de berekende lokale bijdragen vanuit de betreffende windrichtingen. De lokale bijdrage is op twee manieren berekend:

1. Door correctie voor de achtergrondconcentratie: laagste BC-concentratie op de drie hoofdmeetstations (in Figuur 22 weergegeven als groene, grijze en gele balkjes).
2. Door correctie voor het 95-percentiel van het lopende gemiddelde over een periode van 12 uur (60 metingen). Hiermee worden de langzame variaties in BC-concentraties (veroorzaakt door bronnen verder weg en natuurlijke achtergrond) afgetrokken van de BC-concentratie, met als resultaat dat alleen de snelle variaties vanuit lokale bijdragen overblijven. Deze berekeningsmethode is enigszins arbitrair maar geeft een indicatie van de maximale bijdrage uit lokale bronnen (in Figuur 22 weergegeven als zwarte 'fouten-lijnen').

De gemiddelde BC-concentratie (alle windhoeken) ligt tussen $0,55 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Geefsweersterweg) en $0,63 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Heemskesbrug). De lokale bijdrage aan de totale BC-concentratie varieert van 20% tot 25%. Op de Heemskesbrug is de invloed van lokale bronnen het grootst met een absolute bijdrage van $0,16 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Dit meetstation wordt niet alleen beïnvloed door de emissies vanuit ESD-SIC, maar ook door het vrachtverkeer dat over de brug rijdt.

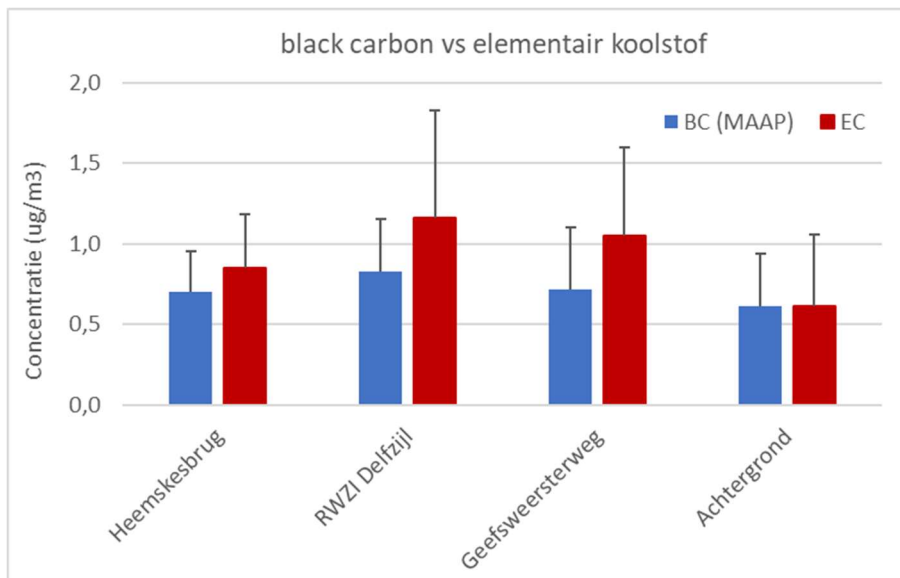


Figuur 22 Black carbon (BC) concentraties op de drie hoofdstations in de omgeving van het industriegebied Oosterhorn bij wind vanuit de richting ESD-SIC, Oosterhorn Noord en alle windrichtingen inclusief de berekende lokale bijdragen vanuit de betreffende windrichtingen.

4.3.3 Vergelijking online metingen black carbon met elementair koolstof analyses

Op basis van de gemiddelde BC en EC concentratie over 14 meetperioden op de hoofdmeetstations is een vergelijking gemaakt tussen de online BC metingen en de EC analyses (zie Figuur 23). Hieruit blijkt dat BC- en EC-concentratie op het achtergrondstation goed overeenkomen. Op de stations RWZI Delfzijl en Geefsweersterweg ligt de BC-concentratie ca. 30% lager dan de EC concentratie en op de Heemskesbrug is dat verschil iets kleiner met ca. 20%. De MAAP meet de zwartingsgraad en is gekalibreerd op basis van roet, voornamelijk afkomstig van verbrandingsemissies. Dit

is goed terug te zien op het achtergrondstation waar verbrandingsemissies waarschijnlijk de enige bron zijn. Het verschil zou kunnen komen door een afwijkende zwartingsgraad van de cokes- en grafiekdeeltjes ten opzichte van roet. Daarnaast zou ook de grotere deeltjesgrootte van cokes en grafiet (2.5 – 25 µm) in vergelijking met roet (<2.5 µm) een rol kunnen spelen. Door een verschil in de inlaatkarakteristieken van de PM10 afscheiders van de meetopstellingen kunnen juist bij deze relatief grote deeltjes concentratieverschillen optreden. Op de Heemskebrug is het verschil ten opzichte van de andere meetstations iets kleiner, wat kan worden verklaard door de uitstoot van roet van verkeer (vrachtwagens) dat over de brug rijdt en naast ESD-SIC als bijdragen aan de totale BC-concentratie.



Figuur 23 De gemiddelde concentratie van elementair koolstof (EC) vergeleken met die van black carbon (BC) op de verschillende meetstations.

4.4 Koolmonoxide (CO)

In het meetnet zijn de concentraties aan koolmonoxide (CO) bepaald op de drie hoofdmeetstations met behulp van geavanceerde monitoren. Het betreft online metingen waarbij elke 10 minuten de concentratie wordt gepresenteerd in de *LuchtApp*. In Tabel 13 is een samenvatting gegeven van de CO-meetresultaten op de drie hoofdmeetstations in het industriegebied Oosterhorn voor de periode 2019. De CO concentraties zijn weergegeven in ppm, waarbij onderscheid is gemaakt in jaargemiddelde waarden, de 50, 75, 90, 95, 98 en 99,5 percentiel waarden en maximaal gemeten concentraties.

In aanvulling zijn in dezelfde tabel de CO-waarden opgenomen die zijn gemeten tijdens het optreden van geregistreerde blazers en folieverlies. De invloed van blazers en folieverlies op de gemeten concentraties aan koolmonoxide is klein. De gemeten concentraties aan koolmonoxide in meetperioden met blazers en folieverlies wijken nauwelijks af van de concentraties gemeten tijdens perioden zonder blazers. In totaal zijn er in de meetperiode 61 geregistreerde blazers opgetreden en is 11 keer folieverlies gemeld, waarvan in 37 gevallen (55%) de wind (deels) over één van de hoofdmeetstations is gegaan (zie Bijlage F). De concentratie CO op de hoofdmeetstations tijdens een blazer en folieverlies is gemiddeld 1,4 ppm en de berekende bijdrage op het jaargemiddelde resultaat is ca. 5% (0,020 ppm).

Tabel 13 Koolmonoxide (CO) concentraties in ppm: 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 en folieverlies.

Meetstation	Heemskesbrug			RWZI Delfzijl			Geefsweersterweg			Blazers/ folieverlies
	10min	uur	dag	10min	uur	dag	10min	uur	dag	
jaargemiddeld	0,56 ppm			0,37 ppm			0,44 ppm			1,4
50 percentiel	0,51	0,51	0,53	0,35	0,35	0,35	0,39	0,39	0,39	1,0
75 percentiel	0,81	0,81	0,81	0,51	0,51	0,48	0,74	0,74	0,70	2,0
90 percentiel	1,1	1,1	1,1	0,73	0,73	0,67	1,3	1,3	1,1	3,1
95 percentiel	1,3	1,3	1,2	0,88	0,88	0,78	1,6	1,6	1,4	4,0
98 percentiel	1,5	1,5	1,4	1,0	1,0	0,93	1,9	1,9	1,7	-
99,5 percentiel	2,0	1,9	1,5	1,2	1,2	1,1	2,2	2,2	1,9	-
maximum	10,2	5,3	1,8	5,3	2,3	1,1	8,2	3,0	2,1	9,0

Door gedetailleerde analyse van de meetreeksen in samenhang met de windrichting kan onderzocht worden welke emissiebronnen in een bepaalde windrichting verantwoordelijk zijn voor een bepaalde concentratie. Daarbij lag de nadruk op de bijdrage van het terrein van ESD-SIC, echter ook het noordelijk deel van het industriegebied (rondom Damco Aluminium Delfzijl) is met deze online metingen zichtbaar gemaakt. In Figuur 24 zijn de windrozen gegeven van CO-concentraties op de drie hoofdmeetstations. De totale CO-concentratie is aangegeven met een rode lijn en de bijdrage vanuit lokale bronnen is weergegeven met een blauwe lijn. De bijdrage vanuit lokale bronnen is berekend door de bijdrage van de achtergrond af te trekken van het totale CO-sigitaal. De achtergrond voor CO wordt in grote mate beïnvloed door verbrandingsemissie (o.a. verkeer) en dag-nacht verschillen; overdag ligt de CO-concentratie ca. 0,2 ppm lager dan 's nachts. In Figuur 24 is duidelijk de invloed van ESD-SIC te zien, maar ook de invloed van noordelijk deel van Oosterhorn (met bedrijven zoals Damco Aluminium met een aanzienlijke CO uitstoot) is op het station Heemskesbrug zichtbaar.



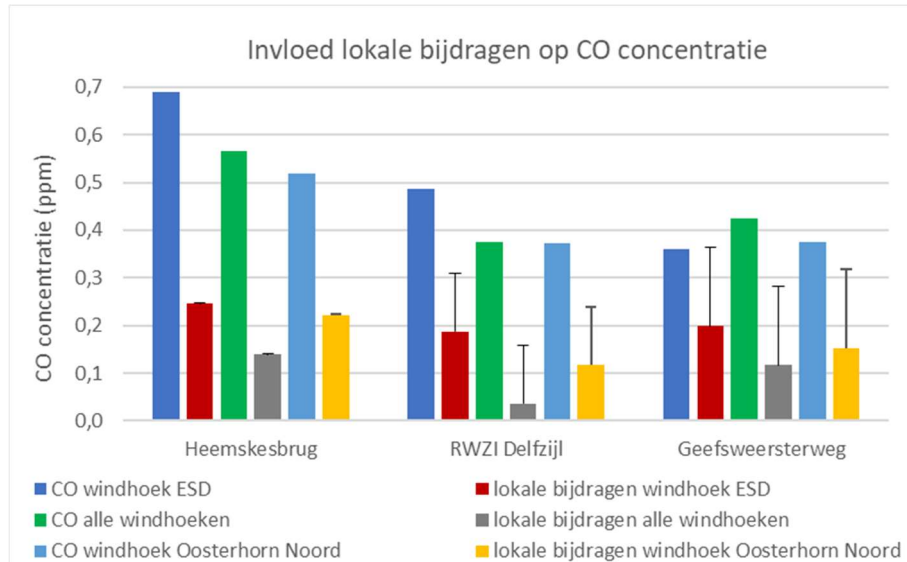
Figuur 24 Windrozen van de concentratie koolmonoxide (CO) op de drie hoofdmeetstations in en rondom het industriegebied Oosterhorn, gemeten met online CO monitoren in de periode 1 oktober 2018 tot en met 31 december 2019. De blauwe lijn is de absolute concentratie CO en de rode lijn is de concentratie CO vanuit lokale bijdragen (met aftrek van de achtergrond).

Figuur 25 geeft inzicht in CO-concentraties op de drie hoofdstations in de omgeving van het industriegebied Oosterhorn bij wind vanuit de richting ESD-SiC (donkerblauwe balkjes), Oosterhorn Noord (lichtblauwe balkjes) en alle windrichtingen (groene balkjes) inclusief de berekende lokale bijdragen vanuit de betreffende windrichtingen. De lokale bijdrage is op twee manieren berekend:

1. Door correctie voor de laagste CO-concentratie op de drie hoofdmeetstations (in Figuur 25 weergegeven als groene, grijze en gele balkjes).
2. Door correctie voor het 95-percentiel van het lopende gemiddelde over een periode van 12 uur (60 metingen). Hiermee worden de langzame variaties in BC-concentraties (veroorzaakt door bronnen verder weg en natuurlijke achtergrond) afgetrokken van de BC concentratie, met als resultaat dat alleen de snelle variaties vanuit lokale bijdragen overblijven. Deze berekeningsmethode is enigszins arbitrair maar geeft een indicatie van de maximale bijdrage uit lokale bronnen (in Figuur 25 weergegeven als zwarte 'fouten-lijnen').

De gemiddelde CO-concentratie (alle windhoeken) ligt tussen 0,37 ppm (RWZI Delfzijl) en 0,56 ppm (Heemskesbrug). De lokale bijdrage aan de totale CO-concentratie varieert van ca. 20% tot 40%. Op de Heemskesbrug is de invloed van lokale bronnen het grootst met een absolute bijdrage van ca. 0,19 ppm. Dit meetstation staat tussen twee belangrijke bronnen van koolmonoxide in de omgeving: ESD-SiC en Damco Aluminium (zie tevens Tabel 4). De lokale bijdrage bij wind vanuit ESD-SiC is op het meetstation Geefsweersterweg het grootst met ca. 60%. Dit komt zeer waarschijnlijk omdat op dit

meetstation Damco Aluminium in dezelfde windhoek zit als ESD-SiC, waardoor ook de CO-emissie vanuit Damco Aluminium wordt meegenomen. Zoals vermeld is volgens de Emissieregistratie Damco Aluminium een veel grotere bron van CO dan ESD-SiC (zie Tabel 4).



Figuur 25 Koolmonoxide (CO) concentraties op de drie hoofdstations in de omgeving van het industriegebied Oosterhorn bij wind vanuit de richting ESD-SiC, Oosterhorn Noord en alle windrichtingen inclusief de berekende lokale bijdragen vanuit de betreffende windrichtingen.

4.5 Geurstoffen

4.5.1 Bepaling selectie van geur veroorzakende stoffen

Tabel 14 geeft de gemiddelde resultaten van de metingen van naftaleen, methylnaftalenen en methylbenzothiofenen in lucht bij wind vanuit het ESD-SiC terrein. Deze stoffen worden beschouwd als indicatorstoffen voor het mengsel van geur veroorzakende stoffen afkomstig van ESD-SiC en zijn gekozen omdat ze goed meetbaar zijn en de analyseresultaten betrouwbaar zijn. De berekende gemiddelde concentraties¹⁵ op de meetstations zijn gebaseerd op metingen met wind uit de richting van ESD-SiC en geven dus geen beeld van de totale jaargemiddelde concentratie.

Onderin de tabel zijn de geschatte bijdragen van ESD-SiC weergegeven, berekend na correctie voor de achtergrondconcentratie. Doordat de achtergrondmeting bij dezelfde windhoek is gemeten als op het meetstation RWZI Delfzijl zal de berekende bijdrage voor dat station meer betrouwbaar zijn dan voor de andere meetstations. Figuur 26 tot en met Figuur 28 geven het verloop in de tijd over de 13 meetperioden voor respectievelijk naftaleen, methylnaftalenen en methylbenzothiofenen. De geschatte percentuele bijdrage van ESD-SiC op de concentratie aan geurveroorzakende stoffen op de meetstations is hoog, voor naftaleen is dit ca. 70 – 80%, voor methylnaftalenen ca. 80 – 90% en voor methylbenzothiofenen ca. 90 – 100%. De geschatte bijdragen gelden alleen bij wind vanuit de richting van ESD-SiC.

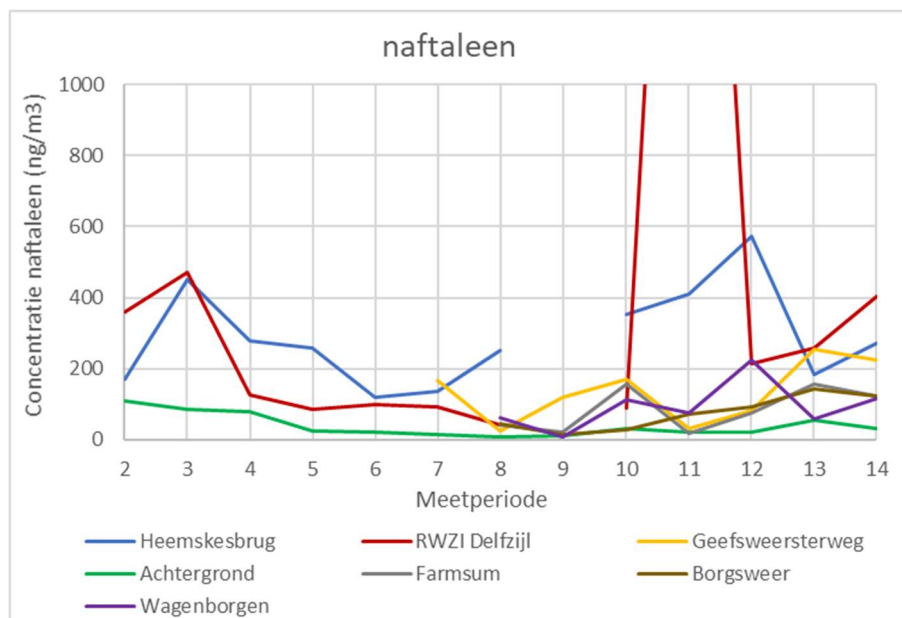
¹⁵ Bij de berekening van de gemiddelde concentratie aan naftaleen is de extreem hoge waarde in de 11e meetsessie (2800 ng/m³) niet meegenomen.

Tabel 14 Gemiddelde resultaten geur veroorzakende stoffen bij wind vanuit ESD-SIC en de geschatte bijdrage uit de windhoek van ESD-SIC op de meetstations in meetnet Oosterhorn over 13 meetperiodes (24 oktober 2018 tot en met 8 januari 2020).

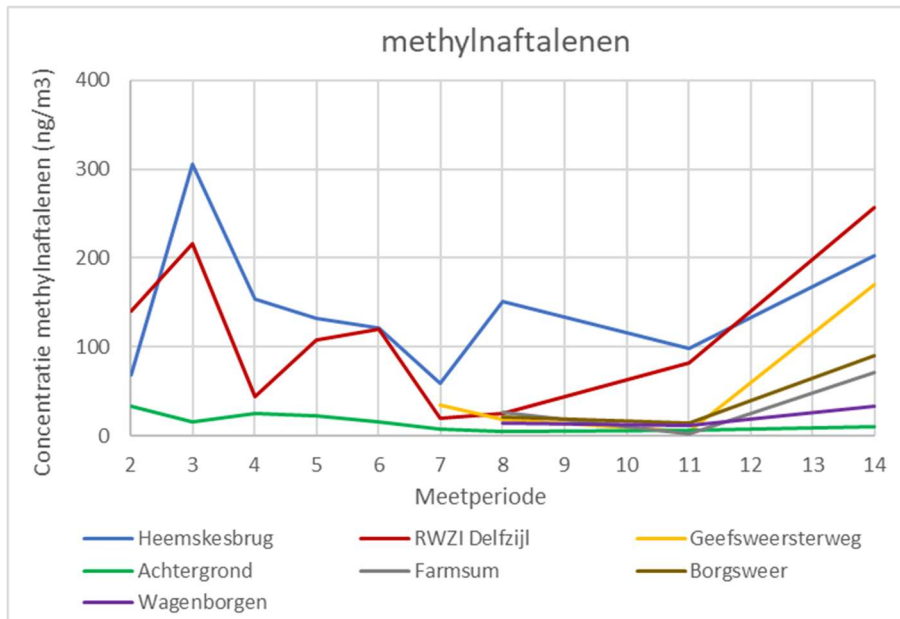
Component	Grens-Waarde	Gemiddelden over 13 meetperiodes (ng/m ³)						
		brug	Rwzi	gww ESD-SIC	gww AG	zv FS	bw BW	fbw WB
naftaleen	-	250 (120)	180 (140) ¹⁾	120 (80)	34 (31)	68 (52)	64 (43)	45 (37)
methyl-naftalenen	-	140 (80)	110 (80)	57 (76)	16 (10)	33 (35)	42 (42)	20 (11)
methylbenzothiofenen	-	40 (28)	29 (25)	14 (11)	1,6 (1,7)	8,3 (4,9)	6,4 (4,1)	6,0 (3,8)
Component		Geschatte lokale bijdrage windhoek ESD-SIC over 13 meetperiodes (ng/m ³)						
		brug	Rwzi	gww ESD-SIC	gww AG	zv FS	bw BW	fbw WB
naftaleen		200 [83%]	130 [76%]	100 [82%]	-	48 [70%]	42 [66%]	25 [73%]
methyl-naftalenen		130 [89%]	98 [87%]	50 [88%]	-	27 [80%]	35 [83%]	13 [64%]
methylbenzothiofenen		38 [96%]	28 [94%]	13 [95%]	-	7,8 [94%]	5,9 [92%]	5,4 [91%]

Opmerkingen bij Tabel 6:

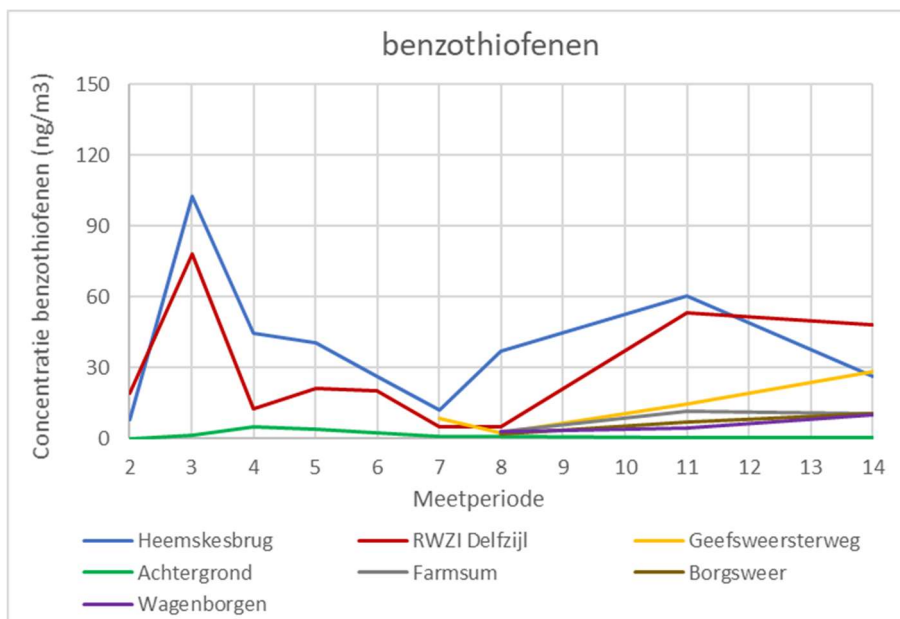
- gww AG = Geefswesterweg – achtergrond meetstation
 - gww ESD-SIC = Geefswesterweg – ESD-SIC meetstation
 - zv FS = Zijlvest Farmsum
 - bw BW = Borgsweer Borgsweer
 - fbw WB = Familie Bronsweg Wagenborgen
 - De getallen tussen haakjes () geven de standaarddeviatie.
 - De getallen tussen haakjes [] geven de percentuele lokale bijdrage uit de windhoek van ESD-SIC op de concentratie
- 1) Voor naftaleen is in de 11^e meetsessie een extreem hoge waarde van 2800 ng/m³ gemeten. Deze éénmalige hoge waarde is geïdentificeerd en is daarom niet meegenomen in de berekening van de gemiddelde waarde.



Figuur 26 Grafische weergave van het verloop van de concentratie van naftaleen over de 13 meetperiodes (24 oktober 2018 tot en met 8 januari 2020). De hoge waarde in meetperiode 11 (3200 ng/m³) is als uitbijter niet meegenomen voor de berekening van de gemiddelde waarde over 14 meetperiodes.



Figuur 27 Grafische weergave van het verloop van de concentratie van benzo(a)pyreen over de 13 meetperioden (24 oktober 2018 tot en met 8 januari 2020)



Figuur 28 Grafische weergave van het verloop van de concentratie benzothiofenen over de 13 meetperioden (24 oktober 2018 tot en met 8 januari 2020)

4.5.2 Bepaling van piekconcentraties van geurveroorzakende stoffen op basis van koolmonoxide

In de omgeving van Oosterhorn wordt gedurende bepaalde perioden geklacht over geur.. De gemiddelde concentratie van geur veroorzakende stoffen is veel lager dan de concentratie gedurende piekmomenten. Op die piek momenten is de kans het grootst dat geur wordt waargenomen. Anders gezegd: geurdrempels worden overschreden. Om

inzicht in het overschrijden van geurdrempels te geven zijn zowel 10 minuten-, uur- en daggemiddelde concentraties aan geur veroorzakende stoffen berekend. Dit is gebeurd op basis van de op de drie hoofdmeetstations gemeten koolmonoxide concentraties. In Tabel 15 is een samenvatting gegeven van de afgeleide concentratie van waterstofsulfide (H₂S) op de drie hoofdmeetstations voor het jaar 2019. De afgeleide waarden zijn gebaseerd op de verhouding H₂S : CO bepaald op basis van de emissiemetingen nabij ESD-SiC in fase 1 en 2 (zie paragraaf 3.2.2). De H₂S concentraties zijn weergegeven in µg/m³, waarbij onderscheid is gemaakt in jaargemiddelde waarden, de 50, 75, 90, 95, 98 en 99,5 percentiel waarden en maximaal gemeten concentraties.

Ter aanvulling zijn in dezelfde tabel de concentraties van H₂S opgenomen die afgeleid zijn van de CO-concentraties tijdens het optreden van geregistreerde blazers, folieverlies en storings van ontzwavelingsinstallatie (PRF) en dampretourverbranding. Deze storings gaan soms gepaard met geuroverlast als gevolg van het vrijkomen van het procesgas. De invloed van blazers, folieverlies en storings op de gemeten concentraties aan waterstofsulfide is klein. De afgeleide concentraties aan H₂S in meetperioden met deze gebeurtenissen wijken nauwelijks af van de concentraties gemeten tijdens reguliere perioden. In totaal zijn er in de meetperiode 61 blazers, 11 keer folieverlies en 56 storings gemeld, waarvan in 64 gevallen (50%) de wind (deels) over één van de hoofdmeetstations is gegaan (zie Bijlage F). De concentratie H₂S op de hoofdmeetstations tijdens blazers, folieverlies en storings is gemiddeld 10 µg/m³ en de berekende bijdrage op het jaargemiddelde resultaat is ca. 13% (0,05 µg/m³).

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 storings aan PRF (zie tekst).

Meetstation	Heemskesbrug			RWZI Delfzijl			Geefsweersterweg			Blazers/ folieverlies	Storings
	Jaargemiddeld	10min	uur	dag	10min	uur	dag	10min	uur		
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

Omdat de verhouding H₂S : CO is bepaald op basis van twee emissiemetingen zit er een bepaalde onzekerheid in deze waarde. Het is namelijk mogelijk dat de verhouding H₂S : CO tijdens het proces bij ESD-SiC fluctueert en niet op elk moment hetzelfde is. De fluctuatie in de verhouding tussen de geurstoffen en CO is daarom onderzocht op de hoofdmeetstations aan de hand van de indicatorstoffen naftaleen, methylnaftalenen en methylbenzothiofenen. Deze geurstoffen zijn periodiek gemeten op de hoofdmeetstations. In Tabel 16 zijn de berekende verhoudingen op de hoofdmeetstations vergeleken met de verhoudingen bepaald tijdens de emissiemetingen. Uit de resultaten blijkt dat op de meetstations Heemskesbrug en RWZI de verhouding *geurstof* : CO voor naftaleen en methylnaftalenen redelijk tot goed overeenkomt met de tijdens de emissiemetingen

bepaalde verhoudingen. Voor methylbenzothiofenen blijkt deze verhouding lager te liggen. Dit heeft zeer waarschijnlijk te maken met verschillen in analysemethode. De monsters afkomstig van de hoofdmeetstations zijn gekwantificeerd op basis van externe methylbenzothiofeen standaarden. Tijdens de analyse van de monsters afkomstig van de emissiemetingen waren deze standaarden nog niet beschikbaar en zijn daarom gekwantificeerd op basis van een naftaleen externe standaard. Voor het meetstation Geefswesterweg (2,0 km van ESD-SIC) is de verhouding *geurstof* : CO ca. de helft lager als bij de andere meetstations. Dit komt waarschijnlijk doordat de CO-concentratie op de Geefswesterweg ook sterk wordt beïnvloed door de CO-emissie vanuit Damco Aluminium. Daardoor ligt de verhouding *geurstof* : CO lager. In Tabel 17 zijn daarom de afgeleide H₂S waarden op de Geefswesterweg hiervoor gecorrigeerd (correctiefactor 0,5).

Tabel 16 Verhouding concentratie *geurstoffen* (µg/m³) : koolmonoxide (ppm) gemeten tijdens de emissiemetingen en op de hoofdmeetstations.

Meetstation	Verhouding Geurstof : CO		
	Naftaleen	Methylnaftalenen	Methylbenzothiofenen
Heemskesbrug	1,24	0,81	0,20
RWZI Delfzijl	1,10	0,65	0,16
Geefswesterweg	0,35	0,19	0,05
Emissiemetingen	1,15	0,94	0,43

De jaargemiddelde concentraties H₂S zijn ook afgeleid via de periodiek gemeten indicator *geurstoffen* op de meetstations. In Tabel 17 zijn de resultaten van deze afleiding opgenomen. De op deze manier afgeleide jaargemiddelde H₂S concentraties liggen iets hoger dan de afgeleide concentraties op basis van koolmonoxide uit Tabel 15, maar zitten nog wel in dezelfde range (factor 1,5 – 2).

Tabel 17 Jaargemiddelde concentratie H₂S (µg/m³) afgeleid op basis van de indicator *geurstoffen* periodiek gemeten op de meetstations.

	Heemskes- brug	RWZI Delfzijl	Geefswester- weg	Farmsum	Borgsweer	Wagen- borgen
H ₂ S (µg/m ³)	0,79	0,54	0,27	0,10	0,12	0,04

Tijdens de uitgevoerde emissiemetingen tijdens reguliere activiteiten in fase 1 en 2 (zie paragraaf 3.2.2) is de verhouding tussen de concentratie aan vluchtige geurveroorzakende stoffen en koolmonoxide bepaald. In Tabel 18 is de verhouding tussen de concentratie aan verschillende *geurstoffen* (µg/m³) en de concentratie koolmonoxide (ppm) gegeven. In dezelfde tabel staan ook de gemiddelde en minimale geurdrempels van de meest relevante geurveroorzakende stoffen vermeld op basis van de gegevens uit "AIHA - Odor Thresholds for Chemicals with Established Health Standards" ¹⁶. Voor benzothiofenen en thiazolen zijn geen geurdrempels bekend, daarom zijn deze geschat op basis van geurgegevens in vloeistof en voedsel ¹⁷ en vergelijking met sulfides, waarvan zowel geurgegevens in lucht, vloeistof en voedsel bekend zijn.

¹⁶ Odor Thresholds for Chemicals with Established Health Standards, 2nd Edition, 2013, American Industrial Hygiene Association (AIHA), ISBN-13: 978-1-935082-38-5

¹⁷ Varlet V, Fernandez X. Review. Sulfur-containing volatile compounds in seafood: occurrence, odorant properties and mechanisms of formation, Food Sci Technol Int. 2010 Dec;16(6):463-503.

Tabel 18 Geurdrempels van vluchtige geur veroorzakende stoffen op het industriegebied Oosterhorn en de verhouding tussen de concentratie aan de geurstof ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) en de concentratie CO (ppm) bepaald op basis van gelijktijdige emissiemetingen in de nabijheid van het ESD-SiC terrein.

Component	Verhouding geurstof : CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$ per ppm CO)	Indicatie geurdrempel	
		gemiddeld	minimum
waterstofsulfide (H ₂ S)	9,0	1,5	0,4 (0,5 ppb ²⁾)
carbonyl sulfide (COS)	0,8	190	135
carbon disulfide (CS ₂)	1,0	180	50
dimethylsulfide	0,099	7	0,3
dimethyldisulfide	0,038	14	1,1
dimethyltrisulfide	0,034	-	-
naftaleen	0,94	200	7
methylnaftalenen	1,2	4,5	0,9
benzothiofeen	0,23	ca. 6 ¹⁾	-
methylbenzothiofenen	0,20	ca. 6 ¹⁾	-
C3-benzenen	0,34	270	41
thiazole	0,001	ca. 11 ¹⁾	-
4-methylthiazole	0,020	ca. 16 ¹⁾	-
methanethiol	0,027	1,5	1
benzeen	2,1	8600	1500
tolueen	1,9	3500	80
ethylbenzeen	0,15	1000	10
xylenen	0,73	1000	52

1) Geschat op basis van geurgegevens in vloeistoffen en voedsel

2) Gedefinieerd door de 'Agency for Toxic Substances and Disease Registry (CDC-ATSDR), waarbij is gesteld dat 50% van een testpanel hierbij de aanwezigheid van een geur detecteert, maar nog niet de geur kan identificeren

Er zit een hoge mate van variatie in de geurdrempels in de diverse studies, waardoor een representatieve geurdrempel lastig is te bepalen. Dit heeft ook te maken met de gevoeligheid van mensen voor deze geurstoffen en de manier waarop de geurdrempel is gedefinieerd (geur is *waarneembaar* of geur is *identificeerbaar*). Als laatste zit er ook variatie in de gevoeligheid voor bepaalde geurstoffen bij mensen, waardoor het mogelijk is dat nog steeds stankoverlast kan optreden als geurdrempels niet worden overschreden.

4.6 Siliciumcarbidevezels

In Tabel 19 zijn de resultaten van de metingen van de concentratie van siliciumcarbide vezels van 14 meetsessies (10 oktober 2018 – 8 januari 2020) gepresenteerd. Daarbij zijn de gemeten concentraties op de meetstations vergeleken met de achtergrond. Het verschil tussen deze concentraties geeft een indicatie van de bijdrage van emissies vanaf het ESD-SiC terrein aan de concentraties in lucht. In Figuur 29 zijn de resultaten op de hoofdmeetstations RWZI Delfzijl, Heemskesbrug en Geefswesterweg ook grafisch weergegeven. De gemeten vezelconcentratie is gebaseerd op tellingen van het aantal vezels op de bemonsterde filters. Als er vezels aangetroffen worden dan wordt dit aantal omgerekend naar het aantal vezels per kubieke meter door rekening te houden met het door het filter aangezogen volume lucht.

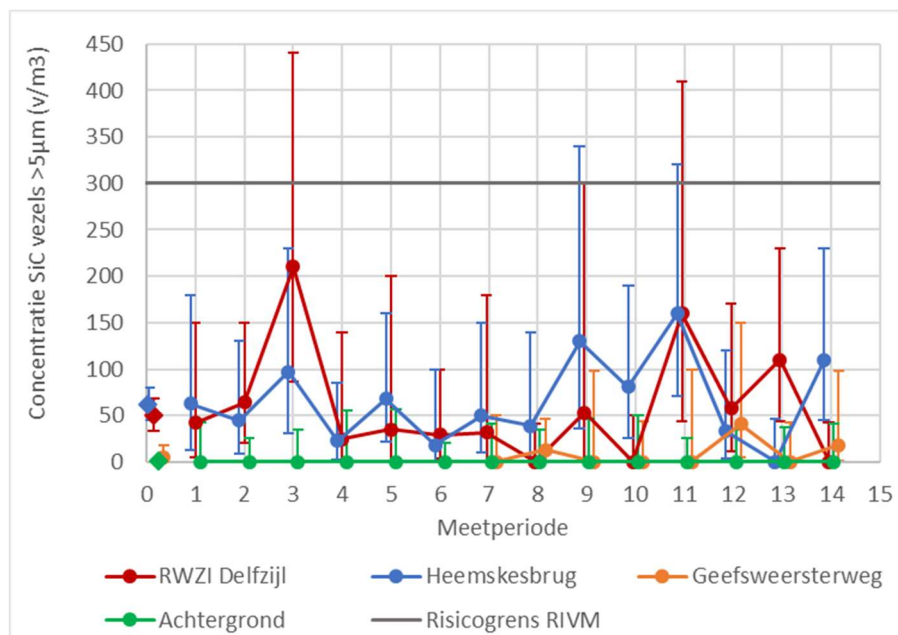
Doordat slechts een deel van het filter wordt bekeken, bestaat de kans dat in het niet onderzochte deel nog vezels voorkomen. Bij de berekening van de concentratie uit de telling dient daarom rekening gehouden te worden met een onzekerheidsmarge die is uitgedrukt als het 95%-betrouwbaarheidsinterval. Dit betekent dat de kans dat de werkelijke vezelconcentratie binnen dit interval zal liggen 95% is. Wanneer geen vezels worden aangetroffen wordt de bepalingsondergrens gegeven. Deze is gebaseerd op een bovengrens van 3 vezels. Op basis van de resultaten uit de 14 meetperioden is tevens een gewogen gemiddelde concentratie aan SiC-vezels berekend op de meetstations.

Tabel 19. De gewogen gemiddelde concentraties van siliciumcarbide vezels op de meetstations meetnet Oosterhorn over 14 meetperioden (10 oktober 2018 tot en met 8 januari 2020).

Component	Grens-waarde ¹⁾	Gemiddelden over 14 meetperioden (ng/m ³)						
		brug	rwzi	gww ESD-SIC	gww AG	Zv FS	bw BW	fbw WB
SiC-vezels	300	61 (45 – 80)	49 (34 – 69)	10 (3 – 23)	< 3	4 (1 – 13)	3 (1 – 9)	< 6

Opmerkingen bij Tabel 8:

- gww AG = Geefswesterweg – achtergrond meetstation
 - gww ESD-SIC = Geefswesterweg – ESD-SIC meetstation
 - zv FS = Zijlvest Farmsum
 - bw BW = Borgsweer Borgsweer
 - fbw WB = Familie Bronsweg Wagenborgen
 - De getallen tussen haakjes () geven het 95% betrouwbaarheidsinterval zoals hierboven beschreven (volgens de Poisson-statistiek)
 - Wanneer geen vezels zijn aangetroffen wordt de bepalingsondergrens weergegeven (<)
- 1) Advies risicogrenswaarde afgeleid door het RIVM (Advies 14725A01 – Afleiden indicatieve humane MTR-lucht voor siliciumcarbide-vezels, 1 april 2019)

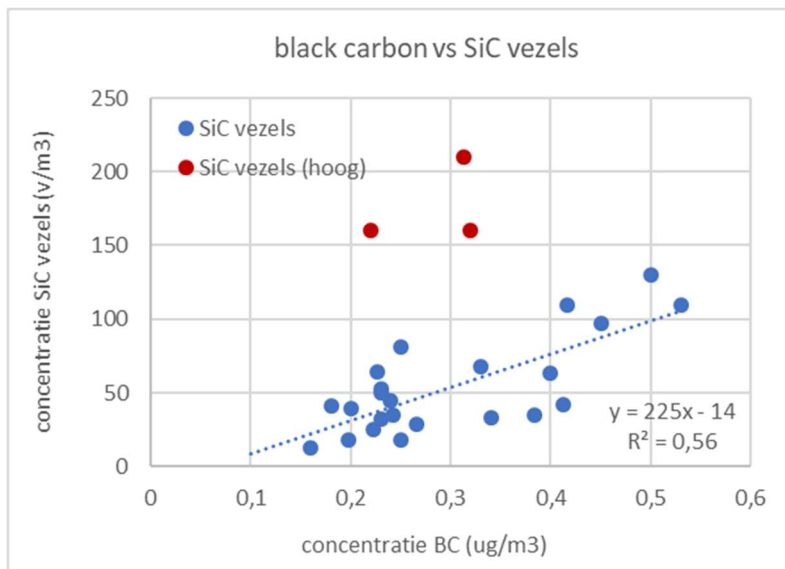


Figuur 29 Meetresultaten siliciumcarbide vezels op de drie hoofdmeetstations meetnet Oosterhorn in de periode 10 oktober 2018 tot en met 8 januari 2020 inclusief gewogen gemiddelde concentraties over de 14 meetperioden en vergelijking met de door het RIVM geadviseerde risicogrenswaarde van 300 vezels/m³.

4.6.1 Bepaling piekconcentraties siliciumcarbide vezels op basis van de concentratie van black carbon

De black carbon metingen op de hoofdmeetstations zijn gebruikt op piekconcentraties van siliciumcarbide vezels af te leiden. Hiervoor is eerst de correlatie tussen de maandgemiddelde concentratie SiC-vezels en concentratie BC bepaald (zie Figuur 30). Het gevonden lineaire verband¹⁸ is gebruikt om de piekconcentraties SiC-vezels tijdens reguliere activiteiten en tijdens blazers af te leiden op basis van het black carbon signaal gemeten op de hoofdmeetstations. In twee meetperioden (december 2018: RWZI en september 2019: RWZI en Heemskesbrug) zijn hogere concentraties SiC-vezels gemeten dan op grond van de black carbon concentratie verwacht zou worden. Deze zijn in Figuur 30 aangegeven als: SiC-vezels (hoog). Deze verhogingen zijn niet te verklaren door blazers, wellicht zijn andere activiteiten op het terrein van ESD-SiC er de oorzaak van.

In Tabel 20 is een samenvatting gegeven van de afgeleide siliciumcarbide vezelconcentratie op de drie hoofdmeetstations in het industriegebied Oosterhorn voor de periode 2019. De afgeleide waarden zijn gebaseerd op de verhouding SiC-vezels : BC. De SiC vezelconcentraties zijn weergegeven in $\mu\text{g}/\text{m}^3$, waarbij onderscheid is gemaakt in jaargemiddelde waarden, de 50, 75, 90, 95, 98, 99,5 en 99,9 percentiel waarden en maximaal gemeten concentraties. In aanvulling zijn in Tabel 20 ook de SiC vezelconcentraties gegeven tijdens het optreden van geregistreerde blazers. In Figuur 31 is het resultaat hiervan zichtbaar gemaakt voor alle opgetreden blazers in de meetperiode tussen 1 september 2018 en 31 december 2019.

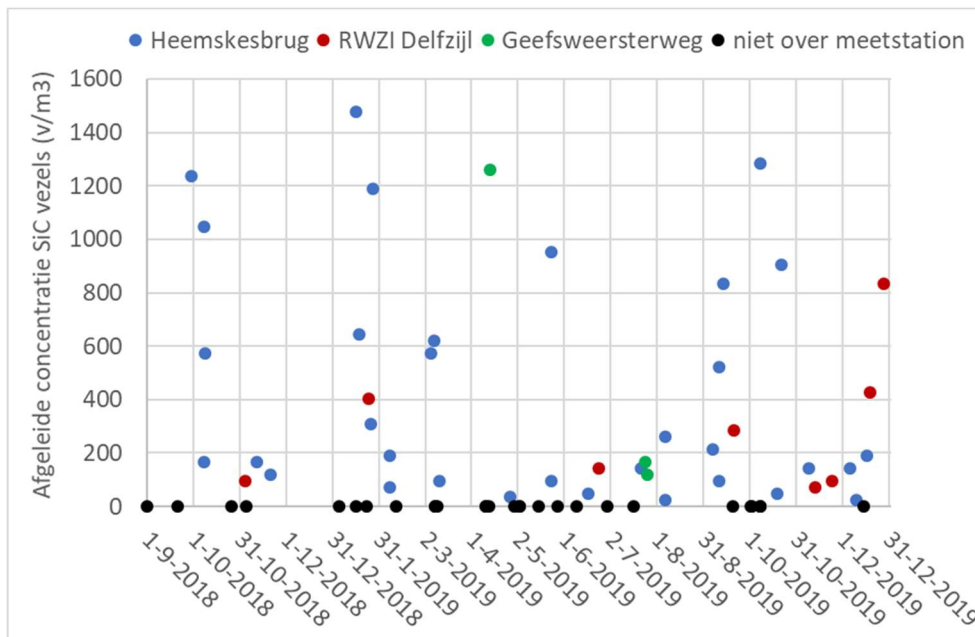


Figuur 30 Correlatie tussen de concentratie black carbon en de concentratie siliciumcarbidevezels (zie ook tekst)

¹⁸ Belangrijk is dat een dergelijk verband ook te verwachten is. Beide stoffen komen uit de zelfde bron en worden op dezelfde manier door de wind verspreid.

Tabel 20 Siliciumcarbide vezelconcentraties in vezels/m³: jaargemiddelde waarden, de 50, 75, 90, 95, 98, 99,5 en 99,9 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.

Meetstation		Heemskesbrug			RWZI Delfzijl			Geefsweersterweg			Blazers
Jaargemiddeld	vezels/m ³	17			9			3			450
Tijdgemiddelde	uren	10min	uur	dag	10min	uur	dag	10min	uur	dag	-
50 percentiel	4380	< 3	< 3	7	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	210
75 percentiel	2190	< 3	7	26	< 3	< 3	7	< 3	< 3	1	830
90 percentiel	876	48	52	50	< 3	26	28	< 3	4	8	1200
95 percentiel	438	100	100	64	75	67	51	14	15	15	1300
98 percentiel	175	190	170	81	130	120	83	37	35	27	-
99,5 percentiel	44	400	310	110	240	190	150	93	80	50	-
99,9 percentiel	9	730	520	-	490	360	-	210	190	-	-
Maximum	-	2700	1700	200	2400	1800	180	1100	600	95	1500

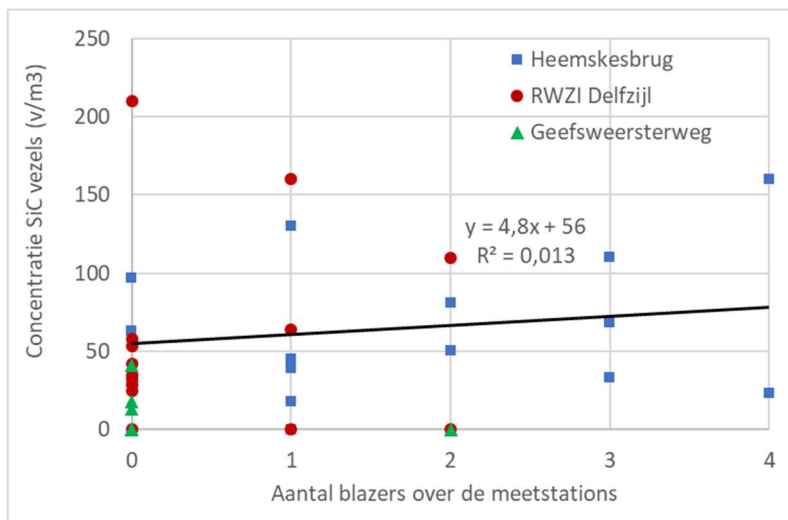


Figuur 31 Aantal blazers in de periode September 2018 tot en met December 2019, waarbij de concentratie aan siliciumcarbide vezels is afgeleid op basis van het black carbon signaal bij blazers die over de hoofdmeetstations zijn gegaan.

4.6.2 Bijdrage blazers aan de SiC vezelconcentratie

Zoals besproken zijn de mogelijkheden om rechtstreeks in een blazerpluim metingen uit te voeren uitvoerig onderzocht. Dat bleek niet haalbaar. In deze paragraaf wordt op basis van de meetresultaten een schatting gemaakt van de bijdrage van blazers op de SiC vezelconcentratie. Daarbij wordt onderzocht of het optreden van een blazer die over het meetstation waait terug te vinden is in de maandgemiddelde concentraties van SiC-vezels gemeten op dat station. Daarnaast is de relatie tussen de gemeten concentratie van SiC-vezels en de concentratie van BC gemeten op de stations gebruikt. Daarbij wordt aangenomen dat deze beide stoffen vanuit dezelfde bron op het ESD-SiC terrein komen.

In Figuur 32 is de gemeten concentratie aan SiC-vezels op de hoofdmeetstations uitgezet tegen het aantal opgetreden blazers in dezelfde meetperiode. Het gaat daarbij om blazers waarbij de wind in de richting van de meetstations stond en er dus monsters werden genomen. De pluim van de blazer (of althans een gedeelte daarvan) is in die periode dus over het meetstation gegaan. De gemiddelde concentratie zonder blazers is 56 vezels/m³. De berekende rechte lijn laat zien dat er met iedere blazer 4,8 vezels/m³ bijkomen¹⁹. Uit de figuur blijkt overigens dat er een zeer grote variatie in de concentratie van SiC-vezels is. Daardoor is de invloed van de blazers op de gemeten concentratie niet significant vast te stellen. De berekende toename van de concentratie is daarmee slechts een indicatie.



Figuur 32 De gemeten concentraties SiC-vezels per meetperiode op RWZI Delfzijl, Heemskesbrug en Geefswesterweg uitgezet tegen het aantal opgetreden blazers dat over het betreffende meetstation is gegaan in dezelfde meetperiode.

Naast de directe correlatie tussen het aantal blazers en de SiC vezelconcentratie, zoals in Figuur 32 geschetst, is de invloed van blazers ook onderzocht op basis van de correlatie tussen black carbon (BC) en de SiC vezelconcentratie (zie Tabel 20 en Figuur 31). In totaal zijn er in de meetperiode 61 geregistreerde blazers opgetreden, waarvan in 34 gevallen (56%) de wind (deels) over één van de hoofdmeetstations is gegaan (zie Bijlage F). De gemiddelde afgeleide SiC vezelconcentratie op de hoofdmeetstations tijdens een blazer is 450 vezels/m³ (één uursgemiddelde concentratie). Om de bijdrage van de blazers op de totale maandelijkse concentratie te bepalen is bovengenoemde vezelconcentratie per blazer gedeeld door de gemiddelde maandelijkse monsternemingsduur op de hoofdmeetstations. Hierbij is tevens rekening gehouden met de tijdsduur van de verhoogde concentratie als gevolg van de verschillende blazers, door alle concentraties terug te rekenen naar een één uur gemiddelde concentratie. Uit deze indicatieve berekening volgt de bijdrage van blazers aan de gemiddelde concentratie van 5,0 vezels/m³.

In Tabel 21 staan de absolute en percentuele bijdragen van de blazers op de siliciumcarbide vezelconcentratie op de hoofdmeetstations Heemskesbrug en RWZI Delfzijl weergegeven, berekend op basis de correlatie tussen blazers en SiC-vezels (Figuur 32) en afgeleid op basis van de gemeten black carbon concentratie tijdens blazers (Figuur 30).

¹⁹ De onzekerheid in deze schatting is groot en ongeveer 100%. Deze kan worden afgeleid uit de correlatiecoëfficiënt gegeven in de figuur.

Tabel 21 De bijdrage van de blazers op de siliciumcarbide vezelconcentratie op de hoofdmeetstations Heemskesbrug en RWZI Delfzijl

Berekeningsmethode bijdrage blazers	Bijdrage aan concentratie	
	v/m ³	%
Afgeleid op basis van gemeten BC tijdens blazers	5,0	9,1%
Correlatie blazers en SiC-vezels	4,8	8,6%

4.6.3 Bijdrage resuspensie aan de SiC vezelconcentratie

De afgelopen jaren zijn er meerdere blazers opgetreden. Deze waaien over de omgeving waarbij vanuit de pluim stoffen neerkomen op het aardoppervlak. Ook zonder het optreden van blazers is er uitstoot van SiC-vezels van het terrein en deze vezels komen neer in de omgeving. Er is een kans dat deze stoffen later, onder andere omstandigheden, door wind (denk aan erosie) weer in de lucht komen. Dit proces heet resuspensie. Het is belangrijk ook deze bron (ook van SiC-vezels) in kaart te brengen. De provincie heeft geprobeerd het belang van deze route in kaart te brengen. Het bureau TAUW heeft daartoe bodemonsters in de wijde omgeving van het ESD-SiC terrein genomen.

Op basis van de gemeten SiC vezelconcentraties in de bodem in de omgeving van ESD-SiC (rapportage TAUW²⁰) is een schatting gemaakt van de invloed van resuspensie op de concentratie van vezels in de lucht. De resuspensie is berekend op basis van de relatie asbest in bodem en lucht die is bepaald in het kader van een studie naar de risico's van asbest in de bodem²¹. In Bijlage K is de uitwerking van deze berekening gegeven.

In Tabel 20 zijn de afgeleide bijdragen van resuspensie op de SiC vezelconcentratie voor alle meetstations gegeven. Voor de hoofdmeetstations dichtbij het ESD-SiC terrein (Heemskesbrug en RWZI Delfzijl) is de relatieve bijdrage van resuspensie erg klein (ca. 2%). Verder weg van het ESD-SiC terrein, waar de concentratie in lucht lager is, is de bijdrage in relatieve zin hoger. Daarbij is het belangrijk om er rekening mee te houden dat de onzekerheid in deze schatting hoog is en er waarschijnlijk sprake is van een overschatting van de werkelijke bijdrage. De resuspensie is namelijk berekend uitgaande van actief bodemgebruik, waarbij de grond wordt beroerd door menselijke activiteiten (o.a. graven). Dit is waarschijnlijk niet overal in het gebied aan de orde. Dit blijkt ook als de resultaten van het achtergrond meetstation erbij worden betrokken. Op dit meetstation zijn nooit SiC-vezels aangetroffen, waaruit tevens blijkt dat resuspensie geen belangrijke rol speelt.

Tabel 22 De afgeleide bijdrage van resuspensie op de siliciumcarbide vezelconcentratie op de meetstations op en in de omgeving van industriegebied Oosterhorn.

Meetstation	afstand tot ESD-SiC (mtr)	vezels/kg (x10 ⁶)	resuspensie v/m ³	concentratie v/m ³	bijdrage resuspensie
Heemskesbrug	1000	5,7	1,1	61	2%
RWZI Delfzijl	1300	4,2	0,9	49	2%
Geefsweersterweg	2100	2,3	0,6	10	6%
Farmsum	3000	1,5	0,4	4	11%
Borgsweer	3200	1,4	0,4	3	13%
Wagenborgen	4800	0,9	0,3	< 6	-

²⁰ Verkennend bodemonderzoek percelen rondom ESD-SiC te Farmsum, Tauw, R001-1268489HJS-V01-kst, juni 2019.

²¹ F.A. Swartjes, P.C. Tromp, J.M. Wezenbeek, Beoordeling van de risico's van bodemverontreiniging met asbest, RIVM Rapport 711701034/2003.

4.7 Metalen

Tabel 23 geeft de gemiddelde resultaten van de metingen van de selectie van metalen in lucht bij wind vanuit het ESD-SiC terrein. De berekende gemiddelde concentraties op de meetstations zijn gebaseerd op metingen met wind uit de richting van ESD-SiC en geven dus nog geen beeld van de jaargemiddelde concentratie. Op de meetstations werden zowel filters beladen via een PM10 inlaat als filters beladen via een TSP inlaat. Voor het onderzoek zijn in principe de gezondheidsrelevante concentraties in PM10 belangrijk.

Tijdens de metingen in 2019 bleek echter dat er een nikkel contaminatie was opgetreden van de PM10 filters. Daarom zijn ook alle totaal stof (TSP) filters geanalyseerd op nikkel; de resultaten hiervan zijn ook weergegeven in Tabel 23.

In bijlage E wordt uitgebreid op deze contaminatie ingegaan. Één keer is voor arseen in de 6e meetsessie een extreem hoge waarde (38 ng/m³) gemeten. Bij de berekening van de gemiddelde concentraties aan arseen zijn de extreem hoge waarden niet meegenomen. Deze waarde zou een bijzonder grote verhoging van het gemiddelde te zien geven.

Onderaan in Tabel 23 zijn de geschatte bijdragen van ESD-SiC aan de concentratie van de metalen weergegeven. Daarbij is gecorrigeerd voor de gemeten achtergrondconcentratie. Doordat de achtergrondmeting bij dezelfde windhoek is gemeten als op het meetstation RWZI Delfzijl, zal de berekende bijdrage voor dat station meer betrouwbaar zijn dan voor de andere meetstations. Figuur 33 tot en met Figuur 38 geven het verloop in de tijd over de 14 meetperioden voor respectievelijk nikkel, vanadium, arseen, cadmium, lood en kwik. De geschatte percentuele bijdrage van ESD-SiC op de concentratie aan metalen op de meetstations is varieert sterk (0 – 80%). Voor lood en kwik is de gemiddelde bijdrage het laagst, met ca. 20 – 30%. Voor vanadium is de gemiddelde bijdrage op de meetstations het grootst met ca. 50%. Voor nikkel, arseen en cadmium ligt de bijdrage gemiddelde op 30 – 40%.

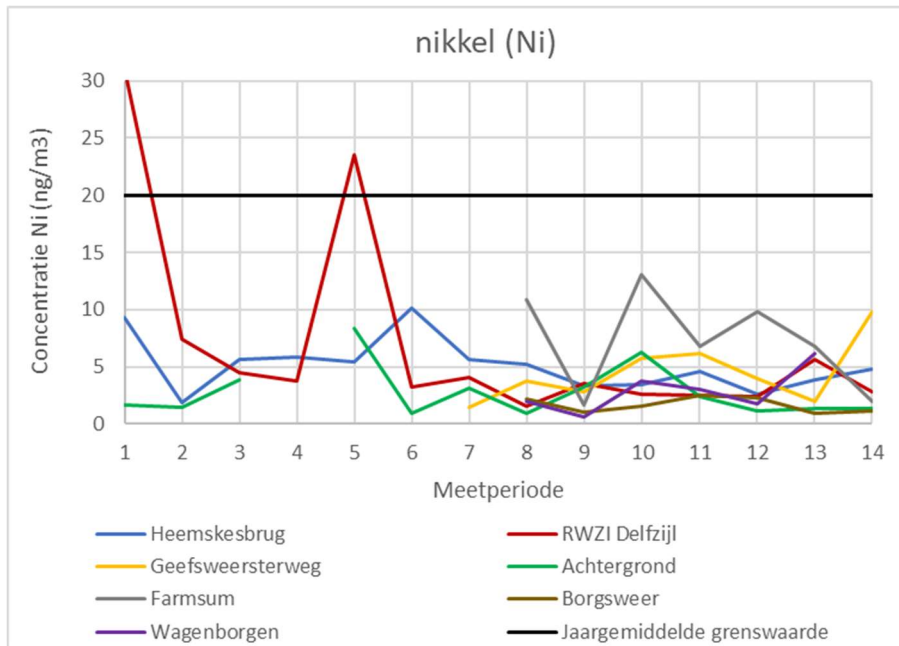
Verder valt op dat het verschil tussen de achtergrond en de gemeten concentratie het hoogst is in Farmsum. Dit wordt wellicht veroorzaakt door beïnvloeding van de metingen op dit meetstation door emissies vanuit de industrie op het noordelijk deel van Oosterhorn, o.a. Damco Aluminium en Roba Metals. Deze bedrijven bevinden zich deels in dezelfde windhoek als ESD-SiC, waardoor ook emissies vanuit deze bedrijven een bijdrage kunnen leveren.

Tabel 23 Gemiddelde resultaten zware metalen bij wind vanuit ESD-SIC en de geschatte bijdrage uit de windhoek van ESD-SIC op de meetstations in meetnet Oosterhorn over 14 meetperioden (10 oktober 2018 tot en met 8 januari 2020).

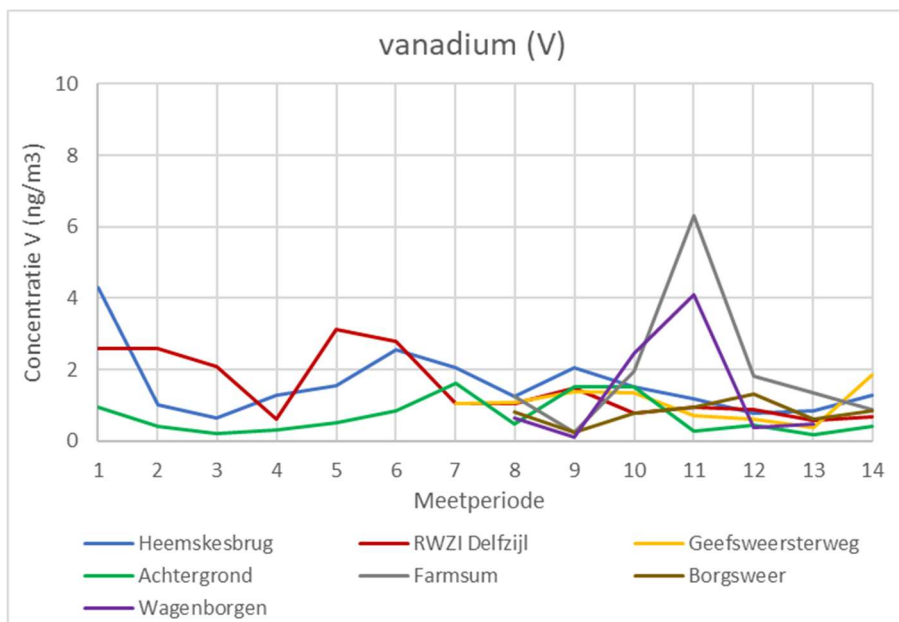
Component	Grens-Waarde	Gemiddelden over 14 meetperioden (ng/m ³)						
		brug	rwzi	Gww ESD-SIC	gww AG	zv FS	bw BW	fbw WB
arseen	6	0,6 (0,4) ³⁾	1,1 (1,1)	1,3 (0,7)	0,5 (0,4)	1,2 (0,8)	0,4 (0,4)	0,4 (0,3)
cadmium	5	0,3 (0,2)	0,5 (0,4)	0,4 (0,3)	0,2 (0,2)	0,6 (0,4)	0,1 (0,1)	0,2 (0,3)
nikkel ²⁾	20	4,9 (2,3)	7,2 (8,8)	5,3 (4,1)	3,3 (2,7)	7,8 (4,6)	1,8 (0,7)	3,1 (2,1)
nikkel TSP ¹⁾		8,0 (4,5)	11 (15)	6,3 (2,9)	4,2 (3,0)	10 (6)	2,3 (0,9)	4,1 (2,8)
lood	500	4,3 (2,4)	6,1 (4,2)	4,1 (2,4)	4,5 (1,9)	6,3 (3,4)	3,5 (2,4)	3,0 (2,1)
vanadium	1000 *	1,6 (0,9)	1,5 (0,9)	1,0 (0,5)	0,7 (0,5)	2,0 (2,0)	0,8 (0,3)	1,4 (1,6)
kwik	50	0,09 (0,11)	0,15 (0,18)	0,02 (0,01)	0,03 (0,02)	0,03 (0,02)	0,01 (0,01)	0,01 (0,01)
Component		Geschatte lokale bijdrage windhoek ESD-SIC over 14 meetperioden (ng/m ³)						
		brug	rwzi	Gww ESD-SIC	gww AG	zv FS	bw BW	fbw WB
arseen		0,2 [33%]	0,6 [54%]	0,8 [63%]	-	0,8 [66%]	0,05 [11%]	0,06 [14%]
cadmium		0,1 [26%]	0,3 [55%]	0,1 [27%]	-	0,3 [50%]	0,03 [23%]	0,05 [30%]
nikkel		2,5 [50%]	1,6 [33%]	2,3 [44%]	-	5,4 [69%]	0,2 [10%]	1,0 [30%]
lood		0,0 [0%]	1,8 [30%]	0,7 [19%]	-	2,5 [46%]	0,6 [16%]	0,0 [0%]
vanadium		0,9 [57%]	0,9 [58%]	0,3 [29%]	-	1,4 [70%]	0,3 [32%]	0,7 [53%]
kwik		0,07 [75%]	0,13 [84%]	0,001 [3%]	-	0,01 [36%]	0,0 [0%]	0,0 [0%]

Opmerkingen bij Tabel 11:

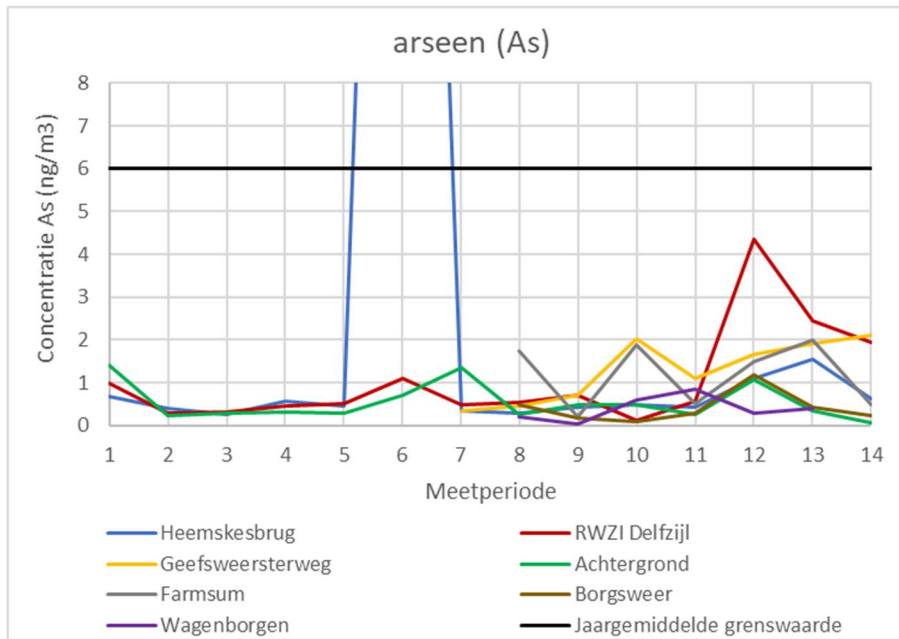
- gww AG = Geefswesterweg – achtergrond meetstation
 - gww ESD-SIC = Geefswesterweg – ESD-SIC meetstation
 - zv FS = Zijlvest Farmsum
 - bw BW = Borgsweer Borgsweer
 - fbw WB = Familie Bronsweg Wagenborgen
 - De getallen tussen haakjes () geven de standaarddeviatie
 - De getallen tussen haakjes [] geven de percentuele lokale bijdrage uit de windhoek van ESD-SIC op de concentratie
 - Alle gepresenteerde grenswaarden zijn jaargemiddeld voor PM10 stof, met uitzondering van waarden met een sterretje (*), deze zijn daggemiddeld
- 1) Het betreft hier de analyseresultaten van nikkel in *total* stof (TSP). Vanwege de nikkel contaminatie van de filters vanuit de PM10 monsternemingskopen zijn voor meetperioden 4 en 6 t/m 11 de *total* stof concentraties gerapporteerd.
 - 2) Het betreft hier de analyseresultaten van nikkel in PM10. Voor meetperioden 4 en 6 t/m 11 op de hoofdmeetstations en voor alle meetperioden op de meetstations Farmsum, Borgsweer en Wagenborgen zijn de PM10 resultaten gebaseerd op de *total* stof waarden. Hierbij is een verhouding (factor) totaal stof / PM10 aangehouden van 1,3 (1,2 – 1,4). Deze factor is bepaald op basis van de metingen waarbij zowel PM10 als TSP concentraties zijn geanalyseerd.
 - 3) Voor arseen is in de 6^e meetsessie een hoge waarde van 38 ng/m³ gemeten. Deze éénmalige hoge waarde is met de Dixon's Q test als uitbijter (uitschieter) geïdentificeerd en is daarom niet meegenomen in de berekening van de gemiddelde waarde.



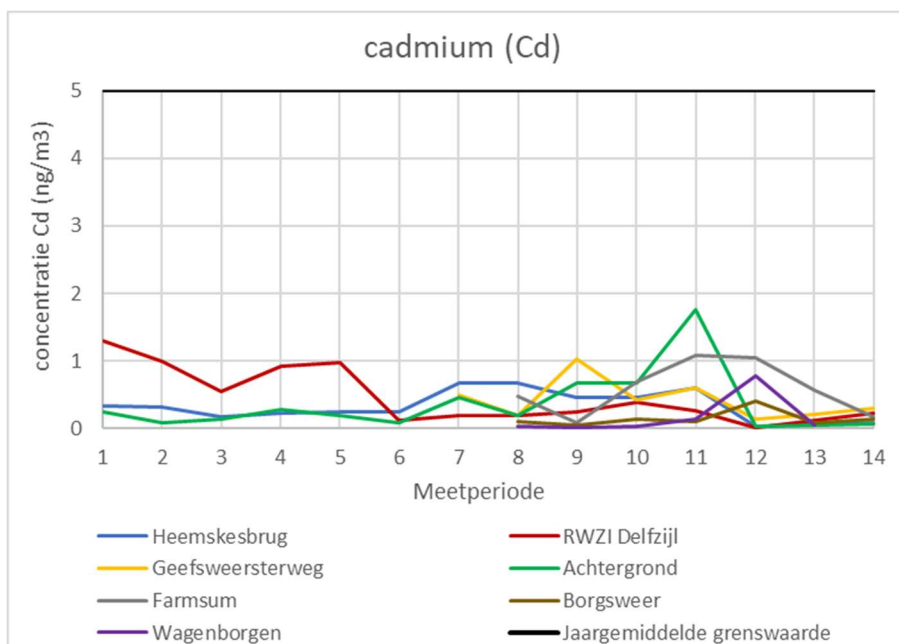
Figuur 33 Grafische weergave van het verloop van de concentratie van Nikkel over de 14 meetperiodes (10 oktober 2018 tot en met 8 januari 2020).



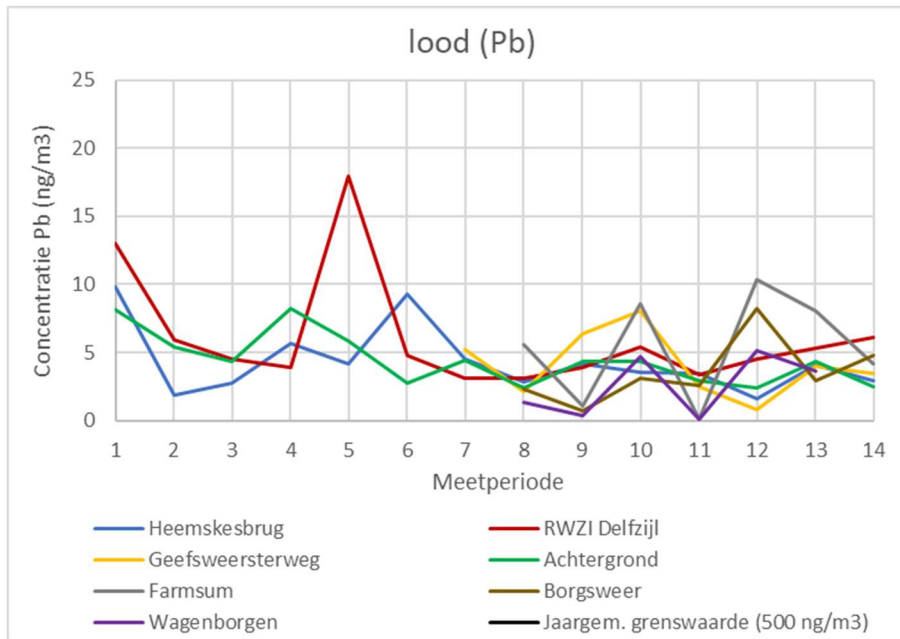
Figuur 34 Grafische weergave van het verloop van de concentratie van Vanadium over de 14 meetperiodes (10 oktober 2018 tot en met 8 januari 2020).



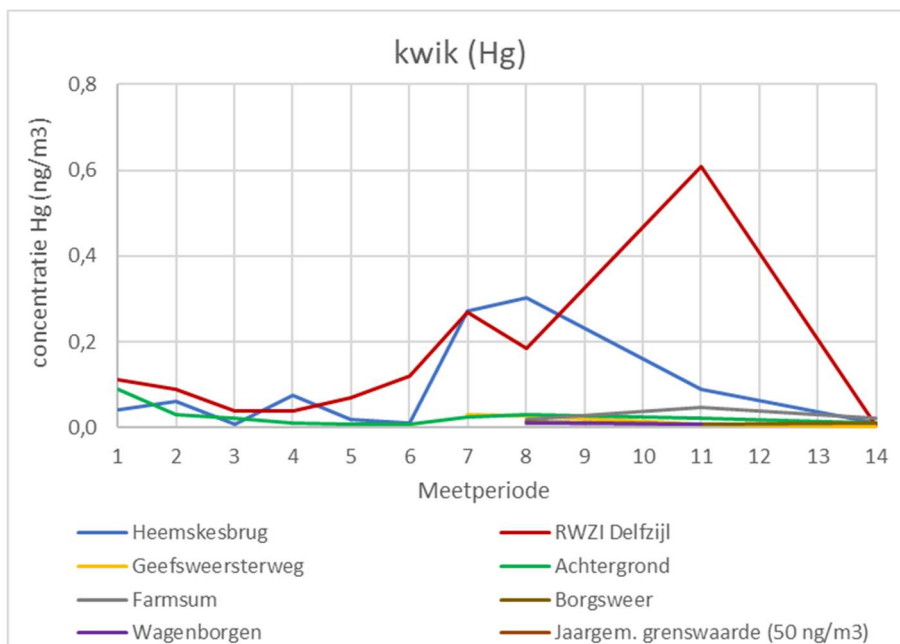
Figuur 35 Grafische weergave van het verloop van de concentratie van Arseen over de 14 meetperioden (10 oktober 2018 tot en met 8 januari 2020). De hoge waarde in meetperiode 6 (38 ng/m³) is als uitbijter niet meegenomen voor de berekening van de gemiddelde waarde over 14 meetperioden.



Figuur 36 Grafische weergave van het verloop van de concentratie van Cadmium over de 14 meetperioden (10 oktober 2018 tot en met 8 januari 2020).



Figuur 37 Grafische weergave van het verloop van de concentratie van Lood over de 14 meetperioden (10 oktober 2018 tot en met 8 januari 2020).



Figuur 38 Grafische weergave van het verloop van de concentratie van kwik over de 14 meetperioden (10 oktober 2018 tot en met 8 januari 2020).

4.8 Polycyclische aromatische koolwaterstoffen

Tabel 24 geeft de gemiddelde resultaten van de metingen van PAK in lucht. Het gaat daarbij om de 16 EPA PAK waar onderscheid is gemaakt tussen vluchtige PAK, deeltjesgebonden PAK en benzo(a)pyreen, bij wind vanuit het ESD-SiC terrein. De gemiddelde concentraties op de meetstations zijn gebaseerd op metingen met wind uit de richting van ESD en geven dus geen beeld van de totale jaargemiddelde concentratie. De analyseresultaten voor deeltjesgebonden PAK en benzo(a)pyreen gelden voor de PM10 fractie. Onderaan in Tabel 24 zijn de geschatte bijdragen van ESD weergegeven, berekend na correctie voor de achtergrondconcentratie. Doordat de achtergrondmeting bij dezelfde windhoek is gemeten als op het meetstation RWZI Delfzijl zal de berekende bijdrage voor dat station meer betrouwbaar zijn dan voor de andere meetstations. Figuur 39 geeft het verloop in de tijd over de 14 meetperioden voor benzo(a)pyreen.

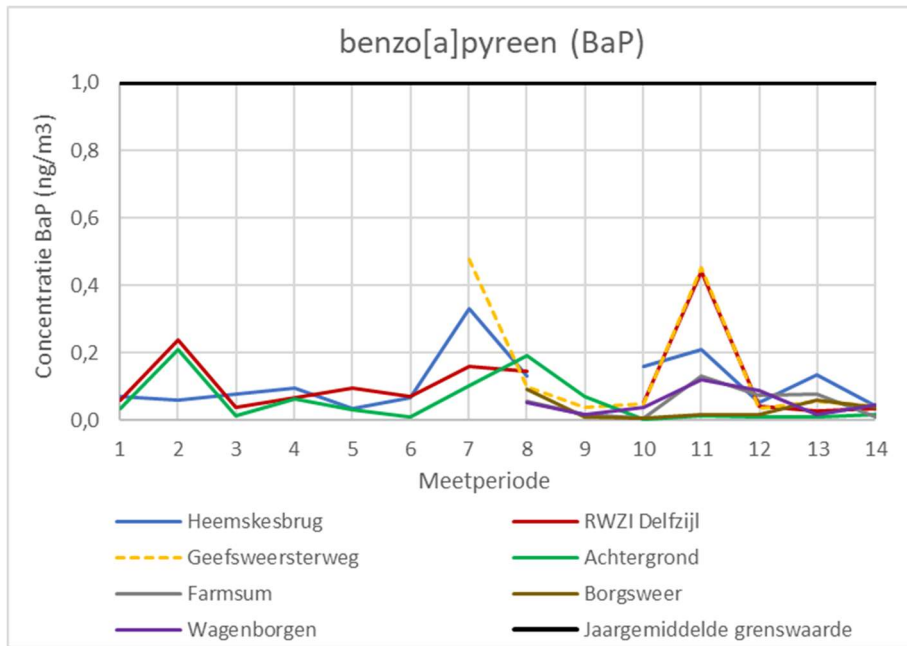
De geschatte procentuele bijdrage van ESD op de concentratie aan vluchtige PAK is het grootst met 70 – 80% (de rest is dus achtergrond). Voor deeltjesgebonden PAK is de bijdrage iets lager met 60 – 70% en voor benzo(a)pyreen is de bijdrage vanuit ESD-SiC ca. 50%. De geschatte bijdragen gelden alleen bij wind vanuit de richting van ESD-SiC. De werkelijke bijdrage van ESD-SiC aan de concentratie metalen bij alle windrichtingen zal lager zijn.

Tabel 24 Gemiddelde resultaten PAK bij wind vanuit ESD-SiC en de geschatte bijdrage uit de windhoek van ESD-SiC op de meetstations in meetnet Oosterhorn over 14 meetperioden (10 oktober 2018 tot en met 8 januari 2020).

Component	Grens-Waarde (ng/m ³)	Gemiddelden over 14 meetperioden (ng/m ³)						
		brug	rwzi	gww ESD-SiC	gww AG	zv FS	bw BW	fbw WB
deeltjes-gebonden	-	0,8 (0,5)	0,6 (0,4)	0,6 (0,5)	0,3 (0,4)	0,4 (0,4)	0,3 (0,3)	0,3 (0,4)
vluchtig	-	290 (140)	200 (150)	130 (80)	39 (32)	84 (64)	74 (47)	93 (74)
BaP	1	0,12 (0,08)	0,11 (0,12)	0,23 (0,22)	0,08 (0,07)	0,04 (0,03)	0,04 (0,04)	0,03 (0,02)
Component		Geschatte lokale bijdrage windhoek ESD-SiC over 14 meetperioden (ng/m ³)						
		brug	rwzi	gww ESD-SiC	gww AG	zv FS	bw BW	fbw WB
deeltjes-gebonden		0,6 [68%]	0,3 [50%]	0,5 [79%]	-	0,3 [74%]	0,1 [55%]	0,2 [65%]
vluchtig		240 [83%]	160 [76%]	110 [82%]	-	59 [70%]	48 [66%]	68 [73%]
BaP		0,06 [55%]	0,06 [51%]	0,11 [71%]	-	0,02 [39%]	0,01 [34%]	0,02 [42%]

Opmerkingen bij Tabel 12:

- gww AG = Geefswesterweg – achtergrond meetstation
- gww ESD-SiC = Geefswesterweg – ESD-SiC meetstation
- zv FS = Zijlvest Farmsum
- bw BW = Borgsweer Borgsweer
- fbw WB = Familie Bronsweg Wagenborgen
- De getallen tussen haakjes () geven de standaarddeviatie
- De getallen tussen haakjes [] geven de procentuele lokale bijdrage uit de windhoek van ESD-SiC op de concentratie
- Alle gepresenteerde grenswaarden zijn jaargemiddeld voor PM10 stof



Figuur 39 Grafische weergave van het verloop van de concentratie van benzo(a)pyreen over de 14 meetperiodes (10 oktober 2018 tot en met 8 januari 2020).

4.9 Conclusies meetnet Oosterhorn

4.9.1 Stof

In het meetnet Oosterhorn is op de hoofdmeetstations totaal stof (TSP) en fijn stof (PM10) maandelijks gemeten met behulp van de voorgeschreven gravimetrische bepalingmethode (referentiemethode). Concentraties variëren daarbij van 25 – 34 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ voor TSP en 20 – 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ voor PM10. De concentratie TSP is voor de meetstations gericht op ESD-SiC ca. 40% hoger dan de concentratie PM10; voor het achtergrondstation is TSP 20% hoger. De geschatte bijdrage van ESD-SiC op de stofconcentratie op de hoofdmeetstations varieert van 6 – 8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ voor TSP en 3 – 6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ voor PM10. De bijdrage van ESD-SiC op de TSP-concentratie is ca. 2x groter dan de bijdrage op de PM10 concentratie. Dit is in overeenstemming met de Emissieregistratie gegevens van het bedrijf ESD-SiC (zie Tabel 4). Bovengenoemde concentraties en bijdragen gelden alleen bij wind vanuit de richting van ESD-SiC.

Naast maandelijks gravimetrische analyses zijn de concentraties van PM10 en PM2.5 ook online bepaald met behulp van PM-sensoren (CAIREboxen) op 8 locaties verspreid over de omgeving Oosterhorn. De gemeten jaargemiddelde concentratie PM10 in dit gebied ligt tussen 17,3 (ESD Oost) en 22,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Heemskesbrug). Voor PM2.5 ligt de jaargemiddelde concentratie tussen de 8,7 (RWZI) en 10,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Heemskesbrug). Hiermee worden geen grenswaarden overschreden en de waarden sluiten goed aan bij landelijk gemeten waarden. Ook het aantal gemeten overschrijdingsdagen boven de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ voor PM10 (tussen de 4 en 11) ligt ruim onder de norm.

De lokale bijdrage aan de PM10 concentratie is vrij klein en varieert van 0% tot ca. 15%. Op de Heemskesbrug is de invloed van lokale bronnen het grootst met een absolute bijdrage van ca. 4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Dit meetstation staat tussen twee belangrijke emissiebronnen van fijn stof: ESD-SiC en Damco Aluminium (zie tevens Tabel 4).

4.9.2 Roet

In het meetnet Oosterhorn is op de meetstations periodiek de concentratie elementair koolstof (EC) bepaald met behulp van de voorgeschreven thermisch-optische koolstof analyse. Concentraties variëren daarbij van 0,6 – 1,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. De geschatte bijdrage van ESD-SiC op de concentratie EC op de hoofdmeetstations varieert van 0,3 – 0,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. De geschatte concentraties en bijdragen gelden alleen bij wind vanuit de richting van ESD-SiC. Naast periodieke thermisch-optische analyses zijn black carbon (BC) concentraties ook continu bepaald met behulp van MAAP-monitors op de drie hoofdmeetstations. De jaargemiddelde BC-concentratie ligt tussen 0,55 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Geefsweersterweg) en 0,63 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Heemskesbrug). De lokale bijdrage aan de totale BC-concentratie varieert van 20% tot 25%. Op de Heemskesbrug is de invloed van lokale bronnen het grootst met een absolute bijdrage van 0,16 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Dit meetstation wordt niet alleen beïnvloed door de emissies vanuit ESD-SiC of andere industrie, maar ook door het vrachtverkeer dat over de brug rijdt. Op basis van SEM/EDX-onderzoek blijkt dat de bijdrage van ESD-SiC aan de concentratie EC voornamelijk bestaat uit petroleum cokes (ca. 70%) en grafiet (ca. 30%). In vergelijking met roetdeeltjes (veelal kleiner dan 2,5 μm) zijn deze deeltjes groter (2,5 - 25 μm).

Op basis van vergelijking tussen de thermisch-optische EC-resultaten en de BC-monitordata blijkt dat de BC-concentratie ca. 20-30% lager ligt dan de EC-concentratie; dit geldt alleen voor de meetstations gericht op ESD-SiC; voor het achtergrondstation komen de BC en EC-concentraties goed overeen. Het verschil is waarschijnlijk te wijten aan de beperkte gevoeligheid van de MAAP-monitor voor petroleumcokes (en grafiet) deeltjes. Dit zou kunnen komen door de zwartingsgraad van de cokesdeeltjes of door de deeltjesgrootte. Dit laatste zou kunnen samenhangen met een verschil tussen de werking of instelling van de PM10 afscheiders van de MAAP en de filter meetopstelling.

De invloed van blazers op de jaargemiddelde concentraties aan black carbon is klein. De concentratie black carbon op de hoofdmeetstations tijdens een blazer is gemiddeld 2,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en de berekende bijdrage op het jaargemiddelde resultaat is ca. 5% (0,025 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Tijdens blazers kan de concentratie aan black carbon wel tijdelijk toenemen (maximaal gemeten concentratie is 6,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), echter ook zonder blazers zijn tijdelijk hoge concentraties black carbon gemeten met maximale uurgemiddelde waarden van rond de 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Deze hoge waarden zijn niet allemaal toe te schrijven aan ESD-SiC; ook andere activiteiten zoals de paasvuren en de jaarwisseling (vuurwerk) zijn hiervan de oorzaak.

4.9.3 Koolmonoxide

In het meetnet Oosterhorn zijn de concentraties aan koolmonoxide (CO) op de drie hoofdmeetstations continu gemeten met behulp van continue registrerende monitoren. De jaargemiddelde COconcentratie ligt tussen 0,37 (Geefsweersterweg) en 0,56 ppm (Heemskesbrug). De lokale bijdrage aan de totale CO concentratie varieert van ca. 20% tot 40%. Op de Heemskesbrug is de invloed van lokale bronnen het grootst met een absolute bijdrage van ca. 0,19 ppm. Dit meetstation staat tussen twee belangrijke emissiebronnen van koolmonoxide: ESD-SiC en Damco Aluminium (zie tevens Tabel 4). Dit effect is ook zichtbaar op het meetstation Geefsweersterweg bij wind vanuit ESD-SiC, met een relatieve bijdrage vanuit lokale bronnen van ca. 60%. Damco Aluminium zit in dezelfde windhoek als ESD-SiC, waardoor ook de CO-emissie vanuit Damco Aluminium hierin meetelt.

De invloed van blazers en folieverlies op de jaargemiddelde concentraties aan koolmonoxide is klein. De concentratie CO op de hoofdmeetstations tijdens een blazer en folieverlies is gemiddeld 1,4 ppm en de berekende bijdrage op het jaargemiddelde

resultaat is ca. 5% (0,020 ppm). Tijdens blazers en folieverlies kan de concentratie aan CO wel tijdelijk toenemen (maximaal gemeten concentratie is 9 ppm). De maximale waarden aan koolmonoxide gemeten op de hoofdmeetstations zijn vrijwel allemaal gemeten met wind vanuit ESD-SiC, waardoor veronderstelt kan worden dat deze hoge waarden toe te schrijven zijn aan ESD-SiC.

4.9.4 Geurstoffen

In het meetnet Oosterhorn is op de meetstations periodiek de concentratie aan naftaleen, methylnaftalenen en methylbenzothiofenen bepaald. Deze indicatorstoffen geven een beeld van de verspreiding van geur veroorzakende stoffen afkomstig van ESD-SiC. De concentraties variëren daarbij van 74 – 290 ng/m³ voor naftaleen, 20 – 140 ng/m³ voor methylnaftalenen en 6 – 40 ng/m³ voor methylbenzothiofenen. Op de dichtbijgelegen hoofdstations (Heemskesbrug en RWZI Delfzijl) is de concentratie duidelijk hoger (factor 3 – 6) dan op de verder weg gelegen meetstations in de woonkernen. De geschatte concentraties gelden alleen bij wind vanuit de richting van ESD-SiC. Op basis van de genoemde indicatorstoffen is de geschatte procentuele bijdrage van ESD-SiC op de concentratie aan geuroverlast op de meetstations hoog (70 -100%).

Concentraties aan waterstofsulfide, de belangrijkste geur veroorzakende stof, zijn afgeleid op basis van koolmonoxide concentraties bepaald met online monitoren op de drie hoofdmeetstation. Om inzicht in het overschrijden van geurdrempels te geven zijn, naast jaargemiddelde waarden, ook 10 minuten-, uur- en daggemiddelde concentraties berekend, waarbij ook percentiel waarden zijn afgeleid ²². De afgeleide jaargemiddelde H₂S concentratie ligt tussen 0,19 (Geefswesterweg) en 0,53 µg/m³ (Heemskesbrug) en liggen nog onder de gemiddelde geurdrempel ²³ voor H₂S. Daarentegen op de Heemskesbrug zijn de 90 percentiel waarden (1,4 µg/m³) vergelijkbaar met de gemiddelde geurdrempel en voor de andere twee meetstations geldt dit voor het 95 tot 98 percentiel. Dit betekent dat voor Heemskesbrug ca. 5 weken (876 uur) per jaar sprake is van mogelijke geuroverlast en voor de overige twee meetstations is dit het geval voor ca. 1 ½ tot 2 weken (264-352 uur) per jaar.

De maximale waarden aan H₂S op de hoofdmeetstations zijn vrijwel allemaal gemeten met wind vanuit ESD-SiC, waardoor het aannemelijk is dat deze hoge waarden toe te schrijven zijn aan ESD-SiC. Uit de beschikbare gegevens blijkt verder dat vooral blazers, folieverlies en storings van de ontzwavelingsinstallatie (PRF) en dampretourverbranding aanleiding geven tot piekconcentraties door het vrijkomen van het procesgas met als gevolg geuroverlast voor de omgeving. In totaal zijn er in de meetperiode 61 blazers, 11 keer folieverlies en 56 storings gemeld, waarvan in 64 gevallen (50%) de wind (deels) over één van de hoofdmeetstations is gegaan. De concentratie H₂S op de hoofdmeetstations tijdens blazers, folieverlies en storings is gemiddeld 10 µg/m³.

De afleiding van de concentratie H₂S op basis van CO gaat gepaard met de nodige onzekerheden, aangezien ook ander andere bedrijven CO emitteren (o.a. Damco Aluminium) en de verhouding tussen H₂S en CO kan variëren. Daarom zijn de H₂S concentraties ook afgeleid op basis van de indicator geurstoffen die maandelijks op alle

²² Een tijdfractie van het jaar dat een bepaalde (hoge) concentratie optreedt of dat een bepaalde geurdrempel wordt overschreden

²³ De gemiddelde geurdrempel voor H₂S berekend op basis van gegevens uit "AIHA - Odor Thresholds for Chemicals with Established Health Standards" is ca. 1,5 µg/m³, echter er zit een hoge mate van variatie in de afgeleide geurdrempels voor H₂S; zo is de minimale afgeleide geurdrempel voor H₂S 0,4 µg/m³.

meetstations worden gemeten. De op deze manier afgeleide jaargemiddelde H₂S concentraties liggen iets hoger dan de afgeleide concentraties op basis van koolmonoxide, maar zitten nog wel in dezelfde range (factor 1,5 – 2). Voor de meetstations in de woonkernen ligt de jaargemiddelde concentratie aan H₂S, afgeleid op basis van de indicator geurstoffen, tussen de 0,04 en 0,12 µg/m³.

4.9.5 *Siliciumcarbide vezels*

Om inzicht te krijgen in piekconcentraties zijn, naast jaargemiddelde waarden, ook 10 minuten-, uur- en daggemiddelde concentraties berekend, waarbij percentiel waarden zijn afgeleid. Deze SiC vezelconcentraties zijn afgeleid op basis van black carbon concentraties bepaald met online monitoren op de drie hoofdmeetstation. De afgeleide jaargemiddelde SiC vezelconcentratie ligt tussen 3 (Geefsweersterweg) en 17 vezels/m³ (Heemskesbrug). Op de Heemskesbrug ligt de uurgemiddelde 99,5 percentiel waarde boven 300 vezels/m³. Dit betekent dat op dit meetstation ca. 44 uur per jaar de indicatieve grenswaarde mogelijk wordt overschreden. Voor het meetstation RWZI Delfzijl wordt de indicatieve grenswaarde (voor de jaargemiddelde concentratie) mogelijk 9 uur per jaar overschreden. De maximale uurgemiddelde concentratie is 1800 vezels/m³, gemeten op RWZI Delfzijl.

Uit de meetgegevens blijkt dat blazers aanleiding geven tot een tijdelijke verhoging van de SiC vezelconcentratie op de meetstations, maar dat de invloed van blazers op de jaargemiddelde concentratie klein is. De concentraties aan siliciumcarbide vezels gemeten in meetperioden met blazers wijken namelijk niet sterk af van de concentraties gemeten tijdens perioden zonder blazers. In totaal zijn in de meetperiode 61 geregistreerde blazers opgetreden, waarvan in 34 gevallen (56%) de wind (deels) over één van de hoofdmeetstations is gegaan. De gemiddelde afgeleide SiC vezelconcentratie op de hoofdmeetstations tijdens een blazer is 450 vezels/m³. De maximale concentratie die waargenomen is tijdens een blazer wordt geschat 1500 vezels /m³. Het gaat hierbij steeds om respirabele vezels waarbij het effect op de meetstations gemiddeld 1 uur meetbaar is. De gemiddelde bijdrage van blazers op de siliciumcarbide vezelconcentratie ligt in de buurt van de 5 vezels/m³ (ca. 9%). De onzekerheid in de schatting van deze bijdrage is echter relatief groot. Dit komt door de grote variatie in de gemeten concentraties. Dit kan samenhangen met een grote variatie in concentraties van vezels in een blazer maar de grote variatie komt waarschijnlijk ook omdat de blazerpluim niet steeds het meetstation heeft 'geraakt'. Dat gebeurt pas als de monsternemingsapparatuur daadwerkelijk lucht uit de blazer heeft aangezogen. De pluim zou er net langs kunnen waaien of door hogere luchtlagen kunnen waaien. Dat is niet vast te stellen.

De bijdrage van resuspensie op de SiC vezelconcentratie in de lucht is klein. Voor de hoofdmeetstations dichtbij het ESD-SiC terrein (Heemskesbrug en RWZI Delfzijl) is de bijdrage van resuspensie minimaal (geschat op ongeveer 2%). Verder weg van het ESD-SiC terrein, in de woonkernen, waar de concentratie in lucht lager is, is de bijdrage in relatieve zin hoger (11 – 13%). Opgemerkt moet worden geldt dat de onzekerheid in deze schattingen hoog is en waarschijnlijk een overschatting is van de werkelijke bijdrage van resuspensie op de SiC vezelconcentratie in lucht. Dit komt omdat de resuspensie is berekend op basis van actief bodemgebruik, waarbij de grond wordt beroerd door menselijke activiteiten (o.a. graven).

4.9.6 Metalen

In het meetnet Oosterhorn is op de meetstations maandelijks de concentratie aan metalen (nikkel, arseen, cadmium, lood, vanadium, lood en kwik) in PM10 stof bepaald. De concentraties variëren daarbij van 0,4 – 1,3 ng/m³ voor arseen, 0,1 – 0,5 ng/m³ voor cadmium, 1,8 – 7,2 ng/m³ voor nikkel, 3,0 – 6,1 ng/m³ voor lood, 0,7 – 2,0 ng/m³ voor vanadium en 0,01 – 0,15 ng/m³ voor kwik. Voor géén van deze metalen wordt de jaargemiddelde grenswaarde overschreden. Voor arseen één extreem hoge waarde (60x hoger dan het gemiddelde) verwijderd, de overige hoge waarden aan metalen zijn in de berekeningen van het gemiddelde wel meegenomen.

De geschatte procentuele bijdrage van ESD-SiC aan de concentratie van metalen op de meetstations varieert sterk (0 – 80%). Voor lood en kwik is de gemiddelde bijdrage het laagst, met ca. 20 – 30%. Voor vanadium is de gemiddelde bijdrage op de meetstations het grootst met ca. 50%. Voor nikkel, arseen en cadmium ligt de bijdrage gemiddeld op 30 – 40%. Bovengenoemde concentraties en bijdragen gelden alleen bij wind vanuit de richting van ESD-SiC. De bijdrage vanuit de richting van ESD-SiC op de concentratie aan metalen (inclusief nikkel) is op de meetlocatie Farmsum het hoogst van alle meetstations. Dit meetstation wordt beïnvloed door zowel industrie op het noordelijk deel van Oosterhorn, o.a. Damco Aluminium en Roba Metals als door ESD-SiC.

De invloed van blazers aan de gemeten concentraties van metalen kan niet worden vastgesteld. De gemeten concentraties van metalen in meetperioden waarin blazers zijn opgetreden wijken niet sterk af van de concentraties gemeten tijdens perioden zonder blazers. Zoals eerder vermeld is het niet geheel duidelijk in hoeverre de blazerpluim ook daadwerkelijk het meetstation heeft 'geraakt'. De variatie in concentratie over de 14 meetperioden is deels het gevolg van fluctuaties in de meteorologische condities, die de verspreiding door de lucht sterk kunnen beïnvloeden. Daarnaast kunnen wisselende activiteiten op het terrein van ESD-SiC ook aanleiding geven tot variaties in de concentratie.

4.9.7 Polycyclische aromatische koolwaterstoffen (inclusief benzo(a)pyreen)

In het meetnet Oosterhorn is op de meetstations maandelijks de concentratie aan PAK bepaald, onderverdeeld in vluchtige PAK en deeltjesgebonden PAK en benzo(a)pyreen in PM10 stof. De concentraties variëren daarbij van 39 – 290 ng/m³ voor vluchtige PAK, 0,3 – 0,8 ng/m³ voor deeltjesgebonden PAK en 0,03 – 0,23 ng/m³ voor benzo(a)pyreen. Op de dichtbijgelegen hoofdstations (Heemskesbrug en RWZI Delfzijl) is de concentratie duidelijk hoger (factor 2 – 6) dan op de verderweg gelegen meetstations in de woonkernen. De jaargemiddelde grenswaarde voor benzo(a)pyreen wordt nergens overschreden, ook niet in de maandelijkse metingen. De geschatte procentuele bijdrage van ESD-SiC aan de concentratie aan vluchtige PAK is het grootst met 70 – 80%. Voor deeltjesgebonden PAK is de bijdrage iets lager met 60 – 70% en voor benzo(a)pyreen is de bijdrage vanuit ESD-SiC ca. 50%. Bovengenoemde concentraties en bijdragen gelden alleen bij wind vanuit de richting van ESD-SiC.

5 Extra meetstation blauwe rook

Vanaf juli 2019 is op de locatie EEW een meetstation bijgeplaatst waar lucht wordt bemonsterd bij wind uit Westelijke richting (240 – 330 graden) om zicht te krijgen op het voorkomen van stoffen die vrijkomen bij de industriële activiteiten aan de Noordkant van industriegebied Oosterhorn. Daarnaast wordt getracht de oorzaak te achterhalen van de zogenoemde 'blauwe rook'. Dit is een incidenteel optredend verschijnsel waarbij dicht boven de grond een blauwe nevel met prikkelende eigenschappen ontstaat. Metingen op lage hoogte (bijvoorbeeld onder 1 meter) zijn niet representatief en lastig interpreteerbaar. In de sterk bebouwde industriële omgeving aan de Noordkant van Oosterhorn geldt dit in nog sterkere mate. Onder andere vanwege deze bezwaren is dit meetstation iets hoger geplaatst (ca. 3 meter boven de grond) op het dak van een weeghuisje. De 'blauwe nevel' die vlak boven de grond weliswaar het duidelijkst zichtbaar is, bevindt zich waarschijnlijk ook op grotere hoogte. Door optisch effecten is de rook daar minder zichtbaar.

Op basis van de meest recente emissiegegevens (2017) van bedrijven op het industrieterrein Oosterhorn is in paragraaf 1.1 al een overzicht gemaakt van de meest relevante bedrijven en emissies naar lucht (zie Tabel 4) die, met uitzondering van ESD-SiC, aanwezig zijn in de ingestelde windhoek van het meetstation EEW. Deze emissiegegevens in combinatie met de metingen op het meetstation EEW geven inzicht in de specifieke emissiebron(nen) aan de Noordkant van industriegebied Oosterhorn. In Tabel 4 zijn de meest recente resultaten van de fysische-chemische analyses weergegeven van de monsters afkomstig van meetstation EEW in de periode juli 2019 tot en met april 2020. 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 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 zwavelkoolstofverbindingen aangetroffen, waaronder H₂S.

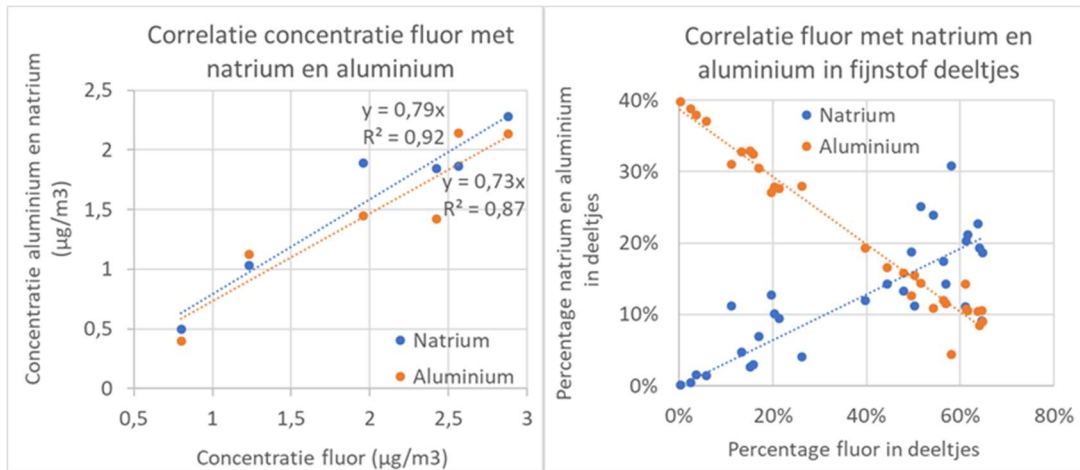
De verhoogde concentraties aan fluor, aluminium en natrium zouden kunnen worden verklaard door het gebruik van natrium hexafluoroalmetaat (Na₃AlF₆) bij de productie van aluminium uit aluinaarde zoals dat bij Damco Aluminium plaatsvindt. Naast de emissie van natrium, aluminium en fluor als fijn stof komt fluor ook vrij als gas in de vorm van waterstoffluoride (HF). Op basis van de Emissieregistratie gegevens is Damco Aluminium Delfzijl verreweg de belangrijkste emissiebron van anorganisch fluoride met 45460 kg/jaar (zie Tabel 4). In Figuur 40 (linker diagram) is duidelijk dat de concentraties van fluor, aluminium en natrium goed correleren. Echter, op basis van het rechter diagram, wat het resultaat is van aanvullende SEM/EDX-analyses van individuele fijnstof deeltjes, blijkt dat in fijnstof deeltjes alleen natrium en fluor correleren en aluminium juist niet. Op basis van de SEM/EDX-analyses wordt geconcludeerd dat fluide, aluminium en natrium in fijn stof voornamelijk (70-80%) geëmitteerd worden als natriumfluoride (NaF), natriumbifluoride (NaHF₂) en aluminiumoxide (Al₂O₃). Het resterende deel (20-30%) wordt geëmitteerd als

aluminiumfluoride (AlF₃) en natrium hexafluoroalmetaat (Na₃AlF₆). In Figuur 42 is een elektronenmicroscopische opname gegeven van een aluminiumfluoride deeltje.

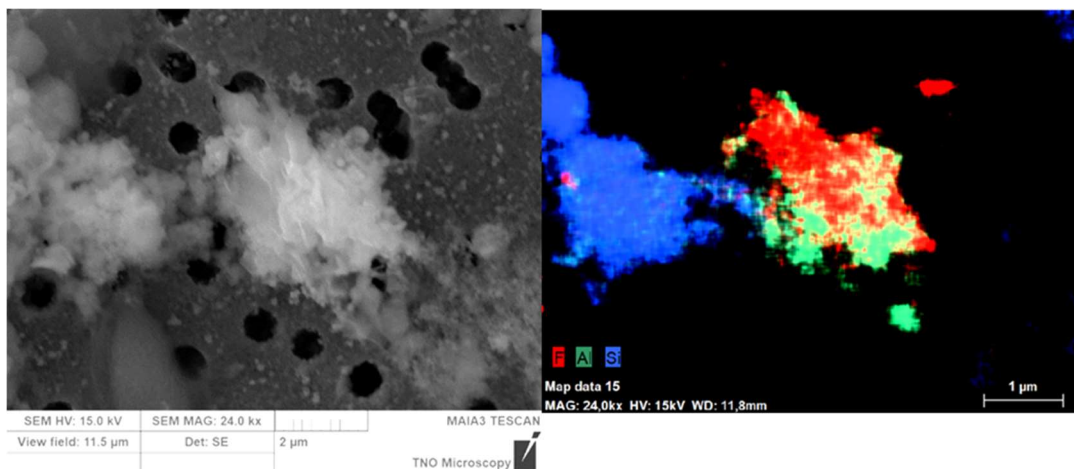
Tabel 25 Resultaten meetstation EEW voor de periode juli 2019 tot en met maart 2020.

Stofgroep	EEW Oosterhorn Noord						Gemiddelde (stdev)	Achtergrond 2019-2020
	jul-sep19	nov-19	dec-19	jan-20	feb-20	mrt-20		
Fluor (µg/m³)								
Gasvormig (HF)	-	-	1,9	0,43	0,52	1,3	1,0 (0,7)	-
Deeltjesgebonden	1,2	0,8	2,9	2,6	2,4	2,0	2,0 (0,8)	< 0,1 ¹⁾
Elementen (µg/m³)								
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/m³)								
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/m³)								
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 (µg/m³)								
Waterstofsulfide (H ₂ S)	-	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)
Benzothiofenen ²⁾	-	-	7,0	-	-	4,4	5,7 (1,9)	0,7 (0,7)

- 1) Deze achtergrondniveaus zijn gebaseerd op de metingen op het achtergrondstation Geefswesterweg in oktober en november 2018.
- 2) Voor naftaleen, methylnaftalenen en benzothiofenen is de concentratie uitgedrukt in ng/m³.
- 3) Deze achtergrondniveaus zijn gebaseerd op de emissiemetingen benedenwinds van ESD-SiC in november 2018 en maart 2020.

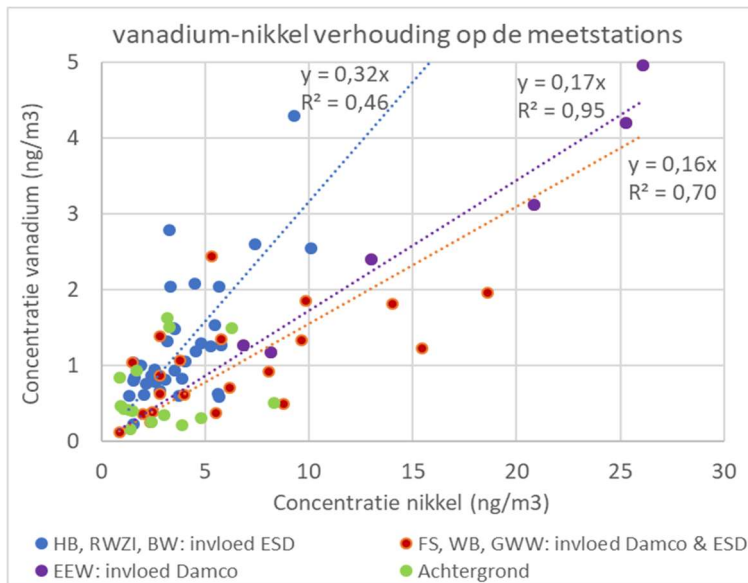


Figuur 40 Correlatiediagrammen van de totaalconcentraties fluor, natrium en aluminium gemeten op het meetstation EEW (links) en van het percentage fluor, natrium en aluminium in individuele fijnstof deeltjes bepaald met SEM/EDX (rechts).



Figuur 41 Elektronenmicroscopische foto (links) van een fijn stof deeltje met een hoge concentratie fluor en aluminium en rechts het elementverdelingsbeeld.

De metingen laten ook zien dat naast ESD-SiC ook Damco Aluminium nikkel emitteert. Het aandeel van beide emissiebronnen op de jaargemiddelde concentratie aan nikkel in de omgeving Oosterhorn kan op basis van modelberekeningen worden bepaald. Daarnaast blijkt op basis van de verhouding tussen vanadium en nikkel welke meetstations het meest worden beïnvloed door Damco Aluminium en ESD-SiC. In Figuur 43 is een correlatiediagram weergegeven waaruit blijkt dat de meetstations Farmsum, Wagenborgen en Geefswesterweg niet alleen de nikkelemisaties vanuit ESD-SiC meten maar dat ze ook worden beïnvloed door emissies vanuit Damco Aluminium. Dit blijkt uit de hoge verhouding tussen de concentraties van vanadium en nikkel die kenmerkend is voor emissies van uit ESD-SiC.



Figuur 42 Correlatie tussen de gemeten concentraties vanadium en nikkel op de meetstations in Oosterhorn, waarbij de data is gegroepeerd in stations met windhoek ESD-SiC (Heemskesbrug, RWZI Delfzijl, Borgsweer), stations met windhoek ESD-SiC en Damco Aluminium (Farmsum, Wagenborgen, Geefswesterweg), stations met windhoek Damco Aluminium (EEW) en het achtergrondstation zonder invloed van Damco Aluminium en ESD-SiC.

Vooraf het meetstation in Farmsum wordt beïnvloed door Damco Aluminium; dit blijkt ook uit de hoge nikkelconcentraties die op dit meetstation zijn gemeten. Op basis van de elementsamenstelling van het fijn stof bemonsterd in de meetperiode juli – maart 2020 op het meetstation Farmsum blijkt ook een duidelijke invloed van het bedrijf Damco Aluminium. In alle monsters is met SEM/EDX ook fluor aangetroffen met een gemiddelde concentratie van ca. 1 µg/m³. Op het meetstation Geefswesterweg was in maart 2020 ook een effect van Damco Aluminium meetbaar met een verhoogde concentratie fluor van ca. 0,5 µg/m³. In de andere meetperioden en ook in Wagenborgen kon dit effect niet worden aangetoond vanwege de lage belading van de filters. Wel blijkt op basis van de koolmonoxide metingen een duidelijke invloed van Damco Aluminium (zie Figuur 24). Op alle hoofdmeetstations is de koolmonoxide concentratie bij wind uit de richting van dit bedrijf verhoogd.

Naast de hoge concentratie aan anorganische fluoriden is ook de concentratie aan vluchtige organische stoffen, zoals aldehyden, ketonen en alcoholen verhoogd. Deze stoffen kunnen waarschijnlijk worden gerelateerd aan de industriële activiteiten op het Noordwestelijk deel van Oosterhorn, waar zich veel chemische industrie bevindt (zie Figuur 41 en Tabel 4). De geur veroorzakende zwavelhoudende stoffen die in de meetperiode november 2019 in verhoogde concentraties zijn gemeten, kunnen daar niet eenvoudig aan gerelateerd worden. Ook is het niet waarschijnlijk dat ESD-SiC de bron is, gezien de ingestelde windhoek van meetstation EEW, de bijzonder hoge concentraties en de afwijkende verhouding tussen de verschillende zwavelhoudende stoffen. De concentraties aan deze zwavelhoudende stoffen overschrijden in deze periode ook geurdrempels. Een duidelijke bron voor deze stoffen is niet eenvoudig aan te wijzen. Dit zou uitgebreider, gericht, onderzoek vragen. In tegenstelling tot bovenstaande zwavelhoudende stoffen lijken de gemeten verhoogde concentraties aan naftaleen, methylnaftalenen en

methylbenzothiofenen wel afkomstig van ESD-SiC. De verhoging van de concentraties en de verhouding tussen de verschillende componenten uit deze groepen stoffen zijn vergelijkbaar met de gemeten concentraties op de andere meetstations (vooral Farmsum en Borgsweer) met wind uit ESD-SiC. Ofschoon de ingestelde windhoek van het meetstation EEW net niet over het terrein van ESD-SiC gaat, is het, gezien de (brede) pluim afkomstig van het terrein van ESD-SiC, wel waarschijnlijk dat deze pluim deels meegenomen wordt in de monsters genomen binnen het windrichtingvenster van het meetstation EEW.

6 Discussie en duiding

6.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt verder ingegaan op de betekenis van de meetresultaten in relatie tot de luchtkwaliteit in en rondom Oosterhorn. In, en in de omgeving van, industriegebied Oosterhorn kunnen personen worden blootgesteld aan verschillende stoffen die vrijkomen bij industriële activiteiten vanuit diverse bedrijven. In de meeste gevallen gaat het om diffuse emissies vanuit reguliere activiteiten. De concentratie van stoffen via de lucht waaraan personen worden blootgesteld kan worden gemeten in een regulier meetnet met behulp van snelle, online monitoren of door het nemen van monsters en deze off-line (in het laboratorium) te onderzoeken. Bij het bedrijf ESD-SiC spelen ook incidentele emissies als gevolg van blazers een rol. Belangrijk is in hoeverre blazers bijdragen aan de blootstelling van burgers aan schadelijke stoffen. Bij de uitvraag voor het meetnet heeft de provincie daarom ook nadrukkelijk aandacht gevraagd voor blazers. De onderzoeksvraag hierbij is: welke stoffen komen voor in de blazerpluim en wat is de concentratie aan stoffen op leefniveau in de omgeving.

Per stof zullen, voor zover mogelijk, de volgende aspecten worden meegenomen:

- De gemeten jaargemiddelde concentraties in vergelijking tot:
 - o Concentraties gemeten in andere gebieden in Nederland, waaronder regionale en stedelijke locaties
 - o Luchtkwaliteitsnormen
- Het aantal overschrijdingen van de daggemiddelde normen
- De verdeling van de concentraties over Oosterhorn (op basis van modelberekening en illustraties met iso-contour lijnen)
- De bijdrage van de verschillende bronnen in het gebied
- De rol van de blazers op de gemiddelde en de hoogste opgetreden concentraties

Tabel 26 geeft een overzicht van de verschillende concentraties van de stoffen gemeten in het meetnet Oosterhorn, inclusief achtergrond. Tevens geeft het een vergelijking met elders in Nederland aangetroffen concentraties van deze stoffen. De inhoud van de tabel wordt in de tekst besproken. Voor de presentatie van de gemiddelde gegevens zijn drie groepen te onderscheiden:

- A. **Gebaseerd op meetresultaten afkomstig van monitoren (PM10, PM2.5, BC en CO)** Het jaargemiddelde, berekend aan de hand van metingen met continue werkende monitoren
- B. **Gebaseerd op resultaten van filtermetingen in combinatie met modelberekeningen (SiC-vezels, BaP, H2S en nikkel)**
De jaargemiddelde concentratie berekend op basis van de correlatie tussen BC en SiC-vezels en CO en H2S en uit meetresultaten bij een bepaalde windrichting aangevuld met modelberekeningen (nikkel en BaP).
- C. **Gebaseerd op meetresultaten van periodieke filtermetingen (roet (EC), totaal stof, arseen, naftaleen, cadmium, lood, kwik, vanadium en fluoriden)**
Het gemiddelde van de concentraties gemeten bij een bepaalde windrichting.

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/m³, SiC-vezels in vezels/m³ en alle andere stoffen in ng/m³ (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⁾
CO	10.000 ¹⁾	400-600	-	300	-	400 (A'dam) ¹³⁾ 350 (IJmond) ¹²⁾
BaP	1 ²⁾	0,1-0,15	0,07-0,1	0,05	0,09 (De Rijp) ¹²⁾ 0,1 (Kollumerwaard) ¹³⁾	0,34 (IJmond) ¹²⁾ 0,10 (Rotterdam) ¹¹⁾
Nikkel	20 ²⁾	4-10	2,5-4	2,5	2,2 (De Rijp) ¹²⁾ 1,1 (Bergambacht) ¹¹⁾	1,9 (IJmond) ¹²⁾ 5,8 (Vlaardingen) ¹¹⁾
SiC-vezels	300 ⁷⁾	5-20	< 5	< 3	-	-
H ₂ S ¹⁸⁾		0,2-0,8 [1,5-5,0]	0,04-0,1	0,04	-	0,6-1,0 [4,7-5,1]

Component	Norm	Gemeten concentratie meetstations Oosterhorn			Jaargemiddelde concentratie in Nederland	
		Hoofd-station	Woon-kernen	Achter-grond	Regionaal	Stad / industrie
Totaal stof ¹⁴⁾ (gravimetrisch)	-	28 – 34	-	25	21,0 (Bergambacht) ¹¹⁾	22,5 (Rijnmond) ¹¹⁾ 23,8 (Vlaardingen) ¹¹⁾
Roet (EC) ¹⁴⁾	1,0 ¹⁶⁾	0,9 - 1,2	-	0,6	0,5 (Nijensteinheerd) ¹³⁾ 0,5 (Valthermond) ¹³⁾	1,4 (A'dam) ¹³⁾ 0,8 (IJmond) ¹³⁾
Naftaleen ¹⁴⁾	8890 ⁶⁾	110 – 240	74 – 93	39	-	-
Arseen ¹⁴⁾	6 ²⁾	0,6 – 1,3	0,4 – 1,2	0,5	0,05 (De Rijp) ¹²⁾ 0,6 (Bergambacht) ¹¹⁾	0,3 (IJmond) ¹²⁾ 1,2 (Vlaardingen) ¹¹⁾
Cadmium ¹⁴⁾	5 ²⁾	0,3 – 0,5	0,1 – 0,6	0,2	0,04 (De Rijp) ¹²⁾ 0,18 (Bergambacht) ¹¹⁾	0,15 (IJmond) ¹²⁾ 0,15 (Vlaardingen) ¹¹⁾
Lood ¹⁴⁾	500 ¹⁾	4,1 – 6,1	3,0 – 6,3	4,5	3,8 (De Rijp) ¹²⁾ 5,0 (Bergambacht) ¹¹⁾	9,8 (IJmond) ¹²⁾ 13,4 (Vlaardingen) ¹¹⁾
Vanadium ¹⁴⁾	1000 ⁵⁾	1,0 – 1,6	0,8 – 2,0	0,7	0,9 (De Rijp) ¹²⁾ 0,8 (Bergambacht) ¹¹⁾	2,9 (IJmond) ¹²⁾
Fluoriden ¹⁵⁾	1,6 ⁸⁾ 0,05 ⁹⁾	2,0 1,0 (HF)	1,0	-	-	-
Kwik ⁴⁾	50	0,02 – 0,15	0,01–0,03	0,03	2 ¹⁰⁾	

Opmerkingen bij Tabel 26:

- 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) Gezondheidkundige 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) Achtergrond niveau 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 arbeid gerelateerde 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-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)
- 18) De getallen tussen haakjes [] zijn de 98 percentiel waarden

6.2 Blazers

6.2.1 Onderzoeksaanpak

TNO heeft diverse mogelijkheden onderzocht om het optreden van een blazer op de meetstations automatisch te detecteren en de samenstelling van stoffen in de blazerpluim vast te stellen. Gezien de samenstelling van stoffen (zware metalen, PAK, SiC-vezels en geurstoffen) en de verwachte concentratie van deze stoffen in de blazerpluim zijn verschillende manieren verworpen. Het zou dan bijvoorbeeld gaan om optische technieken waarmee de emissies vanuit het ESD-SiC terrein op afstand kan worden bepaald. Waar dit in speciale gevallen voor hoofdcomponenten zou kunnen (o.a. koolmonoxide), lijkt dit voor genoemde sporen-componenten uitgesloten. Het nemen van luchtmonsters in de pluim is daardoor de enige optie om de samenstelling van de blazers te bepalen.

In de eerste fase is een aantal mogelijkheden voor monsterneming onderzocht:

- *Het visueel vaststellen van het optreden van een blazer door personen.*
De methode is relatief eenvoudig en bovendien worden blazers door het bedrijf ESD-SiC gemeld aan de provincie. Probleem is dat blazers van korte duur zijn en het niet goed mogelijk is om snel op de goede plek (positie en hoogte) en op een zinvolle (representatieve) wijze een monster te nemen. In overleg met betrokkenen is deze optie verworpen.
- *Het automatisch detecteren aan de hand van beelden.*

Het detecteren van blazers met camera's in combinatie met beeldherkenningssoftware is uiteraard mogelijk, echter de ontwikkeling en het testen van dergelijke systemen is vrij kostbaar. Daarnaast is het grootste probleem dat, na automatische detectie, de meetapparatuur precies op de goede plek moet staan om ook werkelijk in de blazerpluim een luchtmonster te kunnen nemen. Ook hier is het vrijwel onmogelijk op tijd op de goede plek te zijn.

- *Het vanaf een afstand (remote) aansturen van de monsterneming op basis van metingen van CO, BC en/of fijn stof.*

Bij de opzet van het onderzoek was de verwachting dat aan de hand van continue metingen op de hoofdstations blazers zouden kunnen worden gesignaleerd waarna automatisch de monsterneming kon worden gestart. De optredende verhoging van zowel CO, BC en fijn stof bij een blazer bleek echter te gering en niet eenduidig genoeg om op basis van deze waarneming, op een zinvolle wijze, automatisch de monsterneming te kunnen starten.

Ondanks dat gerichte monsterneming in de blazerpluim niet mogelijk bleek is gedurende het onderzoek op twee verschillende manieren toch een goed inzicht verkregen in de samenstelling en concentratie van stoffen in de blazerpluim. Dit gebeurde aan de hand van:

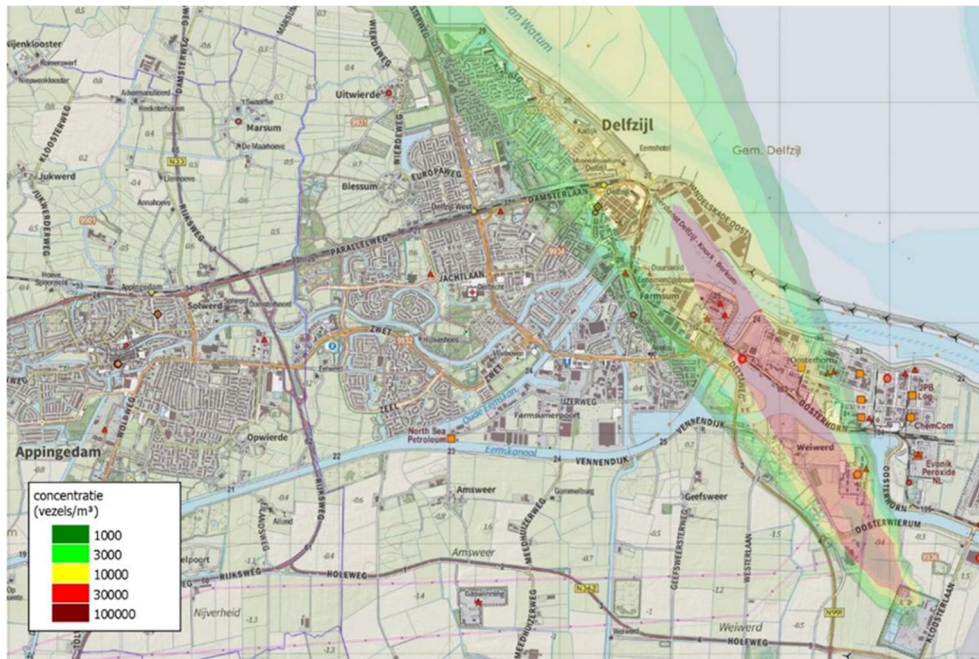
1. Depositie-monsters van in sneeuw neergeslagen blazermateriaal in combinatie met modelberekeningen
2. Berekening piekconcentraties van stoffen tijdens blazers op basis van continue CO en BC-metingen op de hoofdstations

6.2.2 Depositie-monsters van neergeslagen blazermateriaal in combinatie met modelberekeningen.

Op 24 Januari 2019 trad een grote blazer op (categorie 5) in een periode dat het landschap bedekt was met sneeuw. De pluimas was hierdoor goed te zien aan het, op de sneeuw neergeslagen, zwarte stof. In een snelle actie, in opdracht van de provincie, zijn op verschillende afstanden van ESD-SiC (tot een afstand van bijna 7 km) sneeuwmonsters met blazermateriaal verzameld langs de pluimas. Het gedeponeerde blazermateriaal is uitgebreid geanalyseerd op alle relevante chemische stoffen, waaronder SiC-vezels. Op basis van de concentraties aan chemische stoffen in het gedeponeerde materiaal is met behulp van modelberekeningen het verspreidingsgebied in kaart gebracht en is een schatting gemaakt van de concentraties van stoffen in de lucht tijdens de blazer. Door TNO zijn twee speciale notities opgesteld met de resultaten van het veldonderzoek en analyses²⁴ en de modelberekeningen inclusief duiding²⁵. In bijlage J is de laatstgenoemde notitie opgenomen. In Figuur 43 is het resultaat van de modelberekeningen weergegeven voor de concentratie aan SiC-vezels in de blazerpluim. De 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. Ook de concentraties van zware metalen en PAK in de lucht zouden volgens deze modelschattingen aanzienlijk zijn verhoogd. Ook hier zijn de concentraties dichtbij het bedrijf hoger dan verder weg. Daarnaast is goed te zien dat de concentratie ook sterkt verloopt over de pluim. De concentratie in het midden van de pluim is wel een factor 10-30 hoger dan aan de rand, 100-1000 m vanaf het midden.

²⁴ TNO notitie "Resultaten onderzoek naar het verspreidingsgebied van gedeponeerd stof als gevolg van blazers", referentie 100320545, 25 maart 2019

²⁵ 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



Figuur 43 Berekende ISO-contouren van de uurgemiddelde concentratie van SiC-vezels $>5\mu\text{m}$ in de lucht op 1.5 m hoogte tijdens de blazer van 24 januari 2019.

De onzekerheid in de geschatte concentraties in de pluim is aanzienlijk. Twee factoren spelen hierin een rol. De snelheid waarmee stoffen vanuit de lucht in de sneeuw terecht komen (depositie snelheid) is een belangrijke parameter voor de berekende luchtconcentratie maar, wetenschappelijk gezien, onzeker. Een andere belangrijkere onzekerheid is de hoeveelheid vrije respirabele (inadembare) SiC-vezels ten opzichte van de niet-inadembare vezels; dit zijn vezels die in de lucht gehecht waren aan grove (niet inhaleerbare) deeltjes. Bij de monstervoorbereiding van de sneeuwmonsters komen de aan deeltjes gehechte vezels vrij waardoor, tijdens de analyse, geen onderscheid kan worden gemaakt tussen van oorsprong respirabele vezels en aan deeltjes gehechte vezels. De thans gerapporteerde concentratie van SiC-vezels in lucht moet daarom gezien worden als bovengrens van het aantal respirabele vezels dat in een pluim, op leefniveau, aanwezig is.

Bij de interpretatie van de resultaten van de berekeningen is het van belang dat de resultaten als uurgemiddelden zijn gegeven. Als een lagere middelingstijd (bijvoorbeeld tien minuten) wordt gekozen is de concentratie een factor zes hoger. De geschatte concentratie aan vezels is met bijvoorbeeld een uurgemiddelde van 10.000 - 30.000 vezels/ m^3 (berekende concentratie op meetstation RWZI Delfzijl) veel hoger dan de maandgemiddelde concentraties gemeten op de meetstations. Wel is het zo dat zelfs deze hoge uurgemiddelde concentratie op de meetstations geen aanleiding zou geven tot een enorme verhoging van de maandgemiddelde concentratie van meer dan ca. 50 vezels/ m^3 . Deze resultaten zijn dus niet strijdig met de waarneming dat blazers weinig invloed hebben op de concentratie van respirabele vezels op leefniveau (zie hierna bijvoorbeeld Tabel 27). De hoogste gemeten maandgemiddelde SiC vezelconcentraties liggen tussen de 100 en 200 vezels/ m^3 .

6.2.3 *Piekconcentraties van stoffen tijdens blazers berekend op basis van de concentratie van CO en BC op de hoofdstations*

Van alle geregistreerde blazers is gedurende de blazer, of bij folieverlies, het CO-signaal en BC-signaal op de hoofdmeetstations gevolgd. Wanneer een blazer over een meetstation woei was op dat meetstation steeds een (beperkte) verhoging van de CO en BC-concentratie zichtbaar. In totaal zijn er in de periode tussen 1 september 2018 en 31 december 2019 61 geregistreerde blazers opgetreden en is 11 keer folieverlies gemeld, waarbij in 42 gevallen (58%) de wind (deels) over één van de hoofdmeetstations is gegaan (zie Bijlage F). Gemiddeld blijkt de invloed van blazers (en folieverlies) 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 resultaten van deze analyse zijn te zien in Tabel 27. De invloed van blazers op de SiC vezelconcentratie en de invloed van blazers, folieverlies en storingsen van de ontzwavelingsinstallatie en dampretourverbranding is ook onderzocht. Voor SiC-vezels is hierbij o.a. gebruik gemaakt van de correlatie tussen de maandelijks gemeten concentratie van SiC-vezels en de concentratie van BC op de hoofdstations. Voor H₂S zijn de concentraties afgeleid op basis van de verhouding H₂S en CO tijdens emissiemetingen nabij ESD-SiC. Ook voor deze stoffen geldt dat de invloed van blazers klein is, met een gemiddelde verhoging voor SiC-vezels van 450 vezels/m³ per blazer. De berekende bijdrage van blazers op de jaargemiddelde siliciumcarbide vezelconcentratie ligt hiermee op ca. 5 vezels/m³ (ca. 9%). De maximale concentratie aan respirabele SiC-vezels in een blazer wordt geschat op 1500 vezels/m³.

Tabel 27 Concentratie van stoffen tijdens blazers en de bijdrage aan de gemiddelde concentratie op de hoofdstations.

	Gemiddelde bijdrage van blazers op de jaargemiddeld concentratie en de procentuele bijdrage (in %)	Gemiddelde concentratie tijdens blazer (1 uurgemiddelden)	Hoogste concentratie tijdens blazer (1 uur gemiddelden)
CO (ppm)	0,020 (5%)	1,4	9
Roet (µg/m ³)	0,025 (5%)	2,2	6,8
SiC (vezels/m ³)	5 (9%)	450	1500
H ₂ S (µg/m ³)	0,05 (13%)	10	80

Bovengenoemde resultaten geven inzicht in de luchtkwaliteit op leefniveau, op de hoofdmeetstations op momenten dat een blazerpluim over het meetstation waait. Het is echter niet altijd duidelijk in hoeverre de blazerpluim ook werkelijk het meetstation heeft 'geraakt' waarbij de monsternemingsapparatuur lucht uit de blazer heeft aangezogen. Door het grillige karakter van de pluim zou deze er net langs kunnen waaien of door hogere luchtlagen kunnen waaien. Dit leidt er waarschijnlijk toe dat de verhogingen op de meetstations tijdens het overwaaien van blazers gering zijn. De genoemde concentraties en bijdragen zijn dus sterk afhankelijk van de positie en meteorologische omstandigheden. Op andere plaatsen (waar niet gemeten is) kan de situatie heel anders zijn.

In aanvulling op de geplaatste kanttekeningen in paragraaf 6.2.2. is het grillige karakter van de blazerpluim nog een reden dat de gemodelleerde SiC vezelconcentratie in de blazerpluim (10.000-30.000 v/m³) op basis van sneeuwmonsters hoger is dan werkelijk gemeten op het meetstation (1500 v/m³). Het gevonden resultaat heeft echter twee kanten. Enerzijds kan worden gesteld dat op de meetstations niet de concentratie van stoffen in de blazerpluim wordt gemeten. Anderzijds wordt ook geconstateerd dat in de afgelopen meetperiode van bijna anderhalf jaar, blazers geen enkele keer hebben geleid tot een

bijzondere verhoging van de concentratie van respirabele SiC-vezels op leefniveau op de meetstations. Dit zou onder bepaalde omstandigheden wellicht wel het geval kunnen zijn maar deze situatie heeft zich in anderhalf jaar tijd met 61 geregistreerde blazers nooit voorgedaan.

6.3 SiC-vezels

Het bedrijf ESD-SiC is het enige bedrijf in de wijde omgeving dat siliciumcarbide produceert. Dit gegeven, gecombineerd met de waarneming dat tijdens de gehele meetperiode op de achtergrondlocatie geen SiC-vezels zijn aangetroffen, geeft aan dat het ESD-SiC terrein de (enige) bron is. De blootstelling aan SiC-vezels vraagt bijzondere aandacht gezien het mogelijk carcinogene karakter van deze stoffen. Door de Gezondheidsraad zijn SiC-vezels als waarschijnlijk carcinogeen (klasse 1A) beoordeeld²⁶. Dit betekent dat op basis van gegevens voor de mens er voldoende bewijs is dat SiC-vezels kanker kunnen veroorzaken. Ook het RIVM stelt dat op basis van de beschikbare data wordt verwacht dat tenminste een deel van de SiC-vezels die vrijkomen bij de productie van siliciumcarbide bij ESD-SiC kankerverwekkend kan zijn. Door het RIVM is op verzoek van de provincie een indicatieve jaargemiddelde MTR-waarde voor SiC-vezels afgeleid van 300 vezels/m³ gebaseerd op het MTR voor (amfibool) asbest²⁷.

Op de hoofdmeetstations en later op de stations in de woonkernen zijn maandelijks luchtmonsters genomen bij wind uit de richting van ESD-SiC. Jaargemiddeld zijn de concentraties op de hoofdstations RWZI Delfzijl en Heemskesbrug 49 en 61 vezels/m³. Zowel de maandgemiddelde als jaargemiddelde concentraties op de meetstations blijven ruim onder het indicatieve MTR. In de rapportage van de vezelconcentratie wordt ook het 95% betrouwbaarheidsinterval meegegeven. Dit betekent dat de gerapporteerde waarde met 95% zekerheid binnen een gegeven onder- en bovengrens ligt. Slechts in een enkel geval is de bovengrens bij de maandelijks metingen hoger dan het indicatieve MTR. Jaargemiddeld zijn er op de meetstations géén overschrijdingen van de bovengrens ten opzichte van het indicatieve MTR²⁸. Vanaf juli 2019 zijn ook monsters genomen in de woonkernen Farmsum, Borgsweer en Wagenborgen. De concentraties (ook bij wind vanuit de richting van het ESD-SiC terrein) zijn aanzienlijk lager dan die op de hoofdstations en blijven ruim onder de 10 vezels/m³.

Alle monsters zijn genomen bij wind uit de richting van het ESD-SiC terrein. Dit geeft nog geen inzicht in de jaargemiddelde concentraties (bij alle windrichtingen). Dit inzicht werd verkregen door het uitvoeren van modelberekeningen. Uitvoer van het model is een kaart rondom het terrein met vierkanten waarin de concentratie is berekend. Ook kunnen iso-contouren met kleuren worden aangegeven. Figuur 44 geeft een illustratie van het resultaat. Op de hoofdmeetstations RWZI Delfzijl en Heemskesbrug is de concentratie rond de 10-20 vezels per m³. Op de verder gelegen stations in de woonkernen blijft de jaargemiddelde concentratie onder de 5 vezels per m³. Verder laat Figuur 44 ook zien dat de SiC vezelconcentratie alleen op het terrein van ESD-SiC mogelijk de indicatieve MTR-waarde overschrijdt.

²⁶ GR (Gezondheidsraad), 2012. Health Council of the Netherlands. Silicon carbide. Evaluation of the carcinogenicity and genotoxicity. The Hague: Health Council of the Netherlands, publication no. 2012/29.

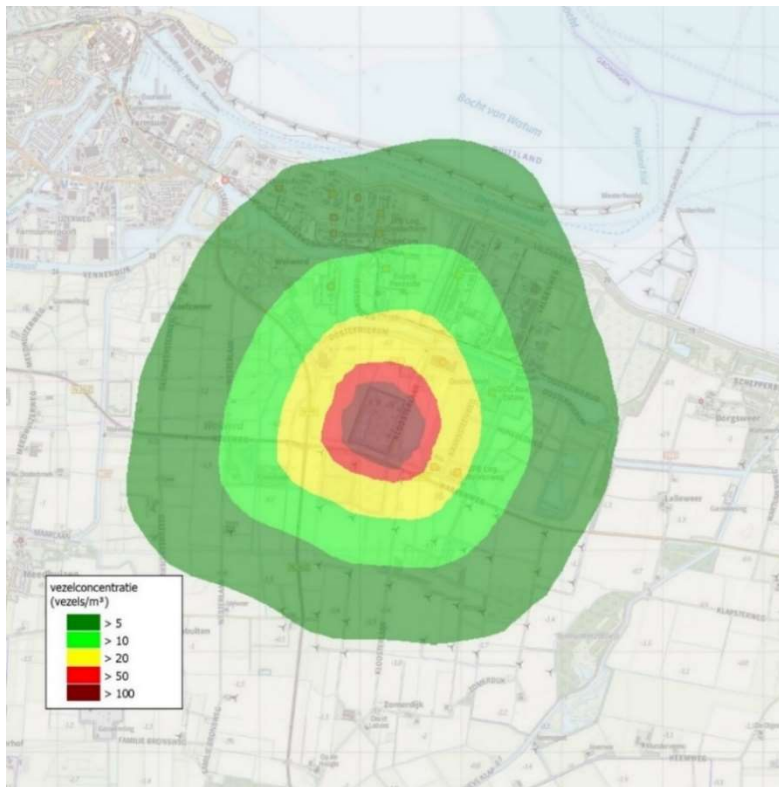
²⁷ Advies 14725A01 – Afleiden indicatieve humane MTR-lucht voor siliciumcarbide-vezels (SiC) (CAS 409-21-2), RIVM, Update 01-04- 2019 en inmiddels opgenomen in het Activiteiten besluit

²⁸ De onzekerheid in het jaargemiddelde dan die in de maandgemiddelden is veel kleiner omdat alle (maand) monsters beschouwd worden als één monster. Het is dus een veel groter monster met als gevolg een veel kleinere onzekerheid. Het betrouwbaarheidsinterval is daardoor veel kleiner en de bovengrens (95 percentiel) overschrijdt de grenswaarde niet.

Naast jaargemiddelde concentraties is, op basis van de metingen van black carbon concentraties op de drie hoofdmeetstations (zie 6.2.3), ook inzicht verkregen in uur- en daggemiddelde concentraties. Hierbij is gewerkt met percentiel waarden; bijvoorbeeld bij het 90 percentiel ligt de concentratie 90% van de tijd onder deze waarden en 10% erboven. Op de Heemskesbrug wordt de indicatieve grenswaarde ongeveer 44 uur per jaar overschreden (99,5 percentiel is 310 vezels/m³). Voor het meetstation RWZI Delfzijl wordt deze grenswaarde ongeveer 9 uur per jaar overschreden (99,9 percentiel is 360 vezels/m³). De maximale uurgemiddelde concentratie is 1800 vezels/m³, gemeten op RWZI Delfzijl. Deze SiC vezelconcentraties zijn afgeleid op basis van black carbon. De black carbon concentraties kunnen ook verhoogd zijn door andere gebeurtenissen dan de activiteiten op het ESD-SiC terrein, zoals nieuwjaar (vuurwerk), paasvuren e.d. Dit betekent dat de resultaten (percentielen) moeten worden beschouwd als bovengrens.

Naast de bijdrage van blazers op de SiC vezelconcentratie (ca. 9%) is het ook van belang om te weten wat de bijdrage is van resuspensie (het weer in de lucht terecht komen van vezels vanaf de bodem). De productie van siliciumcarbide bij ESD-SiC vindt al jaren plaats. Het kan daarom zijn dat eerder uit blazers of uit emissies tijdens gewone bedrijfsvoering SiC-vezels zijn neergeslagen in de omgeving Oosterhorn. Op basis van twee bodemonderzoeken uitgevoerd door TAUW en vergelijking met resuspensie gegevens van asbestvezels in de bodem is de bijdrage van resuspensie op de SiC vezelconcentratie in de lucht geschat. Voor de hoofdmeetstations dichtbij het ESD-SiC terrein (Heemskesbrug en RWZI Delfzijl) is de bijdrage van resuspensie minimaal (ca. 2%). Verder weg van het ESD-SiC terrein, in de woonkernen, waar de concentratie in lucht lager is, is de bijdrage in relatieve zin hoger (11 – 13%).

Daarnaast is een gegeven dat in de achtergrondmonsters genomen op de Geefswaersterweg nooit vezels zijn aangetroffen. Deze monsters zijn genomen bij wind uit een gebied waar resuspensie (van eerder neergelagen materiaal) een rol zou kunnen spelen. Dit geeft ook aan dat resuspensie slechts een kleine bijdrage kan hebben.



Figuur 44 De berekende jaargemiddelde concentratie aan siliciumcarbide vezels (in vezels/m³) in 2019 op 1,5 m hoogte in de omgeving Oosterhorn, berekend uit de vastgestelde emissie vanuit ESD-SiC. De emissie is vastgesteld aan de hand van modelberekeningen en gevalideerd met meetresultaten.

6.4 Fijn stof

In het meetnet Oosterhorn is op de hoofdmeetstations totaal stof (TSP) en fijn stof (PM₁₀) maandelijks gemeten met behulp van de voorgeschreven gravimetrische bepalingsmethode (referentiemethode). Daarnaast is fijn stof (PM₁₀ en PM_{2.5}) ook continue gemeten met behulp van fijn stof sensoren (CAIREboxen) op 8 locaties verspreid over de omgeving Oosterhorn. De gravimetrische methode maakt gebruik van een optisch principe om deeltjes te tellen waarna de aantallen worden vertaald naar een massaconcentratie. De apparatuur is gekalibreerd aan de hand van metingen aan gegenereerd aerosol. Dit zorgt voor een hogere onzekerheid in de gemeten fijn stof concentraties. Wel zijn de sensoren in het meetnet Oosterhorn apart gekalibreerd op basis van de gravimetrische metingen²⁹. De voordelen van deze aanpak zijn de betrekkelijk lage kosten, waardoor veel meer sensoren kunnen worden ingezet, en de hoge tijdsresolutie, die het mogelijk maakt de gemeten concentraties te koppelen aan de windrichting. Hierdoor wordt inzicht in de bijdrage van verschillende bronnen verkregen. Daarnaast worden deze 'real time' gemeten concentraties van fijn stof "online" gepresenteerd op de app (<https://geurapp-acc.wowwww.nl/>) door het bureau WOWWW zodat omwonenden direct inzicht hebben in de luchtkwaliteit.

²⁹ Omdat in de omgeving Oosterhorn de fijn stof belasting (wat betreft samenstelling) wellicht anders is dan in de rest van Nederland zijn, in het meetnet Oosterhorn, de sensormetingen ook vergeleken met de gravimetrische metingen, waaruit bleek dat de sensoren de fijn stof concentratie met ca. 20% onderschatten. De in dit hoofdstuk gepresenteerde fijn stof waarden zijn hiervoor gecorrigeerd.

6.4.1 Jaargemiddelde concentraties

Tabel 26 geeft een overzicht van de jaargemiddelde fijn stof concentraties op de diverse meetstations in de omgeving Oosterhorn inclusief een vergelijking met jaargemiddelde concentratiewaarden in Nederland op regionale meetstations (o.a. Kollumerwaard) en meetstations in de stad (Groningen, Amsterdam) en nabij industrie (IJmond, Rijnmond). Deze meetstations zijn onderdeel van het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit (LML) in beheer van het RIVM. De gekalibreerde waarden gemeten met fijn stof sensoren komen goed overeen met regionale achtergrondwaarden. De gravimetrisch bepaalde concentraties liggen iets hoger, echter deze zijn gemeten bij wind vanuit de richting van ESD-SIC.

Rekening houdende met het bovenstaande laten de gemeten concentraties geen erg hoge waarden zien. De, in Nederland geldende, grenswaarden worden niet overschreden. Voor PM10 en PM2.5 worden gemiddelde waarden van respectievelijk ongeveer 20 en 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ gevonden. De aangetroffen waarden voor PM10 en PM2.5 liggen daarmee op het niveau van de "Air Quality Guideline Values" gegeven door de WHO³⁰. Die geven voor jaargemiddelde waarden als grens 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ aan voor PM10 en 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ voor PM2.5. De WHO-waarden hebben in Nederland geen formele status; de Nederlandse grenswaarden zijn leidend.

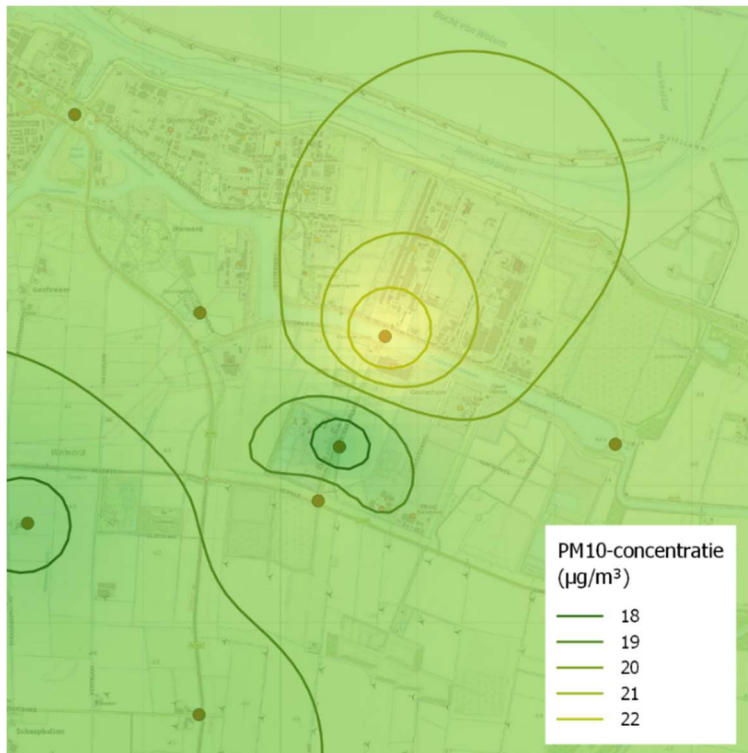
Figuur 45 en Figuur 46 laten de iso-contouren (lijnen met gelijke concentratie) zien van PM10 en PM2.5. Deze iso-contouren zijn gebaseerd op ruimtelijk interpolatie op basis van de metingen op de 8 meetlocaties. In dit geval is er een zeer gering verloop van enkele $\mu\text{g}/\text{m}^3$ over het gebied. Bij een dergelijk klein verloop over gebied past ook een beperkt aantal van deze iso-contourlijnen. Meer lijnen weergeven zou alleen leiden tot een schijnnaauwkeurigheid. In grote lijnen betreft het Nederlandse achtergrondconcentraties met een betrekkelijk klein verloop in de concentratie over het gebied. Deze wordt veroorzaakt door lokale bronnen van fijn stof in het gebied. Er is enige invloed van lokale bronnen zichtbaar (de invloed van emissies van ESD-SIC en Damco Aluminium lijken meetbaar), al beperkt die zich tot een bijdrage van 3 tot 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ aan PM10 en 1.5 tot 3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ aan de concentratie van PM2.5 fijn stof in de directe omgeving. Daarmee blijven alle PM10 en PM2.5 concentraties in het gebied in de buurt van de WHO-richtwaarden en ruim onder de Nederlandse grenswaarden.

6.4.2 Dagwaarden

Voor fijn stof gelden naast grenswaarden voor de gemiddelde concentraties ook grenswaarden voor het aantal dagen dat de 24 uren gemiddelde concentratie een waarde overstijgt. De concentratie van PM10 mag op maximaal 35 dagen hoger zijn 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Op basis van de metingen met de CAIRE-boxen blijkt dat de dagwaarde van 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ op de verschillende meetstations tussen de 4 (Borgsweer en Geefsweersterweg) en 11 (Heemskesbrug) keer wordt overschreden. In het landelijk meetnet wordt ook gekeken naar de gemiddelde concentratie en wordt gesteld dat; als de gemiddelde concentratie niet hoger is dan 31,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de grenswaarde voor daggemiddelden (35 dagen boven 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) niet wordt overschreden. Aan de hand van empirische relaties kan worden berekend dat bij de gevonden gemiddelde concentraties van 17-23 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ³¹ het daggemiddelde van 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ slechts 6-11 keer overschreden zal worden. Het aantal overschrijdingsdagen op basis van de CAIREboxen komt dus goed overeen met de empirische schattingen (gebaseerd op gravimetrische PM10 concentraties) en liggen ruim onder de grenswaarde.

³⁰ [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)

³¹ Pas bij een concentratie van 31,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ is dit het geval (daarbij moet nog rekening worden gehouden met een zogenaamde zeezoutcorrectie voor het gebied van 2-3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)
<https://www.infomil.nl/onderwerpen/lucht-water/luchtkwaliteit/thema%27fijn-stof/artikel/>



Figuur 45 De verdeling van de met CAIREboxen gemeten jaargemiddelde concentratie van fijn stof PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) in 2019 in de omgeving Oosterhorn. In de illustratie zijn de posities van de CAIREboxen aangegeven met rode punten.



Figuur 46 De verdeling van de met CAIREboxen gemeten jaargemiddelde concentratie van fijn stof PM2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) in 2019 in de omgeving Oosterhorn. In de illustratie zijn de posities van de CAIREboxen aangegeven met rode punten.

6.5 Zware metalen

In het meetnet Oosterhorn is op de meetstations maandelijks de concentratie aan metalen (nikkel, arseen, cadmium, lood, vanadium, lood en kwik) in PM10 stof bepaald. De monsters werden genomen bij wind uit een bepaalde richting. Bij de meeste stations vanuit de richting van ESD-SiC. De gemiddelde concentraties van arseen, nikkel, 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. Dit geldt alleen voor stoffen waarvoor ESD-SiC de voornaamste bron is (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 grenswaarden 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).

Voor arseen, cadmium en nikkel liggen de achtergrondwaarden op de Geefswesterweg, gemeten bij wind vanuit het Zuidoosten, hoger dan in de rest van Nederland. De relatief hoge concentraties voor deze stoffen kunnen te maken hebben met verder weg gelegen bronnen. Deze wind is afkomstig uit Duitsland (waaronder het Ruhrgebied) en kan daardoor ook verhoogde concentraties van metalen bevatten. Voor vanadium in lucht lijkt ESD-SiC de grootste bron te zijn. Aangezien vanadium niet wordt gemeten in het LML, is weinig data beschikbaar; dit maakt een goede vergelijking met regionale waarden lastig.

De in Tabel 26 gepresenteerde waarden geven ook inzicht in de jaargemiddelde concentraties (bij alle windrichtingen). Dit inzicht wordt verkregen door het uitvoeren van modelberekeningen.

Figuur 47 geeft een illustratie van het resultaat voor nikkel met behulp van iso-contourlijnen. De berekeningen zijn uitgevoerd op basis van in dit onderzoek geschatte emissies vanuit ESD-SiC en Damco Aluminium. De emissies van deze twee bedrijven zijn geschat door vergelijking van de gemeten concentraties (bij het ingestelde venster windrichting) met door het model berekende concentraties³². In een TNO- notitie wordt uitgebreid ingegaan op de metingen en berekeningen voor nikkel ³³. Daarbij blijkt de thans afgeleide emissie van ESD-SiC ongeveer een factor twee lager dan gerapporteerd in de Emissieregistratie voor het jaar 2017. Dit zou samen kunnen hangen met de door het bedrijf gerapporteerde emissies *grof stof*. Dit *grof stof* dat niet wordt meegenomen in de filtermetingen op de meetstations bevat waarschijnlijk ook nikkel.

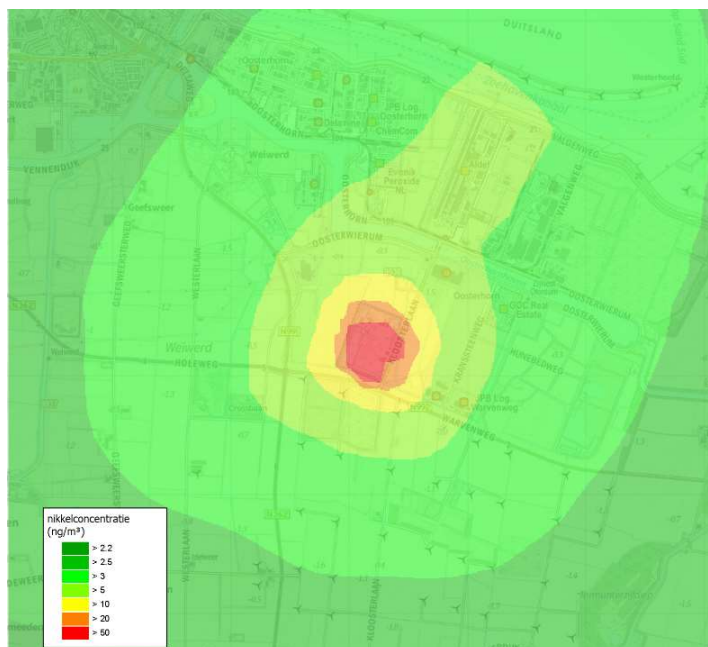
³² Het aantal metingen dat beschikbaar is op het meetstation EEW is helaas nog relatief beperkt en omvat nu 5 maandgemiddelden (april 2020)

³³TNO-notitie 27522-34 : Verhoogde concentratie aan nikkel in luchtmonsters genomen op en in de omgeving van het industrieterrein Oosterhorn. Jan Duyzer, Peter Tromp, Reinier Sterkenburg (TNO-CEE) 30 mei 2020

Voor Damco Aluminium komt de gevonden emissie ongeveer overeen met de emissie op basis van de emissieregistratie gegevens. De op deze wijze afgeleide emissie heeft overigens een geschatte onzekerheid van minder dan 50% voor de berekeningen voor ESD-SiC. Voor Damco Aluminium is de schatting echter onzekerder. Dat heeft verschillende oorzaken. Het aantal metingen op het EEW-terrein is nog erg laag en het is niet zeker dat alle emissies vanuit de schoorsteen (of ergens anders uit de installaties) komen. Het bedrijf Damco Aluminium is in de loop van 2019 opnieuw gestart en wellicht een gedeelte van de meetperiode niet of gedeeltelijk in bedrijf geweest. De metingen zijn gestart in september 2019 en voor sommige stoffen, waaronder nikkel, arseen en vanadium is een stijgende trend in concentratie zichtbaar.

Afgezien van deze onzekerheden, en er van uitgaande dat de twee bedrijven de voornaamste bron van nikkel in lucht zijn, is een berekening gemaakt van de jaargemiddelde concentratie van nikkel in lucht in het gebied. De berekende iso-contourlijnen zijn te zien in

Figuur 47. De bijdrage van emissies vanuit Damco Aluminium is daarbij, ondanks de hogere emissie, minder opvallend. Dit hangt samen met het gegeven dat Zuidwest de meest voorkomende windrichting is en het gegeven dat is aangenomen dat de emissies van Damco vrijkomen vanuit een schoorsteen van 30 m hoog. Dit laatste leidt tot lagere concentraties op leefniveau dan bij emissies vanaf de grond zoals bij ESD-SiC. Op de meetstations RWZI Delfzijl, Heemskesbrug en Farmsum ligt de jaargemiddelde concentratie voor nikkel tussen 5 en 10 ng/m³. Op de andere stations in de woonkernen en de Geefsweersterweg is de jaargemiddelde concentratie rond de 4 ng/m³. Een uitgebreide analyse van een langere reeks meetresultaten is nodig om tot meer representatieve resultaten te komen.



Figuur 47 Op basis van geschatte emissies van ESD-SiC (25 kg/jaar) en Damco Aluminium (135 kg/jaar) berekende, indicatieve concentraties van nikkel in de omgeving van het industriegebied Oosterhorn. De figuur geeft de berekende lijnen met gelijke concentratie van nikkel weer voor een gemiddeld meteorologisch jaar.

6.6 Roet

In het meetnet Oosterhorn is op de meetstations periodiek de concentratie elementair koolstof (EC) bepaald met behulp van de voorgeschreven thermisch-optische koolstof analyse. Daarnaast zijn black carbon (BC) concentraties ook continu gemeten met behulp van MAAP-monitors op de drie hoofdmeetstations. Het onderscheid tussen EC en BC is gebaseerd op de wijze waarop de roetdeeltjes worden geanalyseerd. De EC concentratie is afhankelijk van het type thermische verbranding. BC wordt optisch bepaald op basis van absorptie.

Voor roet (vanuit verbrandingsprocessen) zijn er vaste omrekeningsfactoren om BC-concentraties om te rekenen naar EC concentraties. Voor petroleumcokes (en grafiet), dat gebruikt wordt in het productieproces van ESD-SiC, zijn dergelijk factoren nog niet bekend. Op basis van elektronenmicroscopisch onderzoek van de fijnstof deeltjes blijkt dat de bijdrage van ESD-SiC aan de concentratie EC voornamelijk bestaat uit petroleum cokes (ca. 70%) en grafiet (ca. 30%). In vergelijking met roetdeeltjes (veelal kleiner dan 2.5µm) zijn deze deeltjes relatief groot (2.5 - 25 µm).

Op basis van vergelijking tussen de EC analyses en de BC monitordata blijkt dat de BC concentratie ca. 20-30% lager ligt dan de EC concentratie; dit geldt alleen voor de meetstations gericht op ESD-SiC. Voor het achtergrondstation komen de BC en EC-concentraties goed overeen. Het verschil is waarschijnlijk te wijten aan een lagere gevoeligheid van de MAAP-monitor voor petroleumcokes (en grafiet).

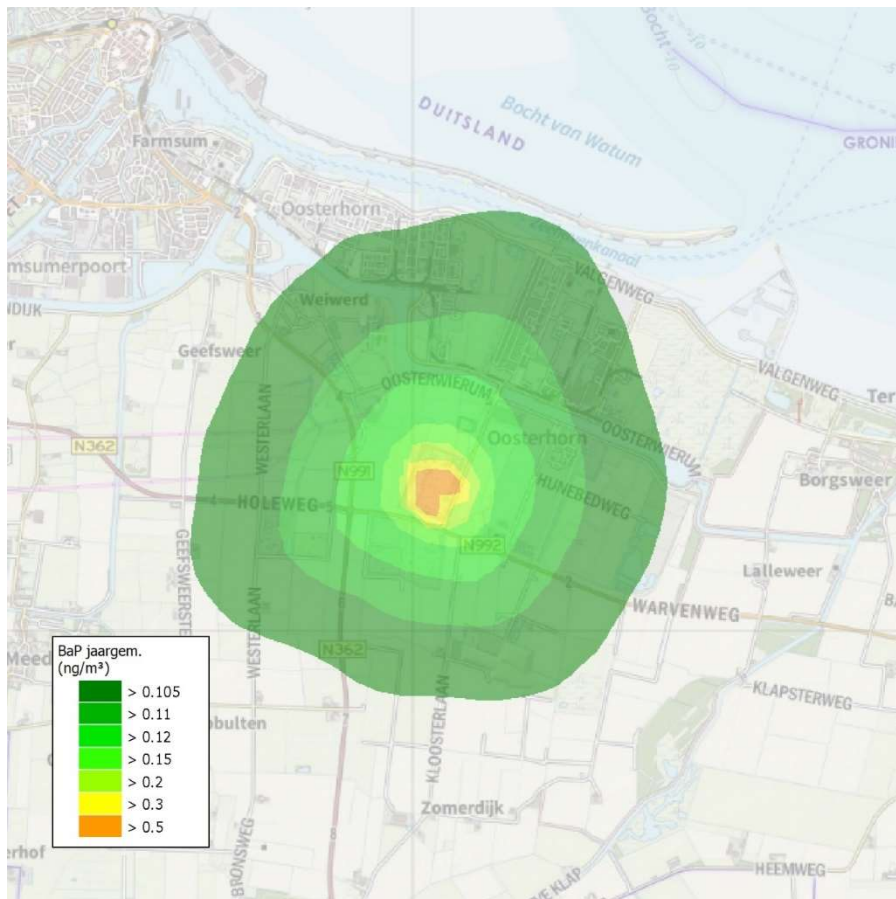
Het voordeel van de inzet van MAAP-monitors is de hoge tijdsresolutie, die het mogelijk maakt de gemeten concentraties te koppelen aan de windrichting. Hierdoor wordt inzicht in de bijdrage van verschillende bronnen verkregen. Daarnaast kan de invloed van blazers op de meetstations inzichtelijk worden gemaakt. Ook worden de gemeten BC concentraties "online" gepresenteerd op de app (<https://geurapp-acc.wowwww.nl/>) door het bureau WOWWWW zodat omwonenden direct inzicht hebben in de luchtkwaliteit.

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.

Door de gekozen meetstrategie is vooral inzicht in de bijdrage van ESD-SiC aan de BC concentratie verkregen, deze is ca. 35-50%. Andere bronnen, zoals zeescheepvaart, dragen wellicht ook bij. Dit is te zien aan de windrozen van BC gemaakt voor de drie hoofdstations. De bijdrage van ESD-SiC als lokale bron is duidelijk maar niet dominant. De bijdrage van andere bronnen; de grootschalige achtergrond en wellicht de zeescheepvaart is groter en ruwweg 70-80% van het totaal. Omdat de andere bronnen niet in kaart zijn gebracht, zijn ruimtelijke verdelingen niet berekend.

6.7 Benzo(a)pyreen

In het meetnet Oosterhorn is op de meetstations maandelijks de concentratie aan totaal PAK, inclusief benzo(a)pyreen (BaP) bepaald. De concentratie van BaP is gemeten bij wind uit de richting van ESD-SiC. De verwachting is ook dat ESD-SiC de voornaamste bron van BaP is. De berekende jaargemiddelde concentraties op de hoofdmeetstations liggen met gemiddeld 0,1 ng/m³ ruim onder de grenswaarde van 1 ng/m³. In de rest van Nederland worden, op niet specifiek belaste stations, ook waarden waargenomen van rond de 0,1 ng/m³. De waarden gemeten in de woonkernen in de omgeving van Oosterhorn liggen lager dan deze regionale waarden (ca. 0,05 ng/m³). In IJmond (met als voornaamste bron TATA Steel) worden concentraties vastgesteld van ca. 0,4 ng/m³. De waarden in het Oosterhorn gebied blijven ruim onder deze waarden. Figuur 48 geeft de iso-contourlijnen weer van de bijdrage op de jaargemiddelde concentratie vanuit het ESD-SiC terrein. De verwachting is dat alleen op het ESD-SiC terrein zelf hogere waarden dan 1 ng/m³ B[a]P voorkomen.



Figuur 48 De jaargemiddelde concentratie van benzo[a]pyreen in de omgeving Oosterhorn, berekend uit de vastgestelde emissie vanuit ESD-SiC. De emissie is vastgesteld aan de hand van modelberekeningen en gevalideerd met meetresultaten.

6.8 Vluchtige geur veroorzakende stoffen

Gedurende het onderzoek zijn op alle meetstations de concentratie van een aantal vluchtige geur veroorzakende stoffen gemeten. Naftaleen, methylnaftalenen en methylbenzothiofenen zijn gekozen als indicatief voor de geurende stoffen die bij ESD-SiC

worden geëmitteerd. Ze zijn gekozen omdat ze representatief zijn voor de geurende stoffen vanuit ESD-SiC, goed meetbaar zijn en de analyseresultaten betrouwbaar zijn. Het is ook van belang op te merken dat deze stoffen onderdeel uitmaken van het totale geurprofiel van ESD-SiC. Daarvan zullen meer stoffen onderdeel uitmaken dan hier gemeten en deze kunnen ook nog elkaars waarneming beïnvloeden. Geurende stoffen die tijdens metingen dichtbij het terrein zijn geïdentificeerd zijn, naast de genoemde indicatorstoffen, o.a. waterstofsulfide (H₂S), carbonylsulfide (COS), carbon disulfide (CS₂), diverse methylsulfiden, methaanthiol en thiazolen. ESD-SiC is waarschijnlijk de enige emissiebron van deze groep van geurende stoffen in de omgeving. De berekende bijdrage van ESD-SiC op de concentratie aan geurende stoffen op de meetstations is dan ook hoog (>80%).

De emissie van geur veroorzakende stoffen is op twee manieren inzichtelijk gemaakt, waarbij de focus lag op waterstofsulfide, de meest dominante geur veroorzakende stof met een lage geurdrempel:

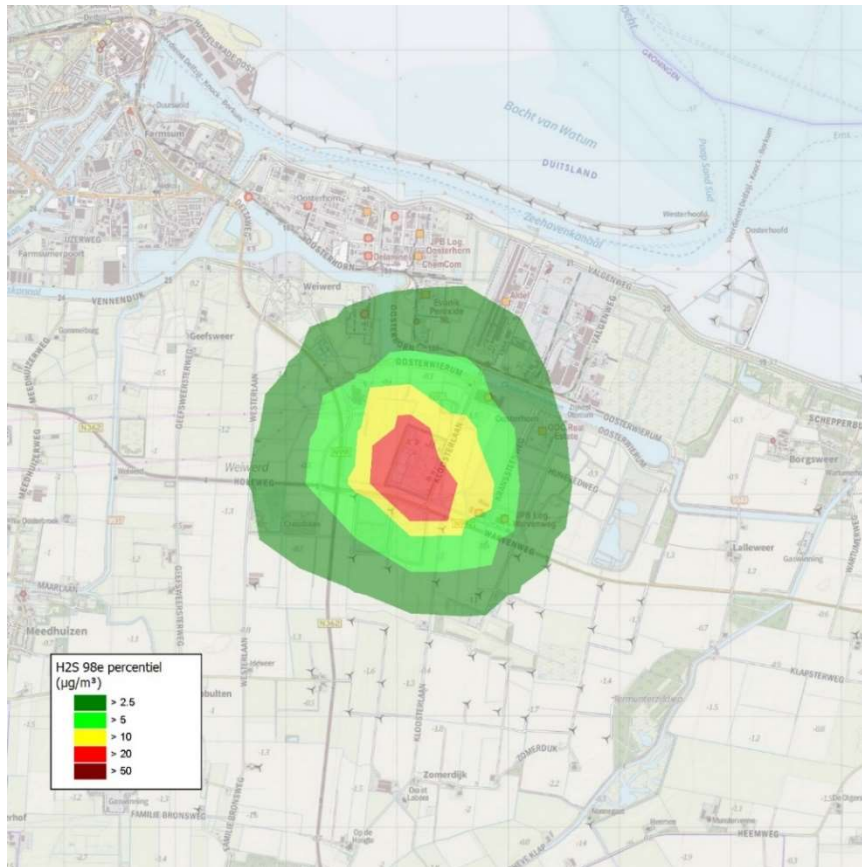
- De momentane concentratie van geur veroorzakende stoffen (10 minuten-, uur- en daggemiddelden) is afgeleid op basis van de gemeten concentratie van koolmonoxide (CO) en de correlatie tussen de concentratie van CO en H₂S die is bepaald op basis van de emissiemetingen rond het ESD-SiC terrein. Hieruit zijn jaargemiddelden, percentielwaarden en maximale concentraties afgeleid.
- Aan de hand van modelberekeningen zijn op basis van de gemeten concentraties aan de indicator geurstoffen emissies afgeleid waarna deze zijn omgerekend naar de emissie van H₂S op basis van de correlatie tussen de indicatorstoffen en H₂S, bepaald tijdens de emissiemetingen. Hierdoor is een eerste inzicht verkregen in de jaargemiddelde concentraties van vluchtige, geur veroorzakende, stoffen 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.

De afgeleide jaargemiddelde H₂S concentraties op de meetstations liggen nog onder de gemiddelde geurdrempel voor H₂S. Voor geurhinder zijn echter de percentielwaarden veel belangrijker. Op de Heemskesbrug wordt de gemiddelde geurdrempel (1,5 µg/m³) mogelijk 5 weken (876 uur) per jaar overschreden. Het 90 percentiel is 1,4 µg/m³ wat wil zeggen dat de concentratie 10% van de tijd de waarde van 1,4 µg/m³. Voor het meetstation RWZI Delfzijl wordt de geurdrempel ongeveer 2 weken (352 uur) per jaar overschreden (95 percentiel is 1,1 µg/m³) en voor de Geefswesterweg zal dat ongeveer 1½ week zijn.

De maximale waarden aan H₂S gemeten op de hoofdmeetstations zijn vrijwel allemaal gemeten met wind vanuit ESD-SiC, waardoor verondersteld kan worden dat deze hoge waarden toe te schrijven zijn aan ESD-SiC. Uit de beschikbare gegevens blijkt verder dat vooral blazers, folieverlies en storings van de ontzwavelingsinstallatie en dampretourverbranding aanleiding geven tot piekconcentraties door het vrijkomen van het procesgas met als gevolg geuroverlast voor de omgeving. De concentratie H₂S op de hoofdmeetstations tijdens blazers, folieverlies en storings is gemiddeld 10 µg/m³.

De berekening van de concentratie H₂S op basis van CO gaat gepaard met de nodige onzekerheden, aangezien ook andere bedrijven CO emitteren (o.a. Damco Aluminium) en de verhouding tussen H₂S en CO kan variëren. Daarom zijn de H₂S concentraties ook afgeleid op basis van de indicator geurstoffen. Figuur 49 geeft de iso-contourlijnen van het 98 percentiel van de concentratie van waterstofsulfide op basis van de maandelijkse metingen van de indicator geurstoffen op de meetstations in Oosterhorn. De berekende concentraties zijn vergelijkbaar met de afgeleide waarden op basis van CO concentraties.

Dit suggereert dat de concentratie van CO gebruikt kan worden als indicator stof voor het voorkomen van geur veroorzakende stoffen.



Figuur 49 Het 98 percentiel van de afgeleide H2S concentratie in de omgeving Oosterhorn, berekend uit de vastgestelde emissie vanuit ESD-SiC, gebaseerd op de correlatie tussen H2S en de indicator geurstoffen. De emissie is vastgesteld aan de hand van modelberekeningen en gevalideerd met meetresultaten van de indicator geurstoffen.

6.9 Meetstation EEW (blauwe rook)

Vanaf september 2019 is op de locatie EEW (Energy from Waste) een meetstation bijgeplaatst om zicht te krijgen op de zogenaamde 'blauwe rook' en overige emissies die vrijkomen bij industriële activiteiten aan de Noordkant van industriegebied Oosterhorn. De 'blauwe rook' is een incidenteel optredend verschijnsel waarbij dicht boven de grond een blauwe nevel met prikkelende eigenschappen ontstaat.

Bij het opstellen van dit document waren een beperkt aantal meetgegevens beschikbaar. De gemeten concentraties lijken ook sterk te verlopen in de tijd. Daarom kan nog geen definitieve duiding worden gegeven van de resultaten. Wel blijkt al dat voor een aantal elementen zoals fluor, aluminium en natrium en enkele zware metalen zoals nikkel, arseen, vanadium, cobalt en strontium de gemeten concentraties hoog zijn ten opzichte van de achtergrond. De verhoogde concentraties aan fluor, aluminium en natrium kunnen worden verklaard door het gebruik van natrium hexafluoroaluminaat (Na_3AlF_6) bij de productie van aluminium uit aluinaarde zoals dat bij Damco Aluminium plaatsvindt. Fluor komt vrij als anorganische fluoride (o.a. natriumfluorides) in de vorm van fijn stof en als gas in de vorm

van waterstoffluoride (HF). Aluminium komt voor een belangrijk deel vrij als aluminiumoxide (Al_2O_3). De tot nu toe gemeten concentraties aan totaal fluor op het meetstation EEW zijn hoog en overschrijden de ad-hoc MTR voor fluoride en de MTR afkomstig uit de NeR, gericht op bescherming van de natuur. De metingen zijn uitgevoerd bij wind vanuit de richting van onder andere Damco Aluminium. De jaargemiddelde concentraties zullen na correctie voor de windrichting lager uitvallen. Deze correcties aan de hand van modelberekeningen zullen later plaatsvinden.

De gemeten concentraties en met name de toename daarvan in de tijd maakt een uitgebreide en gedetailleerde analyse nodig. Een meer uitgebreide interpretatie en duiding van de meetresultaten op dit station zal daarom pas in een later stadium plaatsvinden. Een langere tijdreeks maakt het mogelijk betere schattingen van de emissies te maken en de jaargemiddelde concentraties beter te schatten. De eerste resultaten van de filtermetingen van nikkel op het EEW-station zijn al wel gebruikt om samen met de metingen op de andere stations de jaargemiddelde nikkel concentratie in het gebied te berekenen. Deze zijn vast gelegd in een concept TNO-notitie³⁴.

³⁴ TNO-notitie 27522-34: Verhoogde concentratie aan nikkel in luchtmonsters genomen op en in de omgeving van het industrieterrein Oosterhorn. Jan Duyzer, Peter Tromp, Reinier Sterkenburg (TNO-CEE) 30 mei 2020

7 Conclusies en aanbevelingen

In het voorliggende rapport worden de resultaten beschreven van een uitgebreid en specifiek onderzoek naar de luchtkwaliteit in het Noordoosten van Groningen met name in en rondom het industriegebied Oosterhorn. Na een uitgebreid vooronderzoek werd een meetnet ingericht met in de kern drie hoofdstations waar continu de luchtkwaliteit werd gemonitord (koolmonoxide en black carbon) en ook gericht, en niet continu, luchtmonsters werden genomen. De luchtmonsters werden voornamelijk genomen bij wind uit de richting van het bedrijf ESD-SiC. De luchtmonsters zijn uitgebreid geanalyseerd op een reeks specifieke chemische stoffen die naar verwachting door bedrijven in het industriegebied werden uitgestoten, waaronder zware metalen, polycyclische aromatisch koolwaterstoffen (inclusief benzo(a)pyreen), vluchtige geur veroorzakende stoffen en siliciumcarbide vezels. Daarnaast waren in het gebied acht fijn stof sensoren geplaatst die continu de concentratie PM10 en PM2.5 registreerden. De resultaten van alle 'online' metingen werden gepresenteerd op de website van de zogenaamde *Luchtapp* van de provincie. In het rapport worden alle resultaten van de metingen gepresenteerd en geduid door vergelijking met grenswaarden en jaargemiddelde concentraties in andere gebieden in Nederland. Daarnaast wordt ingegaan op de bijdrage van lokale bronnen op de gemeten concentraties.

7.1 Belangrijkste conclusies meetnet Oosterhorn

Op hoofdlijnen wordt het volgende geconcludeerd:

- De concentraties voor fijn stof PM10 en PM2.5 liggen vrijwel op het regionale achtergrondniveau in de rest van Nederland en daarmee ruim onder de Europese grenswaarden voor fijn stof en in de buurt van WHO-grenswaarden. De bijdrage van lokale bronnen is, dichtbij bedrijven, meetbaar maar blijft beperkt tot enkele microgrammen per m³. Het aantal dagen dat de daggemiddelde concentratie voor PM10 boven de grenswaarde uitkomt is veel lager dan de toegestane waarde.
- De jaargemiddelde concentraties van lood en kwik liggen ver onder de grenswaarden voor deze stoffen en er lijkt niet echt een grote bijdrage van emissies vanaf het ESD-SiC terrein. De jaargemiddelde concentraties aan arseen, cadmium, nikkel en vanadium zijn licht verhoogd ten opzichte van regionale achtergrondwaarden in de rest van Nederland maar alle beneden de geldende grenswaarden. Voor vanadium is ESD-SiC de belangrijkste bron. Voor nikkel is naast ESD-SiC het bedrijf Damco-Aluminium een belangrijke bron. De op basis van modelberekeningen en meetwaarden afgeleide jaargemiddelde concentratie van nikkel blijft ook onder de grenswaarde.
- De jaargemiddelde concentraties van benzo[a]pyreen (als indicator PAK) in de omgeving van Oosterhorn zijn vergelijkbaar met regionale achtergrondwaarden die gevonden worden in de rest van Nederland. Emissies vanuit het bedrijf ESD-SiC leveren dus geen grote bijdrage aan de concentratie. De concentratie van roet (gemeten als elementair koolstof) is in de buurt van het ESD-SiC licht verhoogd ten opzichte van de regionale achtergrond maar ligt nog ruim onder het niveau dat in Nederland wordt aangetroffen in steden.

- De concentratie van een aantal geurende (vooral zwavelhoudende) stoffen, waaronder waterstofsulfide als meest dominante stof, is zeer sterk verhoogd ten opzichte van de achtergrond. Emissies vanaf het ESD-SiC terrein veroorzaken deze concentraties. Indicatieve berekeningen van de concentratie aan waterstofsulfide laten zien dat de geurdrempel gedurende honderden uren per jaar wordt overschreden. Koolmonoxide lijkt een goede indicator voor de piekconcentraties aan vluchtige geurende stoffen.
- Gedurende de gehele meetperiode werden metingen van de concentratie van siliciumcarbide vezels verricht in luchtmonsters genomen op de drie hoofdstations. In een later stadium werden daarnaast monsters genomen in de woonkernen Farmsum, Wagenborgen en Borgsweer. De monsters werden alle genomen bij wind vanuit de richting van ESD-SiC terrein. Aan de hand van modelberekeningen werd uit deze meetresultaten een jaargemiddelde concentratie berekend. Deze berekeningen laten zien dat op de meetstations de jaargemiddelde concentratie lager of gelijk is aan 20 vezels per m³. Op de verder gelegen woonkernen blijft de jaargemiddelde concentratie onder de 5 vezels per m³. Deze waarden liggen lager dan de recentelijk afgeleide MTR voor SiC-vezels van 300 vezels/m³.
- Gedurende het onderzoek is uitgebreid gezocht naar methoden om meer inzicht te krijgen in de bijdrage van blazers op de luchtkwaliteit. Een automatische methode voor het automatisch detecteren van blazers en 'remote' aansturing voor het nemen van luchtmonsters in de blazerpluim werd niet gevonden. Wel konden in één geval na het optreden van een blazer monsters sneeuw genomen worden uit het gebied waar de pluim overheen was gegaan. Deze monsters laten hoge concentraties van de onderzochte stoffen en ook SiC-vezels zien. De gevonden waarden worden gezien als bovengrens van het aantal respirabele vezels in deze een blazerpluim.
- Aan de hand van de gevonden relatie tussen de concentratie van SiC-vezels en de concentratie van roet (black carbon) kon de bijdrage van blazers aan de SiC vezelconcentratie worden vastgesteld. Deze analyse (hoewel behept met onzekerheden) geeft een bijdrage van blazers van minder dan 10% aan de gemiddelde concentratie van SiC-vezels op het leefniveau op de meetstations. De concentratie van vezels gemeten in de blazerpluim die over het meetstation trekt bedraagt gemiddeld 450 en maximaal 1500 vezels/m³. Het is daarbij niet duidelijk in hoeverre het meetstation werkelijk is getroffen door de blazerpluim. Het juist missen van het station kan waarschijnlijk ook verklaren waarom uit de sneeuwmonsters hogere concentraties vezels werden afgeleid.
- Uit de metingen op de meetstations blijkt dat deze blazers gemiddeld betrekkelijk weinig invloed op de concentratie van respirabele SiC-vezels, fijn stof, roet en metalen hebben gehad op leefniveau. Dit terwijl er 61 gevallen waren waarbij blazers over een meetstation trokken. Dit sluit niet uit dat in andere gevallen (onder andere meteorologische condities) een blazerpluim op leefniveau wel hoge stofconcentraties te zien kan geven. Dit is in deze meetperiode van bijna anderhalf jaar echter niet voorgekomen.

- De eerste serie van enkele metingen op het later bijgeplaatste meetstation gericht op de emissies vanuit industriële activiteiten aan de Noordkant van industriegebied Oosterhorn laten zien dat in de buurt van Damco Aluminium onder andere de concentratie aan anorganisch fluoride en nikkel zijn verhoogd. Omdat bij de analyse gebruik is gemaakt van een beperkt aantal meetperioden kan nog geen definitieve duiding worden gegeven van alle resultaten. Ook voor fluor worden relatief hoge waarden gevonden die op het eerste gezicht hoger zijn dan geldende grenswaarden in Nederland. Echter, de berekening van jaargemiddelde concentraties moet nog plaatsvinden.

7.2 Aanbevelingen voor verder onderzoek in het kader van het meetnet Oosterhorn na mei 2020

Op basis van de huidige meetresultaten en de conclusies die in dit rapport worden weergegeven, is er een aantal aanbevelingen opgesteld. De aanbevelingen worden gegeven in het licht van het huidige meetnet en het doel de luchtkwaliteit en geurproblematiek in het gebied goed in kaart te brengen en te monitoren. Aanbevolen wordt op dit moment (niet in volgorde van prioriteit):

- Na te gaan in hoeverre een andere inrichting van het meetnet meer inzicht kan geven in de bijdrage van andere bronnen. Door de bij de opzet van het project gekozen inrichting van het meetnet is op dit moment alleen vast te stellen wat de bijdrage is van het bedrijfsterrein van ESD-SiC. Vervolgonderzoek naar specifieke stoffen en een andere inrichting kan meer inzicht geven in de bijdrage van andere bronnen. Zo zou gedurende een periode metingen uitgevoerd kunnen worden waarbij gemonsterd wordt bij alle windrichting en tegelijkertijd bij een specifieke windrichting. Deze laatste zouden gecorrigeerd kunnen worden naar een jaargemiddelde aan de hand van modelberekeningen. Op basis hiervan ontstaat inzicht in de nauwkeurigheid van deze correctie.
- Het voortzetten van de metingen van de concentratie van SiC-vezels op een beperkt aantal meetstations met het doel de ontwikkelingen op de voet te volgen. Hiermee kunnen redelijk snel nieuwe ontwikkelingen worden gesignaleerd. De metingen in de woonkernen lijken niet noodzakelijk gezien de lage SiC-vezelconcentraties tot nu toe, maar zouden gebruikt kunnen worden om de blootstelling van de bevolking te kunnen blijven monitoren.
- Het voortzetten van de metingen op het meetstation gericht op “blauwe rook” en de gedetailleerde analyse van de resultaten. Het is belangrijk om in de nabije toekomst vast te stellen of de hogere concentraties waargenomen vanaf december 2019 blijven voorkomen. Dat zou leiden tot een andere schatting van de gemiddelde concentraties in het gebied.
- Uitbreiden van de metingen met andere componenten teneinde de oorzaak van ‘blauwe rook’ te kunnen achterhalen. Wellicht kan het station Heemskesbrug zo worden ingericht (dan wel geplaatst) dat het ook informatie oplevert met betrekking tot emissies vanuit de Noordkant van Oosterhorn. Dit zou wellicht ook inzicht geven in de bijdrage van bedrijven anders dan ESD-SiC en Damco Aluminium.
- Het voortzetten van online metingen van koolmonoxide (CO), black carbon (BC) en fijnstof ieder geval één meetstation met als doel meer informatie te genereren over het effect van blazers en folieverlies op de luchtkwaliteit. Daarnaast kunnen op basis van CO en BC piekconcentraties aan geurende stoffen en SiC-vezels worden afgeleid

- Het meten van geur componenten handhaven op een beperkt aantal meetstations of in plaats daarvan continue monitoring van waterstofsulfide op één meetstation om meer inzicht te krijgen in het effect van reguliere activiteiten en incidenten op de geurbelasting van de omgeving. Deze monitor kan ook als alternatief voor CO monitoring worden ingezet.
- Onderzoek naar de relatie tussen gemelde geurklachten en de gemeten concentratie van bijvoorbeeld waterstofsulfide.
- Het onderzoeken van het gedrag van de blazerpluim onder specifieke omstandigheden. De gebruikte (en gebruikelijke) modellen voor luchtkwaliteit zijn gericht op lange termijn gemiddelden. Het gedrag van een individuele blazer kan hiermee minder goed worden voorspeld. Er zijn modellen waarmee dat beter kan worden voorspeld. Berekeningen met een dergelijk model maken het mogelijk na te gaan hoe vaak hoge concentraties in blazers direct kunnen leiden tot een hoge blootstelling van personen op de grond

8 Ondertekening

Naam en adres van de opdrachtgever

Provincie Groningen
Afdeling Omgeving en Milieu
Postbus 610
9700 AP Groningen

Naam en functies van medewerkers

Marcus Blom	Therese Maarschalkerweerd
Pim van den Bulk	Kees Miermans
Ellen Dijkman	Marcel Moerman
Jan Duyzer	Maarten Noteboom
Rienko de Jong	Alex van Renesse van Duivenbode
Carina de Jong	Arjan Plomp
Heleen Lanters	Reinier Sterkenburg
Jan Pieter Lollinga	Peter Tromp

Namen van instanties en instellingen die hebben bijgedragen aan de totstandkoming van het rapport

De medewerkers, leden en vertegenwoordigers van: de provincie Groningen, de Omgevingsdienst Groningen, de GGD Groningen, Gemeente Delfzijl, Groningen SeaPorts en de Samenwerkende Bedrijven Eemsdelta, de Adviesgroep Geur Delfzijl e.o., en Natuur en Milieu Federatie Groningen willen we bedanken voor bijdragen aan discussies en commentaar op conceptversies van het rapport.

Kwaliteitsborging

Het onderzoek is uitgevoerd onder een kwaliteitssysteem dat voldoet aan ISO-9001.

Datum waarop of tijdsbestek waarin het onderzoek heeft plaatsgehad

September 2018 – Juni 2020

Naam en paraaf tweede lezer

P.C.P. Bronsveld

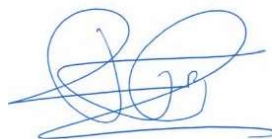


Utrecht, 18 juni 2020



J.E. Strijk
Research Manager

TNO



P.C. Tromp
Auteur

Princetonlaan 6
3584 CB Utrecht
Postbus 80015
3508 TA Utrecht

www.tno.nl

T +31 88 866 42 56
F +31 88 866 44 75

TNO-rapport
Bijlagen
TNO 2020 R1022

Meetnet luchtkwaliteit op en rond het bedrijventerrein Oosterhorn Delfzijl

Datum	18 juni 2020
Auteur(s)	P.C. Tromp J.H. Duyzer
Goedgekeurd door	J.E. Strijk
Exemplaarnummer	-
Oplage	-
Aantal pagina's	110
Aantal bijlagen	Apart bijgevoegd
Opdrachtgever	Provincie Groningen
Projectnaam	Meetnet luchtkwaliteit Oosterhorn
Projectnummer	060.27522

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor opdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst.

Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belanghebbenden is toegestaan.

© 2020 TNO

Inhoudsopgave

Bijlage A – karakterisering materialen ESD-SIC terrein	3
Bijlage B – gedetailleerde gegevens monsterneming	8
Bijlage C – gedetailleerde resultaten siliciumcarbidevezels	9
Bijlage D – gedetailleerde resultaten chemische componenten	13
Bijlage E – Nikkel contaminatie PM10 filters	26
Bijlage F – resultaten meetstations bij geregistreerde blazers van ESD-SIC	28
Bijlage G – gelijktijdige emissie CO en BC vanuit ESD-SIC.....	30
Bijlage H – windrozen meetstations	31
Bijlage I – overleg tussen ESD-SIC, Provincie en TNO mei 2018	33
Bijlage J – Rapportage over de sneeuw monsters	38
Bijlage K – Berekening resuspensie SiC vezels.....	51
Bijlage L – Onderzoeksvragen gesteld door de provincie en antwoorden van TNO .	55
Bijlage M – Vergelijking PM data CAIREbox en GRIMM	67

Bijlage A – karakterisering materialen ESD-SIC terrein

Materialen en methoden

Het bedrijf ESD-SIC heeft vijf verschillende materiaalstromen bemonsterd en aan TNO aangeleverd. Het gaat om:

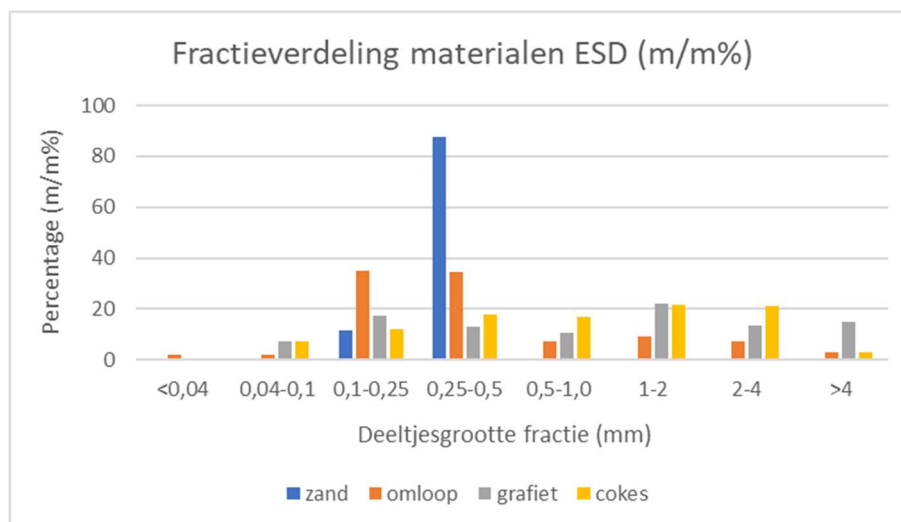
1. Siliciumcarbide
2. Cokes
3. Grafiet
4. Zand
5. Omloop

Van de aangeleverde materialen is door TNO de inhaleerbare fractie (<100 μm) afgescheiden en geanalyseerd op de volgende componenten gebruikmakend van de genoemde technieken:

- Koolstofanalyse: elementair- en organisch koolstof (OC/EC)
- GCMS: polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK)
- ICPMS: zware metalen
- Headspace analyse GCMS: vluchtige organische verbindingen (VOC)
- SEMEDX: totale (element)samenstelling en siliciumcarbide vezels

Resultaten

Fractieverdeling materialen ESD-SIC

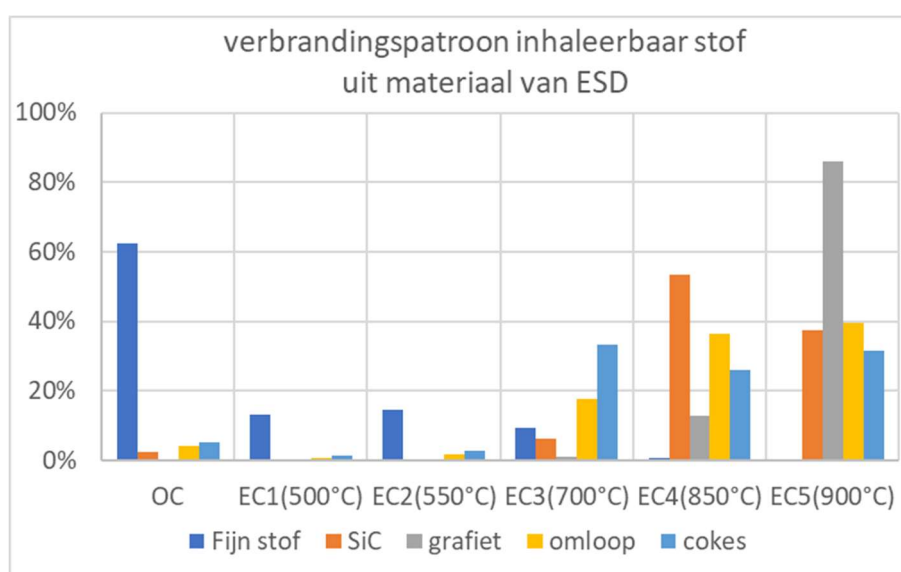


Figuur A1. Deeltjesgrootteverdeling van de materialen op het terrein van ESD-SIC.

Elementair- en organisch koolstof

Tabel A1. Totaal (asrest), elementair- en organisch koolstofgehalte van de materialen op het terrein van ESD-SiC

Materiaal	OC	EC	Anorganisch (asrest)
SiC <100µm	0,2%	8%	92%
Grafiet <100µm	0,0%	90%	9%
Cokes <100µm	5,3%	94%	1%
Omloop <100µm	2,1%	51%	47%
Omloop 0,1-1mm	1,0%	23%	76%



Figuur A2. Verbrandingspatroon van de materialen op het terrein van ESD-SiC, vergeleken met standaard PM10 fijn stof (inclusief dieselroet)

Elementsamenstelling

Tabel A2. Elementsamenstelling van de materialen op het terrein van ESD-SiC en typering van de diverse stoffen

Materiaal massa%	Typen stoffen				Elementsamenstelling (zonder koolstof en zuurstof)							
	grafiet	cokes	SiC	zand	Na	Mg	Al	Si	S	Cl	K	Ca
SiC	5-10	-	80-90	5-10	0,5	0,1	0,3	37,8	0,1	<0,1	0,1	0,6
cokes	-	100	-	-	0,06	0,01	0,02	0,63	0,03	<0,01	0,02	0,03
grafiet	98	-	2	-	<0,01	<0,01	0,02	1,66	0,02	<0,01	0,03	0,06
zand	-	5-10	-	90-95	0,1	<0,1	1,3	29,3	<0,1	<0,1	0,9	<0,1
omloop	5-15	35-45	10-20	25-35	0,4	0,1	0,3	14,0	0,2	<0,05	0,2	0,1
omloop 0,1-1mm	< 5	15-25	< 10	65-75	0,5	0,1	0,4	31,4	1,1	<0,1	0,3	0,1

Siliciumcarbide vezels*Tabel A3. De concentratie aan respirabele siliciumcarbide vezels (in vezels/kg en mg/kg) in de omloop en het product siliciumcarbide op het terrein van ESD-SIC.*

Materiaal	Gehalte SiC vezels (vezels/kg)	Gehalte SiC vezels (mg/kg)
siliciumcarbide	1,4 (1,1 – 1,9) x 10 ⁸	1,9 (1,4 – 2,7)
omloop	2,5 (1,8 – 3,3) x 10 ⁹	10 (7 – 13)

Polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK)*Tabel A4. De concentratie aan polycyclische aromatische koolwaterstoffen (in mg/kg) in de materialen op het terrein van ESD-SIC.*

16 EPA PAK (mg/kg)	Omloop 0,1-1mm	Omloop <100µm	Cokes <100µm	Grafiet <100µm
naftaleen	7,9	60	9	0,28
acenaftyleen	0,17	0,27	0,28	0,17
acenaftteen	0,34	2,3	0,51	0,3
fluoreen	4	28	0,5	0,16
fenantreen	9,5	64	11	1,5
antraceen	2	13	2,6	0,19
fluoranteen	5,6	32	1,6	0,47
pyreen	27	150	9,9	2
benzo[a]antraceen	12	43	8	1,4
chryseen	24	130	10	2,9
benzo[b]fluoranteen	11	60	5,5	1,4
benzo[k]fluoranteen	1,5	7,2	1,2	0,19
benzo[a]pyreen	8,5	43	12	0,74
indeno[1,2,3-cd]pyreen	0,92	4,1	3,1	0,16
dibenzo[a,h]antraceen	2,8	16	4,4	0,44
benzo[g,h,i]peryleen	3,9	23	12	0,59
Som EPA PAK (16)	121	676	92	13
Som PAK niet vluchtig (8)	65	326	56	8

Zware metalen*Tabel A5. De concentratie aan zware metalen (in mg/kg) in de materialen op het terrein van ESD-SIC.*

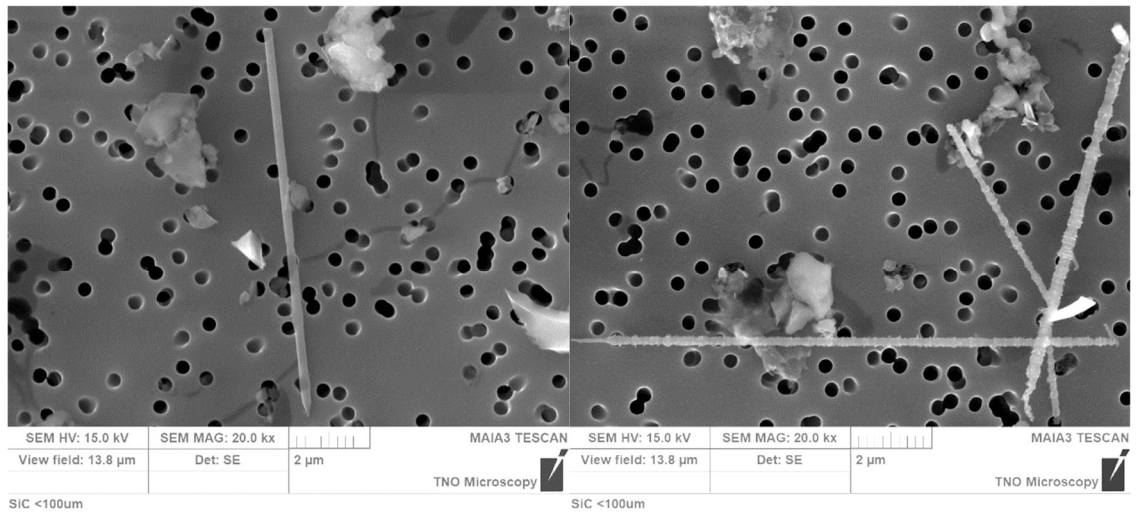
Materiaal (mg/kg)	Cd	Sn	Ba	Pb	Mo	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Sb	As	Hg
cokes <100um	0,12	1,1	8,4	10,7	1,9	7,1	533	3,0	3,3	367	2,1	174	5,9	25,4	0,1	0,5	0,001
grafiet <100um	0,12	1,1	7,7	5,8	4,7	346	611	4,4	7,4	672	0,8	69	31,5	13,5	0,2	1,0	0,002
SiC <100um	0,10	278	119	134	6,1	965	1619	52,3	27,9	3539	5,6	427	1148	316	0,6	2,9	0,04
omloop <100um	1,96	3,8	16,7	79,7	1,2	130	283	5,2	17,1	666	0,9	65,0	12,1	206	1,1	4,4	0,03
omloop 0,1-1mm	0,39	0,8	4,3	6,5	0,4	27,6	60,0	2,0	3,7	126	0,2	16,1	10,2	18,2	0,2	0,6	0,01

Vluchtige organische koolwaterstoffen (VOC)

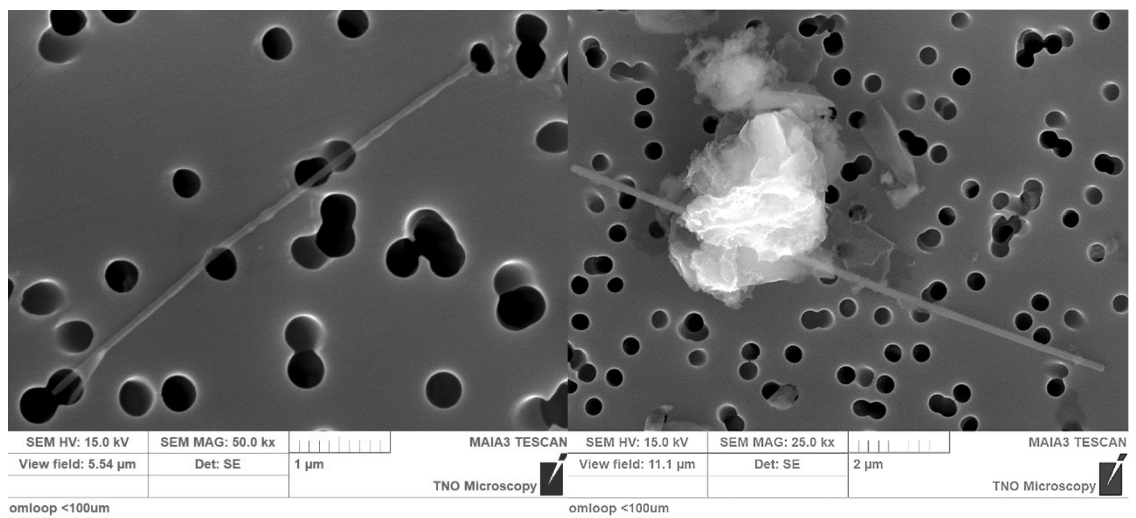
Tabel A6. De identificatie van diverse vluchtige organische koolwaterstoffen in de materialen op het terrein van ESD-SIC. Een indicatie van de concentratie is weergegeven als piekintensiteit ten opzichte van carbon disulfide (deze is op 100% gesteld)

VOC componenten in omloop	Piekintensiteit t.o.v. CS ₂
Zwavel verbindingen	
H ₂ S	<0,1%
carbonyl sulfide (COS)	9%
carbon disulfide (CS₂)	100%
7-methylbenzo[b]thiophene	27%
3/4-methylbenzo[b]thiophene	24%
5/6-methylbenzo[b]thiophene	21%
2-methylbenzo[b]thiophene	8%
thiophene	0,9%
2-methylthiophene	3,2%
3-methylthiophene	2,9%
2,3/2,4-dimethylthiophene	1,7%
dimethyl disulfide	2,9%
dimethyl trisulfide	1,9%
thiazole	0,1%
4-methylthiazole	2,1%
methanethiol	0,04%
Selenide verbinding	
dimethyl selenide	0,3%
Aromaten	
methylnaphthalenen	284%
dimethylnaphthalenen	227%
naphthalene	146%
toluene	167%
xylenen	139%
benzene	99%
ethylbenzene	20%

SEM-foto's van respirabele SiC vezels



Figuur A3. SEM foto's van respirabele SiC vezels in de inhaleerbare fractie (<100µm) van het product siliciumcarbide



Figuur A4. SEM foto's van respirabele SiC vezels in de inhaleerbare fractie (<100µm) van het omloopmateriaal

Bijlage B – gedetailleerde gegevens monsterneming

Tabel B1. De effectieve meetduur per meetperiode (in uren) op de meetstations meetnet Oosterhorn in de periode 10 oktober 2018 tot en met 8 januari 2020.

Meetstation	Effectieve meetduur per meetperiode (uur)				
Meetperiode	Periode 1 10okt-24okt	Periode 2 24okt-29nov	Periode 3 29nov-16jan	Periode 4 25jan-6mrt	Periode 5 6mrt-1apr
RWZI	17,0	48,1	29,3	23,1	3,0
Heemskesbrug	41,5	41,5	48,2	78,9	57,8
Geefsweersterweg	-	-	-	-	-
Achtergrond	31,7	67,4	40,2	9,8	8,8
Meetperiode	Periode 6 1apr-1mei	Periode 7 1mei-6juni	Periode 8 * 6juni-3juli	Periode 9 3juli-6aug	Periode 10 6aug-3sep
RWZI	51,8	24,0	37,0	20,5	13,8
Heemskesbrug	14,1	48,0	39,5	48,1	48,0
Geefsweersterweg	-	15,8	39,3	57,0	15,3
Achtergrond	59,9	58,8	116,9	4,6 **	34,8
Farmsum	-	-	78,7	93,2	26,8
Borgsweer	-	-	103,3	163,6	33,4
Wagenborgen	-	-	95,6	115,6	15,2
Meetperiode	Periode 11 3sep-1okt	Periode 12 1okt-6nov	Periode 13 6nov-4dec	Periode 14 4dec-8jan	
RWZI	12,8	28,4	48,0	47,0	
Heemskesbrug	48,0	48,1	27,5	48,1	
Geefsweersterweg	2,0 ***	25,2	27,3	15,1	
Achtergrond	48,0	48,0	48,1	48,1	
Farmsum	3,0 ***	14,2	110,1	86,9	
Borgsweer	69,6	44,0	27,8	64,6	
Wagenborgen	5,0	5,5	15,2	0,5 ****	

Opmerkingen:

- * metingen in Borgsweer en Wagenborgen zijn eerder gestart op 16 mei 2019
- ** lage effectieve meetduur doordat de aansluiting met de pomp is losgetrild
- *** lage effectieve meetduur door problemen bij de 'remote' aansturing van de pompen
- **** de wind uit de richting van ESD-SIC is in de gehele maand december 2019 niet over Wagenborgen gekomen

Bijlage C – gedetailleerde resultaten siliciumcarbidevezels

De analyse SiC-vezels is uitgevoerd conform de internationale normmethode NEN-ISO 14966. Voor de telling van de vezels zijn de criteria in deze norm gebruikt: lengte vezels groter dan 5 µm, diameter vezels kleiner dan 3 µm en lengte/diameter verhouding minimaal 3. Daarnaast zijn de vezels alleen geteld als er geen aangehechte deeltjes groter dan 3 µm aanwezig waren. Diverse organisaties hebben vezelcriteria afgeleid voor SiC vezels die soms afwijken van de vezelcriteria in de NEN-ISO 14966. Deze vezelcriteria zijn in Tabel C.1 opgenomen. Alle telresultaten staan vermeld in Tabel C2, waarbij de geanalyseerde vezels zijn getoetst aan de diverse vezelcriteria. In Tabel C3, zijn de analyseresultaten in vezels/m³ opgenomen.

Tabel C1. Vijf methoden voor het tellen van SiC vezels afgeleid door verschillende organisaties

Methode vezeltelling	L	D	L/D ratio	Additionele criteria
WHO	>5	<3	>3	aangehechte deeltjes <3 µm
ISO 14966	>5	<3	>3	
VDI 3492	>5	<3	>3	
SiC Ma (whiskers)	>5	<1	>10	monokristallijne structuur
IARC (whiskers)	>20	<1	>10	

Tabel C2. Gedetailleerde analyseresultaten van de SiC vezeltellingen in 14 meetperiodes

Meting	Locatie	L	D	aan deeltje	L/D-ratio	ISO 14966	VDI 3492	SiC Ma	IARC	Oppervlak	Opmerking		
okt-18	HB	18	0,5	-	36	Ja	Ja	Ja	Nee	nodulair			
		10	0,25	-	40	Ja	Ja	Ja	Nee	nodulair			
		4,5	0,3	-	15	Nee	Nee	Nee	Nee	nodulair			
		3,5	0,2	-	18	Nee	Nee	Nee	Nee	nodulair			
		13	0,6	-	22	Ja	Ja	Ja	Nee	nodulair			
	RWZI	9	0,3	-	30	Ja	Ja	Ja	Nee	vlak/glad			
		5,5	0,2	-	28	Ja	Ja	Ja	Nee	nodulair			
		18	0,9	<3 µm	20	Ja	Ja	Ja	Nee	nodulair			
		nov-18	HB	8	0,3	6 µm	27	Nee	Ja	Ja	Nee	nodulair	
				24	0,4	<3 µm	60	Ja	Ja	Ja	Ja	nodulair	
35	0,6			-	58	Ja	Ja	Ja	Ja	nodulair			
15	0,5			-	30	Ja	Ja	Ja	Nee	nodulair			
90	1,2			5 µm	75	Nee	Ja	Nee	Nee	nodulair			
RWZI	6		0,5	-	12	Ja	Ja	Ja	Nee	nodulair			
	4		0,4	25 µm	10	Nee	Nee	Nee	Nee	nodulair			
	27		1,5	-	18	Ja	Ja	Nee	Nee	nodulair			
	8		0,1	-	80	Ja	Ja	Ja	Nee	nodulair			
	7		0,2	-	35	Ja	Ja	Ja	Nee	nodulair			
dec-18	HB	5,5	0,15	-	37	Ja	Ja	Ja	Nee	nodulair			
		10	0,2	6 µm	50	Nee	Ja	Ja	Nee	vlak/glad			
		9	0,4	<3 µm	23	Ja	Ja	Ja	Nee	vlak/glad			
		18	0,4	-	45	Ja	Ja	Ja	Nee	nodulair			
		6,3	0,2	-	32	Ja	Ja	Ja	Nee	nodulair			
	3,6	0,1	-	36	Nee	Nee	Nee	Nee	nodulair				

Meting	Locatie	L	D	aan deeltje	L/D- ratio	ISO 14966	VDI 3492	SiC Ma	IARC	Oppervlak	Opmerking
		9,6	0,5	-	19	Ja	Ja	Ja	Nee	nodulair	vezelcluster
		6	0,5	-	12	Ja	Ja	Ja	Nee	nodulair	
		20	0,2	-	100	Ja	Ja	Ja	Ja	nodulair	
		10	0,2	5 um	50	Nee	Ja	Ja	Nee	vlak/glad	
		4,5	0,1	-	45	Nee	Nee	Nee	Nee	nodulair	
		10	0,5	-	20	Ja	Ja	Ja	Nee	nodulair	
	RWZI	17	0,5	-	34	Ja	Ja	Ja	Nee	nodulair	
		6	0,2	-	30	Ja	Ja	Ja	Nee	nodulair	
		6	0,2	-	30	Ja	Ja	Ja	Nee	nodulair	
		9,5	0,3	4 um	32	Nee	Ja	Ja	Nee	vlak/glad	
		10	0,3	-	33	Ja	Ja	Ja	Nee	vlak/glad	
		4	0,3	-	13	Nee	Nee	Nee	Nee	nodulair	
		6,5	0,4	-	16	Ja	Ja	Ja	Nee	nodulair	
		6	0,3	-	20	Ja	Ja	Ja	Nee	nodulair	
7	0,5	-	14	Ja	Ja	Ja	Nee	vlak/glad			
6	0,2	6 um	30	Nee	Ja	Ja	Nee	nodulair			
feb-19	HB	4,5	0,6	-	8	Nee	Nee	Nee	Nee	nodulair	
		6	0,4	-	15	Ja	Ja	Ja	Nee	nodulair	
		11	0,5	-	22	Ja	Ja	Ja	Nee	nodulair	
	RWZI	39	0,3	20 um	130	Nee	Ja	Ja	Ja	vlak/glad	
5,5	0,2	-	28	Ja	Ja	Ja	Nee	nodulair			
mrt-19	HB	15	0,3	-	50	Ja	Ja	Ja	Nee	nodulair	
		7,5	0,5	-	15	Ja	Ja	Ja	Nee	nodulair	
		3	0,2	<3 um	15	Nee	Nee	Nee	Nee	nodulair	
		7	0,5	-	14	Ja	Ja	Ja	Nee	nodulair	
		7	0,4	-	18	Ja	Ja	Ja	Nee	nodulair	
	24	0,2	<3 um	120	Ja	Ja	Ja	Ja	nodulair		
RWZI	9,5	1,1	-	9	Ja	Ja	Nee	Nee	vlak/glad	fragment	
apr-19	HB	7,5	0,9	-	8	Ja	Ja	Nee	Nee	vlak/glad	
	RWZI	21	0,1	-	210	Ja	Ja	Ja	Ja	nodulair	
mei-19	HB	4	0,3	-	13	Nee	Nee	Nee	Nee	vlak/glad	
		8,5	0,3	-	28	Ja	Ja	Ja	Nee	nodulair	
		7	0,4	-	18	Ja	Ja	Ja	Nee	vlak/glad	
		34	0,7	-	49	Ja	Ja	Ja	Ja	vlak/glad	
	RWZI	11	1,4	-	8	Ja	Ja	Nee	Nee	vlak/glad	fragment
		9	1,5	5 um	6	Nee	Ja	Nee	Nee	vlak/glad	fragment
jun-19	HB	6,5	0,3	-	22	Ja	Ja	Ja	Nee	nodulair	
		11	0,4	-	28	Ja	Ja	Ja	Nee	nodulair	
	Borgsweer	5,5	0,4	-	14	Ja	Ja	Ja	Nee	nodulair	
		4,5	0,3	-	15	Nee	Nee	Nee	Nee	nodulair	
	GWW	12	0,3	-	40	Ja	Ja	Ja	Nee	nodulair	
		6	0,2	-	30	Ja	Ja	Ja	Nee	nodulair	
-	-	15 um	-	Nee	Nee	Nee	Nee	nodulair	vezelcluster		
jul-19	HB	23	0,6	10 um	38	Nee	Ja	Ja	Ja	nodulair	
		10	0,6	10 um	17	Nee	Ja	Ja	Nee	nodulair	
		5	0,2	-	25	Ja	Ja	Ja	Nee	nodulair	
		10	0,5	-	20	Ja	Ja	Ja	Nee	nodulair	
		37	0,5	-	74	Ja	Ja	Ja	Ja	nodulair	
		13	0,3	-	43	Ja	Ja	Ja	Nee	nodulair	
	RWZI	11	1,4	-	8	Ja	Ja	Nee	Nee	nodulair	
aug-19	HB	6	0,3	-	20	Ja	Ja	Ja	Nee	nodulair	
		51	0,7	-	73	Ja	Ja	Ja	Ja	nodulair	
		3,5	0,3	-	12	Nee	Nee	Nee	Nee	nodulair	
		10	0,6	-	17	Ja	Ja	Ja	Nee	nodulair	
		11	0,7	-	16	Ja	Ja	Ja	Nee	vlak/glad	
		11	0,5	7 um	22	Nee	Ja	Ja	Nee	nodulair	

Meting	Locatie	L	D	aan deeltje	L/D- ratio	ISO 14966	VDI 3492	SiC Ma	IARC	Oppervlak	Opmerking	
		7	0,3	-	23	Ja	Ja	Ja	Nee	nodulair		
sep-19	HB	4,5	0,3	-	15	Nee	Nee	Nee	Nee	nodulair		
		8	0,5	-	16	Ja	Ja	Ja	Nee	nodulair		
		24	0,8	-	30	Ja	Ja	Ja	Ja	nodulair		
		25	1	10 um	25	Nee	Ja	Nee	Nee	nodulair		
		7	0,5	-	14	Ja	Ja	Ja	Nee	nodulair		
		12	0,2	-	60	Ja	Ja	Ja	Nee	nodulair		
		7,5	0,3	<3 um	25	Ja	Ja	Ja	Nee	nodulair		
		5,5	0,3	<3 um	18	Ja	Ja	Ja	Nee	nodulair		
		7	0,2	4 um	35	Nee	Ja	Ja	Nee	nodulair		
		17	0,4	-	43	Ja	Ja	Ja	Nee	vlak/glad		
		5,5	0,6	-	9	Ja	Ja	Nee	Nee	nodulair		
		RWZI	38	0,5	-	76	Ja	Ja	Ja	Ja	vlak/glad	
			16	0,2	-	80	Ja	Ja	Ja	Nee	vlak/glad	
			8,5	0,9	<3 um	9	Ja	Ja	Nee	Nee	nodulair	
5	0,6		-	8	Ja	Ja	Nee	Nee	nodulair			
Borgsweer	5	0,8	-	6	Ja	Ja	Nee	Nee	vlak/glad	fragment		
okt-19	HB	7	1,5	-	5	Ja	Ja	Nee	Nee	vlak/glad		
		10	1,5	-	7	Ja	Ja	Nee	Nee	vlak/glad	fragment	
	RWZI	11	0,5	-	22	Ja	Ja	Ja	Nee	nodulair		
		5,5	0,5	-	11	Ja	Ja	Ja	Nee	vlak/glad		
		4	0,2	7 um	20	Nee	Nee	Nee	Nee	vlak/glad		
		21	0,5	4 um	42	Nee	Ja	Nee	Nee	nodulair		
	GWW	6	0,4	-	15	Ja	Ja	Ja	Nee	nodulair		
		9	0,3	-	30	Ja	Ja	Ja	Nee	nodulair		
	Farmsum	6	0,1	-	60	Ja	Ja	Ja	Nee	nodulair		
		6,5	0,3	-	22	Ja	Ja	Ja	Nee	nodulair		
nov-19	RWZI	8	0,3	-	27	Ja	Ja	Ja	Nee	vlak/glad	naaldvormig	
		7	0,2	-	35	Ja	Ja	Ja	Nee	nodulair		
		4,5	0,7	-	6	Nee	Nee	Nee	Nee	nodulair		
		6	0,15	-	40	Ja	Ja	Ja	Nee	vlak/glad		
		8,5	2	-	4	Ja	Ja	Nee	Nee	vlak/glad	fragment	
		17	2	-	9	Ja	Ja	Nee	Nee	vlak/glad	fragment	
		20	0,4	-	50	Ja	Ja	Ja	Ja	vlak/glad	naaldvormig	
		7	0,3	-	23	Ja	Ja	Ja	Nee	nodulair		
		5,5	0,2	4 um	28	Nee	Ja	Ja	Nee	nodulair		
	4	0,1	-	40	Nee	Nee	Nee	Nee	vlak/glad			
Borgsweer	17	0,5	10 um	34	Nee	Ja	Nee	Nee	nodulair	vezelcluster		
Farmsum	6	0,3	-	20	Ja	Ja	Ja	Ja	nodulair			
dec-19	HB	5	0,6	-	8	Ja	Ja	Nee	Nee	vlak/glad		
		7	1,5	-	5	Ja	Ja	Nee	Nee	vlak/glad	fragment	
		13	0,3	<3 um	42	Ja	Ja	Ja	Nee	nodulair		
		6	0,2	<3 um	30	Ja	Ja	Ja	Nee	nodulair		
		4	0,2	-	20	Nee	Nee	Nee	Nee	nodulair		
		20	1,2	-	17	Ja	Ja	Nee	Nee	vlak/glad		
		17	1,1	-	15	Ja	Ja	Nee	Nee	nodulair		
		12	0,8	6 um	15	Nee	Ja	Ja	Nee	vlak/glad	fragment	
	17	0,9	-	19	Ja	Ja	Ja	Nee	vlak/glad			
GWW	12	0,6	-	20	Ja	Ja	Ja	Nee	nodulair			

Tabel C3. De concentratie van siliciumcarbide vezels op de meetstations meetnet Oosterhorn in de periode 10 oktober 2018 tot en met 8 januari 2020 inclusief gewogen gemiddelde concentraties over de 14 meetperioden.

Meetstation	Concentratie siliciumcarbide vezels >5µm (vezels/m ³)				
Meetperiode	Periode 1 10okt-24okt	Periode 2 24okt-29nov	Periode 3 29nov-16jan	Periode 4 25jan-6mrt	Periode 5 6mrt-1apr
RWZI	42 (5 – 150)	64 (21 – 150)	210 (86 – 440)	23 (3 – 85)	35 (1 – 200)
Heemskesbrug	63 (13 – 180)	45 (9 – 130)	97 (31 – 230)	25 (1 – 150)	68 (22 – 160)
Geefswesterweg	-	-	-	-	-
Achtergrond	< 42	< 26	< 35	< 55	< 57
Meetperiode	Periode 6 1apr-1mei	Periode 7 1mei-6juni	Periode 8 6juni-3juli	Periode 9 3juli-6aug	Periode 10 6aug-3sep
RWZI	29 (4 – 100)	32 (1 – 180)	< 41	53 (1 – 300)	< 50
Heemskesbrug	18 (1 – 100)	50 (10 – 150)	39 (5 – 140)	130 (36 – 340)	81 (26 – 190)
Geefswesterweg	-	< 50	13 (2 – 47)	< 98	< 44
Achtergrond	< 21	< 41	< 35	< 47	< 50
Farmsum	-	-	< 30	< 26	< 50
Borgsweer	-	-	8 (1 – 42)	< 15	< 43
Wagenborgen	-	-	< 26	< 21	< 50
Meetperiode	Periode 11 3sep-1okt	Periode 12 1okt-6nov	Periode 13 6nov-4dec	Periode 14 4dec-8jan	Gemiddelde 14 perioden
RWZI	160 (44 – 410)	58 (12 – 170)	110 (44 – 230)	< 43	49 (34 – 69)
Heemskesbrug	160 (71 – 320)	33 (4 – 120)	< 46	110 (45 – 230)	61 (45 – 80)
Geefswesterweg	< 100	41 (5 – 150)	< 43	18 (1 – 98)	10 (3 – 23)
Achtergrond	< 26	< 35	< 37	< 41	< 3
Farmsum	< 100	28 (1 – 160)	8 (1 – 46)	< 34	4 (1 – 13)
Borgsweer	6 (1 – 32)	< 36	< 42	< 46	3 (1 – 9)
Wagenborgen	< 50	< 50	< 51	-	< 6

Opmerkingen:

- De getallen tussen haakjes () geven het 95% betrouwbaarheidsinterval zoals hierboven beschreven (volgens de Poisson-statistiek)
- Wanneer geen vezels zijn aangetroffen wordt de bepalingsondergrens weergegeven (<)
- Tussen 16 en 25 januari 2019 zijn géén monsters genomen
- Vanaf de 7^e meetperiode is op de meetlocatie Geefswesterweg, naast de achtergrond meetopstelling (Achtergrond), een tweede meetopstelling ingericht, deze meetopstelling (Geefswesterweg) meet bij wind uit de richting van ESD-SiC (ruwweg noordwestenwind)
- Vanaf de 8^e meetperiode zijn in de woonkernen Farmsum, Borgsweer en Wagenborgen meetopstellingen ingericht.
- Tijdens de 2^e en de 4^e t/m 14^e meetperiode zijn blazers opgetreden met wind in de richting van het meetstation Heemskesbrug.
- Tijdens de 2^e, 8^e, 11^e, 13^e en 14^e meetperiode zijn blazers opgetreden met wind in de richting van het meetstation RWZI
- Tijdens de 9^e meetperiode is een blazer opgetreden met wind in de richting van het meetstation Geefswesterweg

Bijlage D – gedetailleerde resultaten chemische componenten

Tabel D1. Meetresultaten totaal stof (TSP), PM10, EC, PAK, zware metalen en geur veroorzakende stoffen op de drie hoofdmeetstations meetnet Oosterhorn in de periode 10 tot en met 24 oktober 2018 (eerste meetsessie)

Stofgroep	Component	Grens-Waarde	Heemskesbrug		RWZI		Geefsweersterweg Achtergrond	
			PM10	TSP	PM10	TSP	PM10	TSP
Stof ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	-	40/ 50 *	32,7	43,0	49,2	53,1	33,7	37,7
EC ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	-	-	1,2	3,7	1,2	1,9	1,3	1,5
PAK (ng/m^3)	deeltjesgebonden	-	0,56	1,1	0,44	0,56	0,26	0,37
	vluchtig	-	-	-	-	-	-	-
	benzo(a)pyreen	1	0,07	0,15	0,06	0,06	< 0,04	0,05
Zware metalen (ng/m^3)	arsen	6	0,68	0,81	1,0	1,4	1,4	1,5
	cadmium	5	0,33	0,84	1,3	7,7	0,25	0,25
	nikkel	20	9,3	15	31	51	1,7	2,7
	lood	500	9,8	10	13	20	8,1	12
	vanadium	1000 *	4,3	8,9	2,6	3,1	0,93	1,3
	Kwik	50	0,04	0,12	0,11	0,42	0,09	0,12
	Metallisch kwik	50	< 0,01		< 0,01		<0,01	
	ijzer		610	810	1100	1500	610	660
	koper		16	22	111	147	14	27
	zink		59	78	179	270	62	78
	tin		1,8	2,4	2,3	3,0	2,8	3,0
	barium		6,8	9,0	9,5	13	5,6	6,5
	chroom		20	26	86	115	8,7	14
	titanium		42	55	27	40	7,1	18
	molybdeen		6,7	23	10	12	1,5	2,0
	mangaan		15	21	29	38	17	19
	cobalt		0,22	0,29	1,0	1,3	0,14	0,23
strontium		2,4	2,9	3,6	4,0	1,1	2,2	
selenium		1,0	1,2	1,2	1,5	1,3	2,3	
antimoon		1,8	2,4	1,3	1,7	1,5	1,6	
Geur veroorzakende stoffen (ng/m^3)	methyl naftalenen	-	-	-	-	-	-	-
	methyl	-	-	-	-	-	-	-
	benzothiofenen	-	-	-	-	-	-	-

Opmerkingen:

- Wanneer de component niet is aangetroffen wordt de bepalingsgrens weergegeven (<)
- Wanneer de component niet is geanalyseerd wordt dit weergegeven door een streepje (-)
- Alle gepresenteerde grenswaarden zijn jaargemiddeld voor PM10 stof, met uitzondering van waarden met een kruisje (*), deze zijn daggemiddeld
- Tijdens de eerste meetsessie zijn géén blazers opgetreden met wind in de richting van de meetstations

Tabel D2. Meetresultaten totaal stof (TSP), PM10, EC, PAK, zware metalen en geur veroorzakende stoffen op de drie hoofdmeetstations meetnet Oosterhorn in de periode 24 oktober tot en met 29 november 2018 (tweede meetsessie)

Stofgroep	Component	Grens-Waarde	Heemskesbrug		RWZI		Geefsweersterweg Achtergrond	
			PM10	TSP	PM10	TSP	PM10	TSP
Stof ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	-	40 / 50 *	19,6	-	19,5	-	21,3	-
EC ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	-	-	1,2	2,5	1,1	1,6	0,7	0,9
PAK (ng/m^3)	deeltjesgebonden	-	0,64	0,61	1,9	1,8	1,7	1,6
	vluchtig	-	170	170	360	360	110	110
	benzo(a)pyreen	1	0,06	0,06	0,24	0,22	0,21	0,19
Zware metalen (ng/m^3)	arseen	6	0,40	0,53	0,29	0,35	0,24	0,35
	cadmium	5	0,32	0,53	1,0	1,2	0,08	0,12
	nikkel	20	1,9	2,5	7,4	8,9	1,5	2,3
	lood	500	1,9	2,5	5,9	7,1	5,4	8,1
	vanadium	1000 *	1,0	2,4	2,6	3,1	0,40	0,61
	kwik	50	0,06	0,08	0,09	0,09	0,03	0,04
	Metallisch kwik		< 0,01		< 0,01		< 0,01	
	ijzer		120	160	340	400	150	220
	koper		5,4	7,0	19	23	31	47
	zink		44	57	44	53	85	120
	tin		3,4	3,4	5,7	6,9	2,5	3,8
	barium		7,4	8,3	20	26	6,2	9,3
	chromium		0,61	0,80	4,6	5,6	0,32	0,49
	titanium		14	97	10	12	2,5	3,7
	molybdeen		2,9	5,5	6,0	7,2	2,5	3,8
	mangaan		5,2	5,6	11	13	5,3	7,9
	cobalt		0,07	0,08	0,18	0,21	0,07	0,11
strontium		1,4	1,9	2,9	3,5	1,2	1,8	
selenium		<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	
antimoon		0,93	1,2	2,3	2,7	1,4	2,2	
Geur veroorzakende stoffen (ng/m^3)	methyl naftalenen	-	69		140		34	
	methyl benzothiofenen	-	8,2		19		< 0,05	

Opmerkingen:

- Wanneer de component niet is aangetroffen wordt de bepalingsgrens weergegeven (<)
- Wanneer de component niet is geanalyseerd wordt dit weergegeven door een streepje (-)
- Alle gepresenteerde grenswaarden zijn jaargemiddeld voor PM10 stof, met uitzondering van waarden met een kruisje (*), deze zijn daggemiddeld
- Tijdens de tweede meetsessie is een blazer opgetreden met wind in de richting van meetstation Heemskesbrug en RWZI

Tabel D3. Meetresultaten totaal stof, PM10, EC, PAK, zware metalen en geur veroorzakende stoffen op de drie hoofdmeetstations meetnet Oosterhorn in de periode 29 november 2018 tot en met 6 maart 2019 (derde en vierde meetsessie)

Stofgroep	Component	Grens-Waarde	Meetsessie 3 29 november – 16 januari			Meetsessie 4 25 januari – 6 maart		
			brug	rwzi	gww AG	brug	rwzi	gww AG
Stof ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	totaal stof	-	21,5	31,2	17,2	30,9	28,5	27,7
	PM10	40 / 50 *	12,3	19,7	13,7	26,3	17,6	16,7
EC ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	-	-	0,6	1,5	0,3	0,5	1,1	1,5
PAK (ng/m^3)	deeltjesgebonden	-	0,73	0,39	0,09	0,83	0,91	0,48
	vluchtig	-	450	470	85	280	130	80
	benzo(a)pyreen	1	0,08	0,04	<0,05	0,09	0,07	<0,05
Zware metalen (ng/m^3)	arseen	6	0,27	0,32	0,28	0,57	0,46	0,32
	cadmium	5	0,17	0,55	0,14	0,24	0,91	0,28
	nikkel	20	5,6	4,5	3,9	5,8	5,3 ¹⁾	6,4 ¹⁾
	lood	500	2,8	4,5	4,3	5,6	3,9	8,2
	vanadium	1000 *	0,63	2,1	0,21	1,3	0,60	0,29
	kwik	50	0,01	0,04	0,02	0,08	0,04	0,01
Geur veroorzakende stoffen (ng/m^3)	methyl naftalenen	-	310	220	15	150	45	25
	methyl benzothiofenen	-	100	78	1,2	44	13	4,9

Opmerkingen:

- gww AG = Geefswaersterweg (achtergrond)
 - Wanneer de component niet is aangetroffen wordt de bepalingsgrens weergegeven (<)
 - Alle gepresenteerde grenswaarden zijn jaargemiddeld voor PM10 stof, met uitzondering van waarden met een kruisje (*), deze zijn daggemiddeld.
 - Tijdens de vierde meetsessie zijn meerdere blazers opgetreden met wind in de richting van meetstation Heemskesbrug
- 1) Correctie op de eerder gerapporteerde nikkelconcentratie in PM10 stof; het betreft hier het analyseresultaat van het totaal stof en niet PM10.

Tabel D4. Meetresultaten totaal stof, PM10, EC, PAK, zware metalen en geur veroorzakende stoffen op de drie hoofdmeetstations meetnet Oosterhorn in de periode 6 maart tot en met 1 mei 2019 (vijfde en zesde meetsessie)

Stofgroep	Component	Grens-Waarde	Meetsessie 5 6 maart – 1 april			Meetsessie 6 1 april – 1 mei		
			brug	rwzi	gww AG	brug	rwzi	gww AG
Stof ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Totaal stof	-	20,2	-	46,0	27,1	38,4	23,4
	PM10	40 / 50 *	10,4	-	42,5	21,2	34,8	18,3
EC ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	-	-	0,6	<0,5	0,7	0,5	2,7	0,3
PAK (ng/m^3)	deeltjesgebonden	-	0,52	0,72	0,23	0,25	0,53	0,09
	vluchtig	-	260	85	26	120	99	20
	benzo(a)pyreen	1	0,03	<0,05	<0,05	0,07	0,07	<0,05
Zware metalen (ng/m^3)	arseen	6	0,46	0,52	0,29	38	1,1	0,71
	cadmium	5	0,25	0,98	0,20	0,25	0,12	0,08
	nikkel	20	5,5	24	8,3	14 ¹⁾	4,6 ¹⁾	1,3 ¹⁾
	lood	500	4,2	18	5,8	9,3	4,8	2,8
	vanadium	1000 *	1,5	3,1	0,50	2,6	2,8	0,83
	kwik	50	0,02	0,07	<0,02	0,01	0,12	<0,01
Geur veroorzakende stoffen (ng/m^3)	methyl naftalenen	-	130	110	23	120	120	15
	methyl benzothiofenen	-	41	21	3,7	26	20	2,2

Opmerkingen:

- gww AG = Geefswaersterweg (achtergrond)
 - Wanneer de component niet is aangetroffen wordt de bepalingsgrens weergegeven (<)
 - Alle gepresenteerde grenswaarden zijn jaargemiddeld voor PM10 stof, met uitzondering van waarden met een kruisje (*), deze zijn daggemiddeld
 - Tijdens de vijfde en zesde meetsessie zijn meerdere blazers opgetreden met wind in de richting van meetstation Heemskesbrug
- 1) Correctie op de eerder gerapporteerde nikkelconcentratie in PM10 stof; het betreft hier het analysesresultaat van het totaal stof en niet PM10.

Tabel D5. Meetresultaten totaal stof, PM10, EC, PAK, zware metalen en geur veroorzakende stoffen op de drie hoofdmeetstations meetnet Oosterhorn in de periode 1 mei tot en met 6 juni 2019 (zevende meetsessie)

Stofgroep	Component	Grens-Waarde	Meetsessie 7 1 mei – 6 juni 2019			
			brug	rwzi	gww ESD	gww AG
Stof ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Totaal stof	-	28,9	38,2	37,3	27,4
	PM10	40 / 50 *	24,8	32,4	34,2	26,0
EC ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	-	-	1,2	1,4	1,5	0,4
PAK (ng/m^3)	deeltjesgebonden	-	1,9	0,52	1,1	0,27
	vluchtig	-	140	93	170	13
	benzo(a)pyreen	1	0,33	0,16	0,48	0,10
Zware metalen (ng/m^3)	arseen	6	0,35	0,47	0,34	1,4
	cadmium	5	0,67	0,19	0,50	0,46
	nikkel	20	8,1 ¹⁾	5,8 ¹⁾	2,1 ¹⁾	4,5 ¹⁾
	lood	500	4,5	3,1	5,2	4,4
	vanadium	1000 *	2,0	1,0	1,0	1,6
	kwik	50	0,27	0,27	0,03	0,02
Geur veroorzakende stoffen (ng/m^3)	methyl naftalenen	-	60	19	35	7,2
	methyl benzothiofenen	-	12	5,2	8,5	1,0

Opmerkingen:

- gww AG = Geefsweersterweg – achtergrond meetstation
 - gww ESD = Geefsweersterweg – ESD meetstation
 - Wanneer de component niet is aangetroffen wordt de bepalingsgrens weergegeven (<)
 - Alle gepresenteerde grenswaarden zijn jaargemiddeld voor PM10 stof, met uitzondering van waarden met een kruisje (*), deze zijn daggemiddeld
 - Tijdens de zevende meetsessie zijn twee blazers opgetreden met wind in de richting van meetstation Heemskesbrug
- 1) Correctie op de eerder gerapporteerde nikkelconcentratie in PM10 stof; het betreft hier het analyseresultaat van het totaal stof en niet PM10

Tabel D6. Meetresultaten totaal stof, PM10, EC, PAK, zware metalen en geur veroorzakende stoffen op alle zes meetstations meetnet Oosterhorn in de periode 6 juni tot en met 3 juli 2019 (achtste meetsessie)

Stofgroep	Component	Grens-Waarde	Meetsessie 8 6 juni – 3 juli 2019						
			brug	rwzi	gww ESD	gww AG	zv FS	bw BW	fbw WB
Stof ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Totaal stof	-	21,0	33,1	20,9	16,9	-	-	-
	PM10	40 / 50 *	20,6	26,9	15,5	13,6	-	-	-
EC ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	-	-	0,7	0,8	0,4	0,3	-	-	-
PAK (ng/m^3)	deeltjesgebonden	-	0,34	0,31	0,16	0,19	0,07	0,29	0,10
	vluchtig	-	250	42	25	8,9	43	44	60
	benzo(a)pyreen	1	0,13	0,15	0,10	0,19	0,06	0,09	0,05
Zware metalen (ng/m^3)	arsen	6	0,28	0,53	0,46	0,27	1,8	0,48	0,22
	cadmium	5	0,67	0,20	0,19	0,19	0,47	0,11	0,04
	nikkel ¹⁾	20	7,5 ²⁾	2,2 ²⁾	5,4 ²⁾	1,4 ²⁾	15	3,1	2,8
	lood	500	2,9	3,1	2,1	2,4	5,6	2,3	1,4
	vanadium	1000 *	1,2	1,0	1,1	0,46	1,2	0,81	0,63
	kwik	50	0,30	0,18	0,03	0,03	0,02	0,01	0,01
Geur veroorzakende stoffen (ng/m^3)	methyl naftalenen	-	150	25	19	5,2	26	21	15
	methyl benzothiofenen	-	37	4,9	2,7	0,9	2,7	2,1	3,0

Opmerkingen:

- gww AG = Geefswesterweg – achtergrond meetstation
 - gww ESD = Geefswesterweg – ESD meetstation
 - zv FS = Zijlvest Farmsum
 - bw BW = Borgsweer Borgsweer
 - fbw WB = Familie Bronsweg Wagenborgen
 - Wanneer de component niet is aangetroffen wordt de bepalingsgrens weergegeven (<)
 - Alle gepresenteerde grenswaarden zijn jaargemiddeld voor PM10 stof, met uitzondering van waarden met een kruisje (*), deze zijn daggemiddeld
 - Tijdens de achtste meetsessie is één blazer opgetreden met wind in de richting van meetstation Heemskesbrug, daarnaast is folieverlies gemeld met wind in de richting van meetstations RWZI
- 1) Het betreft hier de analyseresultaten van nikkel in *totaal* stof en niet PM10.
2) Correctie op de eerder gerapporteerde nikkelconcentratie in PM10 stof

Tabel D7. Meetresultaten totaal stof, PM10, PAK en zware metalen op alle zes meetstations meetnet Oosterhorn in de periode 3 juli tot en met 6 augustus 2019 (negende meetsessie)

Stofgroep	Component	Grens-Waarde	Meetsessie 9 3 juli – 6 augustus 2019						
			brug	rwzi	gww ESD	gww AG	zv FS	bw BW	fbw WB
Stof ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Totaal stof	-	28,4	37,1	74,1	42,4	-	-	-
	PM10	40 / 50 *	22,0	28,1	41,7	41,4	-	-	-
EC ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PAK (ng/m^3)	deeltjesgebonden	-	-	-	0,30	0,10	0,04	0,04	0,03
	vluchtig	-	-	-	118	12	19	13	6,4
	benzo(a)pyreen	1	-	-	< 0,1	0,07	0,02	0,01	0,02
Zware metalen (ng/m^3)	arsen	6	0,43	0,70	0,70	0,49	0,20	0,18	0,05
	cadmium	5	0,46	0,24	1,0	0,67	0,08	0,05	0,02
	nikkel ¹⁾	20	4,8	5,1	4,0	4,7 ²⁾	2,4	1,5	0,89
	lood	500	4,2	3,9	6,4	4,4	1,1	0,74	0,35
	vanadium	1000 *	2,0	1,5	1,4	1,50	0,25	0,23	0,12
	kwik	50	-	-	-	-	-	-	-
Geur veroorzakende stoffen (ng/m^3)	methyl naftalenen	-	-	-	-	-	-	-	-
	methyl benzothiofenen	-	-	-	-	-	-	-	-

Opmerkingen:

- gww AG = Geefswesterweg – achtergrond meetstation
 - gww ESD = Geefswesterweg – ESD meetstation
 - zv FS = Zijlvest Farmsum
 - bw BW = Borgsweer Borgsweer
 - fbw WB = Familie Bronsweg Wagenborgen
 - Wanneer de component niet is aangetroffen wordt de bepalingsgrens weergegeven (<)
 - Alle gepresenteerde grenswaarden zijn jaargemiddeld voor PM10 stof, met uitzondering van waarden met een kruisje (*), deze zijn daggemiddeld
 - Tijdens de negende meetsessie is één blazer opgetreden met wind in de richting van meetstation Heemskesbrug en zijn twee blazers opgetreden met wind in de richting van meetstations Geefswesterweg
- 1) Het betreft hier de analyseresultaten van nikkel in totaal stof en niet PM10
 - 2) Correctie op de eerder gerapporteerde nikkelconcentratie in PM10 stof
 - 3) Vanaf juli 2019 worden EC, Kwik en geur veroorzakende stoffen slechts eens per drie maanden gerapporteerd.

Tabel D8. Meetresultaten totaal stof, PM10, PAK en zware metalen op alle zes meetstations meetnet Oosterhorn in de periode 6 augustus tot en met 3 september 2019 (tiende meetsessie)

Stofgroep	Component	Grens-Waarde	Meetsessie 10 6 augustus – 3 september 2019						
			brug	rwzi	gww ESD	gww AG	zv FS	bw BW	fbw WB
Stof ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Totaal stof	-	33,0	30,5	39,9	23,8	-	-	-
	PM10	40 / 50 *	21,3	25,8	30,6	20,7	-	-	-
EC ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PAK (ng/m^3)	deeltjesgebonden	-	1,3	0,20	0,70	0,03	< 0,05	< 0,05	0,15
	vluchtig	-	353	89	170	31	157	29	113
	benzo(a)pyreen	1	0,16	0,05	0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,04
Zware metalen (ng/m^3)	arsen	6	0,48	0,12	2,03	0,49	1,89	0,10	0,60
	cadmium	5	0,47	0,38	0,43	0,67	0,70	0,13	0,03
	nikkel ¹⁾	20	4,9	3,7	8,2	8,9	19	2,1	5,3
	lood	500	3,6	5,4	8,1	4,4	8,5	3,1	4,7
	vanadium	1000 *	1,5	0,78	1,3	1,50	2,0	0,76	2,4
	kwik	50	-	-	-	-	-	-	-
Geur veroorzakende stoffen (ng/m^3)	methyl naftalenen	-	-	-	-	-	-	-	-
	methyl benzothiofenen	-	-	-	-	-	-	-	-

Opmerkingen:

- gww AG = Geefswesterweg – achtergrond meetstation
 - gww ESD = Geefswesterweg – ESD meetstation
 - zv FS = Zijlvest Farmsum
 - bw BW = Borgsweer Borgsweer
 - fbw WB = Familie Bronsweg Wagenborgen
 - Wanneer de component niet is aangetroffen wordt de bepalingsgrens weergegeven (<)
 - Alle gepresenteerde grenswaarden zijn jaargemiddeld voor PM10 stof, met uitzondering van waarden met een kruisje (*), deze zijn daggemiddeld
 - Tijdens de 10^e meetsessie zijn twee blazers opgetreden met wind in de richting van meetstation Heemskesbrug
- 1) Het betreft hier de analyseresultaten van nikkel in *totaal* stof en niet PM10.

Tabel D9. Meetresultaten totaal stof, PM10, EC, PAK, zware metalen en geur veroorzakende stoffen op alle zes meetstations meetnet Oosterhorn in de periode 3 september tot en met 1 oktober 2019 (11^e meetsessie)

Stofgroep	Component	Grens-Waarde	Meetsessie 11 3 september – 1 oktober 2019						
			brug	rwzi	gww ESD	gww AG	zv FS	bw BW	fbw WB
Stof (µg/m ³)	Totaal stof	-	35,3	23,2	35,2	18,4	-	-	-
	PM10	40 / 50 *	21,1	19,6	13,5	12,5	-	-	-
EC (µg/m ³)	-	-	1,3	1,1	0,8	0,4	-	-	-
PAK (ng/m ³)	deeltjesgebonden	-	1,3	0,70	1,7	0,11	1,0	0,11	0,91
	vluchtig	-	409	3178	32	20	17	73	76
	benzo(a)pyreen	1	0,21	0,44	0,45	< 0,05	< 0,1	0,02	< 0,1
Zware metalen (ng/m ³)	arsen	6	0,44	0,57	1,1	0,25	0,51	0,29	0,86
	cadmium	5	0,61	0,26	0,61	1,8	1,1	0,11	0,14
	nikkel ¹⁾	20	6,5	3,6	8,8	3,4	9,7	3,5	4,2
	lood	500	3,5	3,4	2,5	2,9	< 1	2,5	< 1
	vanadium	1000 *	1,2	0,95	0,71	0,26	6,3	0,94	4,1
	kwik	50	0,09	0,61	< 0,01	0,02	0,05	0,01	< 0,01
Geur veroorzakende stoffen (ng/m ³)	methyl naftalenen	-	98	82	5,1	6,0	2,6	15	12
	methyl benzothiofenen	-	60	53	14	0,4	12	6,8	4,6

Opmerkingen:

- gww AG = Geefswesterweg – achtergrond meetstation
 - gww ESD = Geefswesterweg – ESD meetstation
 - zv FS = Zijlvest Farmsum
 - bw BW = Borgsweer Borgsweer
 - fbw WB = Familie Bronsweg Wagenborgen
 - Wanneer de component niet is aangetroffen wordt de bepalingsgrens weergegeven (<)
 - Alle gepresenteerde grenswaarden zijn jaargemiddeld voor PM10 stof, met uitzondering van waarden met een kruisje (*), deze zijn daggemiddeld
 - Tijdens de 11^e meetsessie zijn vier blazers opgetreden met wind in de richting van meetstation Heemskesbrug, daarnaast is één blazer opgetreden met wind in de richting van meetstations RWZI
- 1) Het betreft hier de analyseresultaten van nikkel in *totaal* stof en niet PM10

Tabel D10. Meetresultaten totaal stof, PM10, PAK en zware metalen op alle zes meetstations meetnet Oosterhorn in de periode 1 oktober tot en met 6 november 2019 (12^e meetsessie)

Stofgroep	Component	Grens-Waarde	Meetsessie 12 1 oktober – 6 november 2019						
			brug	rwzi	gww ESD	gww AG	zv FS	bw BW	fbw WB
Stof (µg/m ³)	Totaal stof	-	19,5	30,8	18,7	13,8	-	-	-
	PM10	40 / 50 *	11,4	21,9	11,0	13,3	-	-	-
EC (µg/m ³)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PAK (ng/m ³)	deeltjesgebonden	-	0,68	0,33	0,26	0,09	0,57	0,14	0,67
	vluchtig	-	574	213	82	22	75	94	223
	benzo(a)pyreen	1	0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Zware metalen (ng/m ³)	arsen	6	1,1	4,3	1,7	1,1	1,5	1,2	0,30
	cadmium	5	0,03	0,02	0,14	0,04	1,0	0,40	0,79
	nikkel	20	2,6	2,7	4,0	1,5	14	3,2	2,4
	lood	500	1,6	4,5	0,80	2,4	10	8,2	5,1
	vanadium	1000 *	0,79	0,87	0,61	0,43	1,8	1,3	0,39
	kwik	50	-	-	-	-	-	-	-
Geur veroorzakende stoffen (ng/m ³)	methyl naftalenen	-	-	-	-	-	-	-	-
	methyl benzothiofenen	-	-	-	-	-	-	-	-

Opmerkingen:

- gww AG = Geefswesterweg – achtergrond meetstation
- gww ESD = Geefswesterweg – ESD meetstation
- zv FS = Zijlvest Farmsum
- bw BW = Borgsweer Borgsweer
- fbw WB = Familie Bronsweg Wagenborgen
- Wanneer de component niet is aangetroffen wordt de bepalingsgrens weergegeven (<)
- Alle gepresenteerde grenswaarden zijn jaargemiddeld voor PM10 stof, met uitzondering van waarden met een kruisje (*), deze zijn daggemiddeld
- Tijdens de 12^e meetsessie zijn twee blazers opgetreden met wind in de richting van meetstation Heemskesbrug

Tabel D11. Meetresultaten totaal stof, PM10, PAK en zware metalen op alle zes meetstations meetnet Oosterhorn in de periode 6 november tot en met 4 december 2019 (13^e meetsessie)

Stofgroep	Component	Grens-Waarde	Meetsessie 13 6 november – 4 december 2019						
			brug	rwzi	gww ESD	gww AG	zv FS	bw BW	fbw WB
Stof (µg/m ³)	Totaal stof	-	24,0	19,7	24,2	17,3	-	-	-
	PM10	40 / 50 *	14,9	14,0	16,1	13,6	-	-	-
EC (µg/m ³)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PAK (ng/m ³)	deeltjesgebonden	-	1,43	0,50	0,61	0,14	0,85	0,77	0,14
	vluchtig	-	182	258	253	55	156	142	57
	benzo(a)pyreen	1	0,13	0,03	0,06	0,01	0,08	0,06	0,02
Zware metalen (ng/m ³)	arsen	6	1,5	2,4	1,9	0,34	2,0	0,42	0,40
	cadmium	5	0,07	0,13	0,22	0,06	0,56	0,09	0,04
	nikkel	20	3,9	5,7	2,0	1,4	9,6	1,3	8,8
	lood	500	4,1	5,3	4,0	4,4	8,1	2,9	3,6
	vanadium	1000 *	0,83	0,59	0,36	0,16	1,3	0,59	0,49
	kwik	50	-	-	-	-	-	-	-
Geur veroorzakende stoffen (ng/m ³)	methyl naftalenen	-	-	-	-	-	-	-	-
	methyl benzothiofenen	-	-	-	-	-	-	-	-

Opmerkingen:

- gww AG = Geefswesterweg – achtergrond meetstation
- gww ESD = Geefswesterweg – ESD meetstation
- zv FS = Zijlvest Farmsum
- bw BW = Borgsweer Borgsweer
- fbw WB = Familie Bronsweg Wagenborgen
- Wanneer de component niet is aangetroffen wordt de bepalingsgrens weergegeven (<)
- Alle gepresenteerde grenswaarden zijn jaargemiddeld voor PM10 stof, met uitzondering van waarden met een kruisje (*), deze zijn daggemiddeld
- Tijdens de 13^e meetsessie is één blazer opgetreden met wind in de richting van meetstation Heemskesbrug en is één blazer opgetreden met wind in de richting van meetstation RWZI Delfzijl

Tabel D12. Meetresultaten totaal stof, PM10, PAK en zware metalen op alle zes meetstations meetnet Oosterhorn in de periode 4 december 2019 tot en met 8 januari 2020 (14^e meetsessie)

Stofgroep	Component	Grens-Waarde	Meetsessie 14 4 december 2019 – 8 januari 2020						
			brug	rwzi	gww ESD	gww AG	zv FS	bw BW	fbw WB
Stof (µg/m ³)	Totaal stof	-	31,7	27,3	20,5	16,2	-	-	-
	PM10	40 / 50 *	17,0	21,9	19,8	13,6	-	-	-
EC (µg/m ³)	-	-	0,7	0,3	1,5	0,2	-	-	-
PAK (ng/m ³)	deeltjesgebonden	-	0,33	0,41	0,31	0,12	0,14	0,32	< 0,5
	vluchtig	-	273	403	224	30	123	122	117
	benzo(a)pyreen	1	< 0,05	0,04	< 0,05	< 0,05	0,01	0,04	< 0,05
Zware metalen (ng/m ³)	arsen	6	0,63	1,9	2,1	0,06	0,49	0,24	< 5
	cadmium	5	0,09	0,24	0,30	0,06	0,18	0,15	< 0,5
	nikkel	20	4,8	2,8	9,9	1,3	2,8	1,6	< 5
	lood	500	3,0	6,1	3,5	2,5	4,1	4,7	< 5
	vanadium	1000 *	1,3	0,67	1,8	0,42	0,87	0,84	< 5
	kwik	50	0,01	0,004	0,003	0,01	0,02	0,01	< 0,1
Geur veroorzakende stoffen (ng/m ³)	methyl naftalenen	-	202	257	170	10	71	90	33
	methyl benzothiofenen	-	26	48	29	0,2	10	10	10

Opmerkingen:

- gww AG = Geefswesterweg – achtergrond meetstation
- gww ESD = Geefswesterweg – ESD meetstation
- zv FS = Zijlvest Farmsum
- bw BW = Borgsweer Borgsweer
- fbw WB = Familie Bronsweg Wagenborgen
- Wanneer de component niet is aangetroffen wordt de bepalingsgrens weergegeven (<)
- Alle gepresenteerde grenswaarden zijn jaargemiddeld voor PM10 stof, met uitzondering van waarden met een kruisje (*), deze zijn daggemiddeld
- Tijdens de 14^e meetsessie zijn drie blazers opgetreden met wind in de richting van meetstation Heemskesbrug en zijn twee blazers opgetreden met wind in de richting van meetstation RWZI Delfzijl

Tabel D13. Gemiddelde resultaten totaal stof, PM10, EC, PAK, zware metalen en geur veroorzakende stoffen op de drie hoofdmeetstations meetnet Oosterhorn over 14 meetperioden (10 oktober 2018 tot en met 8 januari 2020)

Stofgroep	Component	Grens-Waarde	Gemiddelden over 14 meetperioden			
			brug	rwzi	gww ESD	gww AG
Stof ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Totaal stof	-	28 (7)	33 (9)	34 (18)	25 (11)
	PM10	40 / 50 *	20 (6)	25 (9)	23 (11)	21 (11)
EC ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	-	-	0,8 (0,3)	1,2 (0,7)	1,0 (0,5)	0,6 (0,4)
PAK (ng/m^3)	deeltjesgebonden	-	0,8 (0,5)	0,6 (0,4)	0,6 (0,5)	0,3 (0,4)
	vluchtig	-	290 (140)	450 (870)	130 (80)	39 (32)
	benzo(a)pyreen	1	0,12 (0,08)	0,11 (0,12)	0,23 (0,22)	0,08 (0,07)
Zware metalen (ng/m^3)	arsen	6	3,2 (10)	1,1 (1,1)	1,3 (0,7)	0,5 (0,4)
	cadmium	5	0,3 (0,2)	0,5 (0,4)	0,4 (0,3)	0,4 (0,5)
	Nikkel ²⁾	20	4,5 (2,6)	7,6 (8,6)	2,6 (1,2)	3,1 (2,8)
	Nikkel TSP ¹⁾		8,0 (4,5)	11 (15)	6,3 (2,9)	4,2 (3,0)
	lood	500	4,3 (2,4)	6,1 (4,2)	4,1 (2,4)	4,5 (1,9)
	vanadium	1000 *	1,8 (1,3)	1,7 (0,9)	2,0 (3,2)	0,7 (0,5)
Geur veroorzakende stoffen (ng/m^3)	methylnaftalenen	-	140 (80)	110 (80)	57 (76)	16 (10)
	methyl benzothiofenen	-	40 (28)	29 (25)	14 (11)	1,6 (1,7)

Opmerkingen:

- gww AG = Geefsweersterweg – achtergrond meetstation
 - gww ESD = Geefsweersterweg – ESD meetstation
 - De getallen tussen haakjes () geven de standaarddeviatie
 - Alle gepresenteerde grenswaarden zijn jaargemiddeld voor PM10 stof, met uitzondering van waarden met een kruisje (*), deze zijn daggemiddeld
- 1) Het betreft hier de analyseresultaten van nikkel in *totaal* stof (meetperioden 4 en 6 t/m 11). Vanwege de nikkel contaminatie van de filters vanuit de PM10 monsternemingskoppen zijn voor de genoemde meetperioden de *totaal* stof concentraties gerapporteerd. Deze waarden kunnen niet direct worden vergeleken met de jaargemiddelde grenswaarde voor PM10. Op basis van de *totaal* stof en PM10 concentraties voor de metalen vanadium, cadmium, lood en arsen is de verhouding (factor) totaal stof / PM10 geschat op 1,3 (1,2 – 1,4).
 - 2) Het betreft hier de analyseresultaten van nikkel in PM10 (meetperioden 1 t/m 3, 5 en 12 t/m 14)

Bijlage E – Nikkel contaminatie PM10 filters

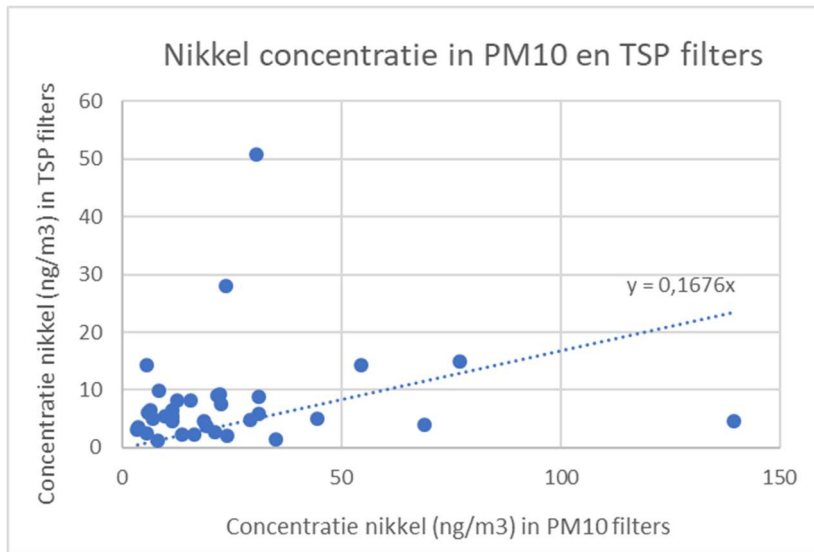
In het meetnet Oosterhorn worden sinds Oktober 2018 maandelijks luchtmonsters genomen. Deze monsters worden onderzocht op een groot aantal componenten zoals polycyclische aromatische koolwaterstoffen, siliciumcarbide vezels, roet en een selectie van zware metalen. De resultaten van deze metingen worden elke maand gerapporteerd aan de provincie Groningen. In een aantal PM10 monsters werden concentraties nikkel aangetroffen die in vergelijking met elders in Nederland gemeten concentraties en grenswaarden relatief hoog waren. Dit was een onverwacht resultaat ook gezien de kennis van de mogelijke emissies vanuit de industrie in de omgeving. De hoge nikkel concentraties in de luchtmonsters zouden kunnen wijzen op de aanwezigheid van een onbekende bron in het industriegebied of zouden het resultaat kunnen zijn van een contaminatie vanuit de monsternemingskoppen. Mede om dit uit te sluiten is door TNO, onderzoek uitgevoerd naar een verklaring van de hoge waarden.

TNO maakt in het meetnet gebruik van PM10 en totaal stof (TSP) monsternemingskoppen die deels bestaan uit roest vast staal (RVS) onderdelen. Beide monsternemingskoppen zijn de afgelopen tientallen jaren in diverse projecten ingezet. Hierbij zijn nooit artefacten geconstateerd en zijn nikkel waarden aangetroffen die in lijn zijn met de landelijke achtergrondwaarden. De PM10 filterkoppen zijn voorzien van een RVS supportring om de filters te ondersteunen. Om contact tussen de supportring en het Teflon filter te voorkomen wordt tussen de supportring en het filter een extra papieren steunfilter geplaatst. Hierdoor kan in principe geen contaminatie plaatsvinden vanuit de supportring naar het filter. De totaal stof filterkoppen hebben een aluminium supportring om de filters te ondersteunen. Uit de eerste twee meetseries van oktober en november 2018, waar naast nikkel ook chroom, ijzer en molybdeen zijn geanalyseerd, blijkt ook dat de verhouding tussen deze metalen anders is dan de verhouding van nikkel, chroom, ijzer en molybdeen in de RVS onderdelen gebruikt in de monsternemingskoppen. Bovengenoemde zaken zijn voor TNO ook de reden geweest dat we niet eerder hebben getwijfeld aan de betrouwbaarheid van de nikkel concentraties.

Onderzoek nikkelcontaminatie PM10 en TSP monsternemingskoppen

Teneinde uitsluitel te kunnen geven over een eventuele nikkel contaminatie zijn alle totaal stof luchtfilters van de voorgaande meetsessies in 2019 op het gehalte nikkel, chroom, ijzer en molybdeen onderzocht. Deze totaal stof monsters zijn steeds tegelijkertijd met de PM10 luchtfilters genomen, maar tot nu toe nog niet onderzocht. Daarnaast zijn een aantal blanco testen uitgevoerd met de PM10 filterkoppen, waarbij filterwisselingen zijn gesimuleerd.

Uit het onderzoek van de TSP filters bleek dat de concentratie aan nikkel in deze filters in de meeste gevallen een stuk lager ligt (ca. factor 5) dan in de PM10 filters. Ter illustratie is in Figuur B1 de nikkelconcentratie in de TSP filters uitgezet tegen de nikkelconcentratie in de PM10 filters. Voor de andere metalen (As, V, Cd en Pb) bleek, volgens verwachting, dat de concentratie in TSP juist hoger ligt (ca. 10 - 20%) dan in PM10. Uit het onderzoek met de gesimuleerde filterwisselingen blijkt dat er contaminatie van RVS deeltjes optreedt vanuit de PM10 filterkoppen. In Tabel B1 is de concentratie aan RVS metalen (Fe, Ni, Cr en Mo) op de filters vergeleken met de verhouding aan deze metalen in de RVS supportring van de PM10 filterkoppen. Ter vergelijking is ook een blanco filter meegenomen.



Figuur E1. Vergelijking van de nikkelconcentratie in PM10 en TSP filters (in ng/m3).

Tabel E1. Resultaten van gesimuleerde filterwisselingen met twee PM10 monsternemingskoppen.

Beschrijving	Nikkelconcentratie in blanco filters (ng/m3) [bij 20m3 doorgezogen lucht]								Verhouding metalen (%)			
	Cd	Pb	Ni	V	As	Fe	Cr	Mo	Ni	Cr	Mo	Fe
RVS filterkop									8%	19%	2%	72%
blanco filter	0,02	0,25	0,11	0,02	0,10	5	0,08	0,006	2%	2%	0,1%	96%
filter PM10 nr 3	0,02	0,66	3,1	0,05	0,26	30	8,7	0,12	7%	21%	0,3%	72%
filter PM10 nr 4	0,01	1,0	14	0,10	0,04	110	25	0,36	9%	17%	0,2%	74%

Uit het onderzoek kan worden geconcludeerd dat vrijwel alle PM10 filters zijn gecontamineerd met nikkel afkomstig van de supportring in de PM10 filterkoppen. Bij nadere inspectie van de filterkoppen blijkt tevens dat veel van de supportringen corrosieplekken vertonen, waardoor de contaminatie steeds verder toenam gedurende de afgelopen meetperioden. Verder is gebleken dat de papieren steunfilters bij iedere volgende meetperiode zijn hergebruikt (wat niet de bedoeling was), wat de kans op contaminatie heeft vergroot. De mate van contaminatie kan echter niet worden ingeschat, contaminatie is een min of meer toevallig proces (er slijt een minuscuul stukje af). Hierdoor is er soms *niet* en soms *wel* een contaminatie en een bijbehorende hoge waarde.

De TSP-monsternemingskoppen zijn thans voorzien van een aluminium supportring. Deze geeft geen contaminatie met nikkel. Dit wordt bevestigd door de lagere gemeten waarden in de totaal stof monsters. Daarom gaan wij er van uit dat de lagere waarden afgeleid uit de *totaal* stof monsters juist zijn. Per 1 oktober 2019 zijn alle PM10 filterkoppen vervangen door kunststof filterkoppen. Daarmee is de kans op vervuiling langs deze route in het vervolg uitgesloten.

Er is geen aanleiding te denken dat de vervuiling een rol speelt voor de gerapporteerde waarden voor andere stoffen zoals cadmium, arseen, lood, kwik, vanadium, siliciumcarbide vezels, roet en PAK. Deze metalen en stoffen komen niet voor in de materialen die zijn toegepast in de monsternemingskoppen. De monsternemingskoppen zijn gemaakt van aluminium, RVS en kunststof.

Bijlage F – resultaten meetstations bij geregistreerde blazers van ESD-SiC

Tabel F1. Gemeten koolmonoxide en black carbon concentraties en meteogegevens op de hoofdmeetstations tijdens geregistreerde blazers en folieverlies op het terrein van ESD-SiC en omrekening naar de siliciumcarbide vezelconcentratie op basis van de correlatie tussen black carbon en SiC vezels.

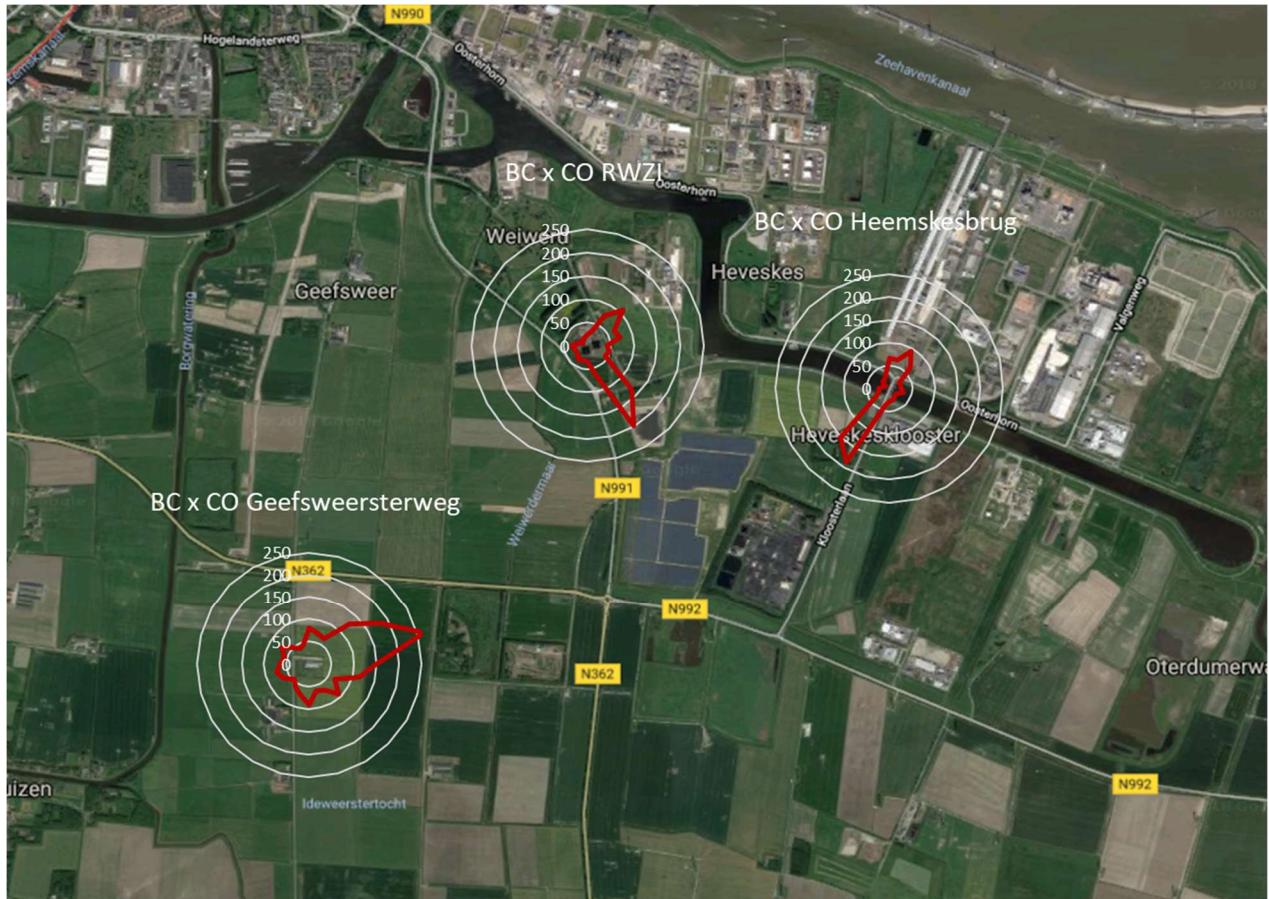
Melding ESD			windrichting			Ws	Over	Signaal		Duur	SiC
Datum	Tijd	Soort meldering	HB	RWZI	GWW		station	CO	BC	min	v/m3
31-8-2018	19:00	blazer+folieverlies	355	340	320		nee				
1-9-2018	13:13	blazer	20	345	350		nee				
21-9-2018	15:27	folieverlies	260	235	270		nee				
30-9-2018	7:00	incident	220	215	195	3	HB	8,7	5,2	40	1238
8-10-2018	8:58	blazer	215	220	200	4,5	HB	0,6	0,7	60	167
8-10-2018	19:15	incident	225	230	215	2	HB	3,0	4,4	30	1047
9-10-2018	10:45	blazer	220	225	200	4,5	HB	1,5	2,4	90	571
26-10-2018	21:04	blazer	250	245	260		nee				
4-11-2018	7:55	blazer	125	120	120	1,5	RWZI	0,3	0,4	10	95
5-11-2018	5:56	blazer	100	105	105		nee				
12-11-2018	18:55	blazer	215	220	190	1,5	HB	1,3	0,7	50	167
21-11-2018	18:25	blazer	90	100	90	3	GWW	0,9	0,5	180	119
5-1-2019	20:50	blazer	290	320	300		nee				
16-1-2019	17:09	blazer	215	225	200	5,5	HB	1,5	6,2	30	1476
16-1-2019	23:58	blazer	280	280	270		nee				
18-1-2019	18:56	blazer	215	225	195	2,5	HB	2,2	2,7	60	643
20-1-2019	12:00	blazer	115	115	-		nee				
23-1-2019	18:56	blazer+folieverlies	65	60	55		nee				
24-1-2019	10:34	blazer+folieverlies	160	160	145	2	RWZI	1,3	1,7	30	405
26-1-2019	15:40	blazer	220	230	210	4	HB	3	1,3	60	309
27-1-2019	10:45	blazer	225	230	210	4	HB	0,8	5	120	1190
7-2-2019	12:15	folieverlies	230	235	-	8	HB	1,6	0,3	10	71
7-2-2019	14:55	blazer	230	235	-	8	HB	0,9	0,8	60	190
11-2-2019	23:29	blazer	-	290	-		nee				
6-3-2019	23:04	blazer	195	200	175	5	HB	0	2,4	20	571
8-3-2019	20:12	blazer	210	220	200	3,5	HB	1,2	2,6	20	619
9-3-2019	13:30	blazer+folieverlies	245	245	260		nee				
9-3-2019	16:25	folieverlies	275	275	280		nee				
10-3-2019	12:02	blazer	40	50	0		nee				
12-3-2019	17:28	blazer+folieverlies	195	205	180	8,5	HB	0,1	0,4	10	95
11-4-2019	14:59	blazer	50	65	50		nee				
11-4-2019	18:10	blazer	45	60	40		nee				
13-4-2019	9:20	blazer	50	65	40		nee				
14-4-2019	21:15	blazer	80	90	75	3,5	GWW	0,8	5,3	30	1261
27-4-2019	21:41	blazer	195	210	190	3	HB	-	0,2	10	36
30-4-2019	0:24	blazer	20	5	330		nee				
3-5-2019	2:20	blazer	285	310	295		nee				
3-5-2019	9:10	blazer	295	310	300		nee				
16-5-2019	10:07	blazer	45	50	80		nee				
24-5-2019	02:17	blazer	200	225	180	3	HB	0,2	0,4	30	95
24-5-2019	07:22	blazer	200	220	200	3	HB	0,6	4,00	20	952
28-5-2019	06:26	blazer	20	10	350		nee				
10-6-2019	16:10	blazer	45	60	35		nee				
17-6-2019	09:49	blazer	190	200	185	4	HB	0,3	0,2	10	48
24-6-2019	15:00	folie verlies	120	120	110	3	RWZI	0,1	0,6	10	143
30-6-2019	16:22	folie verlies	290	-	285		nee				

Melding ESD			windrichting			Ws	Over	Signaal		Duur	SIC
Datum	Tijd	Soort meldering	HB	RWZI	GWW		station	CO	BC	min	v/m3
17-7-2019	04:00	blazer	270	250	240		nee				
22-7-2019	08:10	blazer	220	220	195	4	HB	0,4	0,6	40	143
25-7-2019	18:20	blazer	80	80	80	3	GWW	0,7	0,7	30	167
26-7-2019	16:22	folie verlies	90	95	90	6	GWW	0,5	0,5	20	119
7-8-2019	02:56	blazer	195	210	180	2	HB	0,1	0,1	10	24
7-8-2019	06:50	blazer	215	220	195	4	HB	2	1,1	60	262
7-9-2019	06:26	blazer	210	220	190	2	HB	1,0	0,9	20	214
11-9-2019	05:44	blazer	195	-	175	4	HB	0,2	0,4	30	95
11-9-2019	08:22	blazer	200	-	185	5	HB	0,9	2,2	60	524
14-9-2019	07:10	blazer	200	230	190	1	HB	2,6	3,5	120	833
20-9-2019	08:30	folie verlies		240	270		nee				
21-9-2019	00:40	folie verlies		120	140		RWZI	1,3	1,2	30	286
2-10-2019	00:10	blazer	20	10	320		nee				
3-10-2019	03:03	blazer	280	300	270		nee				
8-10-2019	11:15	blazer	250	250	270		nee				
8-10-2019	11:41	folie verlies	250	250	270		nee				
8-10-2019	21:52	blazer	220	220	200	5	HB	0,7	5,4	40	1285
19-10-2019	23:27	blazer	190	200	175	3,5	HB	0,1	0,2	10	48
22-10-2019	06:05	blazer+folieverlies	215	220	195	3	HB	1,6	3,8	240	904
9-11-2019	18:50	blazer	200	210	180	5	HB	0,2	0,6	180	143
13-11-2019	01:00	blazer	160	170	155	5	RWZI	0,1	0,3	150	71
24-11-2019	09:27	blazer	115	125	120	3,5	RWZI	0,1	0,4	120	95
6-12-2019	11:35	blazer	210	220	195	6,5	HB	0,1	0,6	30	143
10-12-2019	19:11	folieverlies	195	200	180		HB	0,1	0,1	30	24
15-12-2019	13:50	folieverlies	255	250	265		nee				
17-12-2019	08:30	blazer	190	200	170	4	HB	0,2	0,8	60	190
19-12-2019	02:40	blazer+folieverlies	145	145	145	4	RWZI	3,9	1,8	150	428
28-12-2020	07:32	blazer+folieverlies	130	130	130		RWZI	1,1	3,5	30	833

Opmerkingen bij Tabel F1:

- GWW = Geefsweersterweg
- HB = Heemskesbrug
- Ws = windsnelheid

Bijlage G – gelijktijdige emissie CO en BC vanuit ESD-SIC



Figuur G1. Windrozen van de concentratie black carbon vermenigvuldigd met de concentratie koolmonoxide op de drie hoofdmeetstations in en rondom het industriegebied Oosterhorn, gemeten met MAAP monitoren in de periode 1 oktober 2018 tot en met 31 december 2019. De Figuur illustreert de gelijktijdige emissie van CO en BC vanuit het ESD-SIC terrein.

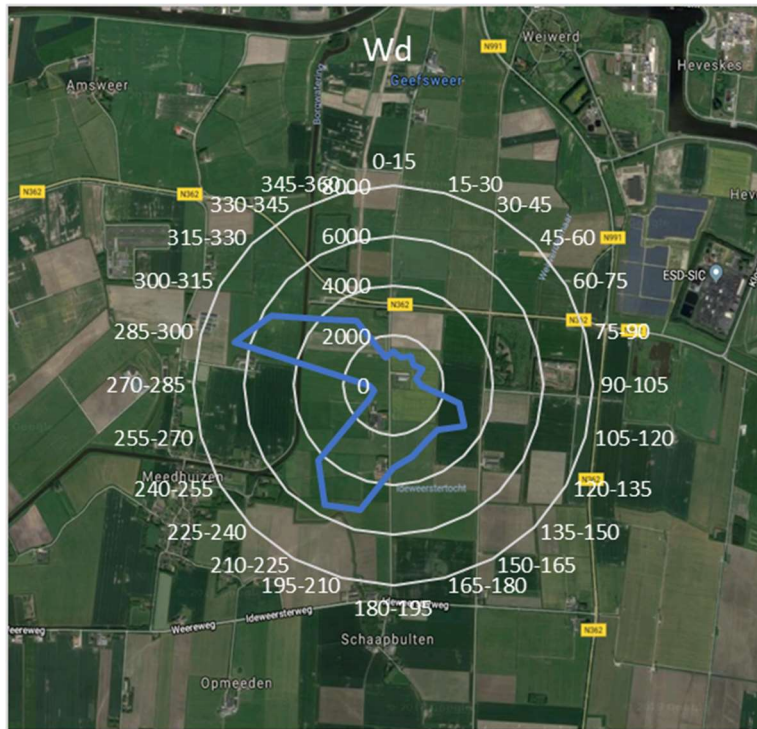
Bijlage H – windrozen meetstations



Figuur H1. Windroos voor de voorkomende windrichtingen op het meetstation Heemskesburg in de periode 10 oktober 2018 tot en met 31 december 2019.



Figuur H2. Windroos voor de voorkomende windrichtingen op het meetstation RWZI Delfzijl in de periode 10 oktober 2018 tot en met 31 december 2019.



Figuur H3. Windroos voor de voorkomende windrichtingen op het meetstation Geefsweersterweg in de periode 10 oktober 2018 tot en met 31 december 2019.

Bijlage I – overleg tussen ESD-SIC, Provincie en TNO mei 2018



Agenda

Van
Dr. J.E. Strijk

Onderwerp
Kennismaking ESD-TNO

Datum vergadering
9 mei 2018

Tijd en plaats
ESD-SIC, Delfzijl

Earth, Life & Social Sciences

Princetonlaan 6
3584 CB Utrecht
Postbus 80015
3508 TA Utrecht
www.tno.nl

T +31 88 868 42 58
F +31 88 868 44 75

Datum
9 mei 2018

Onze referentie
080.29723

E-mail
jorien.strijk@tno.nl

Doorkleefnummer
+31888664802

Notulen kennismaking bij ESD

1. Kennismaken
 - o Aanwezig vanuit ESD-SIC: Kor Mulder (Manager Corporate Affairs & aanspreekpunt milieu gezondheid en veiligheid); Joost Demmink (Manager Technology); Richard Middel (directeur)
 - o Vanuit Provincie: Harm Eetgerink (projectleider/ product owner geurapp)
 - o Vanuit TNO: Jan Duyzer (Senior consultant); Arjan Plomp (medior Scientist Integrator); Jorien Strijk (projectleider)
2. Korte toelichting ESD-SIC
 - o 1 oven bestaat uit ong. 4000 ton materialen.
 - Zand is afkomstig uit Limburg (staat voor kwaliteit)
 - Petroleumcokes (kunnen vervuild zijn, heterogene factor in proces)
 - Oven is 10 dagen in bedrijf voor productie, 2 dagen voor afbouw. Totale cyclus ong. 1 maand. 24 ovens aanwezig
 - Temperatuur ovenkern (= reactiezone, loopt in U-vorm) is rond de 2500 graden. Eromheen isolatiemateriaal
 - Procesgas wordt opgevangen, met name hergebruikt voor energie
 - o Blazers:
 - Leidt tot productieverlies omdat oven minimaal 24 uur niet gebruikt kan worden
 - Overall: samenkomst warme materialen bij kou wat leidt tot explosie, 2 scenario's:
 - Bij afbouw oven: Bij productie komt gas vrij, hierdoor verlies je massa en dit verloopt soms onregelmatig. Hierdoor kunnen holtes ontstaan (gebeurt meestal vroeg in proces) die kunnen instorten wat weer kan leiden tot een blazer bij de afbouw van de oven. Is met name grafiet (kern oven)
 - Tijdens productie: meestal (vermoeden) als gevolg van grondwater. Is met name isolatiemateriaal (periferie oven)

Datum
9 mei 2018

Onze referentie
080.29723

Blad
2/5

- o Geurklachten objectiveren voor zowel provincie als ESD-SIC belangrijk om ongerustheid weg te nemen bij bewoners
 - Klachten komen binnen bij ESD-SIC (voor stof) en provincie (met name geur)
 - eNeuzen: 9 stuks in een cirkel van 3 km, waarvan 1 op ESD-SIC terrein
- 3. Korte schets projectopbouw (incl. planning)
 - o Toelichting door Jan Duyzer, in bijlage korte samenvatting
 - o Meetwagen: ook langs de andere bedrijven op industrieterrein
- 4. Vragen aan ESD
 1. Stroomvoorziening op locatie en in gebied
 - i. Seaports gaat over stroom industrieterrein (ook lantaarnpalen)
 1. eNeuzen gebruiken stroom lantaarnpalen. Contact via Ruud Boonacker van de omgevingsdienst. TNO krijgt contactgegevens van Ruud (ACTIE Harm)
 - ii. Mogelijkheid via ESD wordt nagevraagd (ACTIE Kor)
 2. Mogelijkheid bellen bij blazer
 - i. ESD-SIC heeft 24-uurs bewaking controlkamer. Melding aan omgevingsdienst alleen tijdens kantooruren. Medewerker controlkamer zou eventueel kunnen bellen (24-uur per dag)
 - ii. Bij blazer 1^{ste} prio bij veiligheid
 - iii. Blazer zelf duurt 1-4 minuten
 - iv. Afspraak: Nader bepalen wat hier een goede keuze is in wat voor alle partijen werkt
 3. Vast contactpersoon
 - i. Afspraak: Kor
 4. Afstemmen meetdag
 - i. Afhankelijk van meteo
 1. 2 dagen van de voren besluit
 - ii. Mogelijkheid over terrein rijden?
 1. Is niet mogelijk ivm veiligheidsvoorschriften
 5. Privacy ivm gebruik camera
 - i. Garantie dat beelden worden vernietigd (puur gericht op signaleren blazers)
 1. ESD-SIC geeft aan dat er wellicht gekeken kan worden naar eigen camerabeelden. Beelden blazers worden bewaard, TNO moet dan op tijd aangeven welke beelden we willen inzien. Vraag is hoe lang de beelden worden bewaard (ACTIE Joost)
 2. Gebruik beelden ESD-SIC heeft niet de voorkeur van de provincie ivm onafhankelijkheid.

3. Vraag is of camera nog nodig is. **ACTIE TNO**
6. Monsters voor chemische karakterisering
- i. O.a. siliciumcarbide, zand, cokes
 - ii. Met elektronenmicroscopie bepalen wat samenstelling stof is. Respirabele fractie bepalen: stof wat in de lucht kan komen
 - iii. Weten we waar we naar moeten kijken bij analyse Fase 2
 - iv. AFSpraak: TNO stemt af met Kor
7. Meetlocaties testfase: achtergrondlocatie (=oostzijde), ESD terrein, woonkern
- i. Is Borgsweer (bij sluis=westzijde) geschikt? Lijkt er wel op.
 - ii. Hangt ook eNeus
 - iii. Waarschijnlijk eigendom van de provincie. Harm checkt dit **(ACTIE Harm)**
 - iv. Bij achtergrondmeting ook rekening houden met seaspray (Bij Termunterzijl is dit ong. 1/3)
8. Aanvraag rapporten:
- Rapport Emissieonderzoek blazers (29 november 2016)¹
 - Verkrijgt TNO via Kor **(ACTIE Kor)**
 - Rapport emissie van stof (2006)²
 - Verkrijgt TNO via de provincie **(ACTIE Harm)**

Datum
9 mei 2018

Onze referentie
060.29723

Blad
3/5

¹ Op basis van uitgevoerd onderzoek ("Emissieonderzoek blazers ESD-SIC te Farmsum. Indicatie maximaal toelaatbare en maximaal mogelijke emissies met behulp van verspreidingsberekening", rapportnr. BL2016.8146.01-V01, d.d. 29 november 2016) valt te concluderen dat door ESD wordt voldaan aan de, op basis van dit BREF LVIC als BBT te beschouwen, emissievrijheid voor stof van maximaal 13 kg per ton 100 % SIC.

² Op basis van een in 2006 uitgevoerd onderzoek naar de emissie van stof ("Verwaald stofonderzoek Kolo Silicon Carbide Delfzijl, Onderzoek grofstof- en fijnstof (PM10) emissies", rapportnr. BL2006.3133.02, d.d. 5 april 2006) is met betrekking tot fijn stof (PM10)

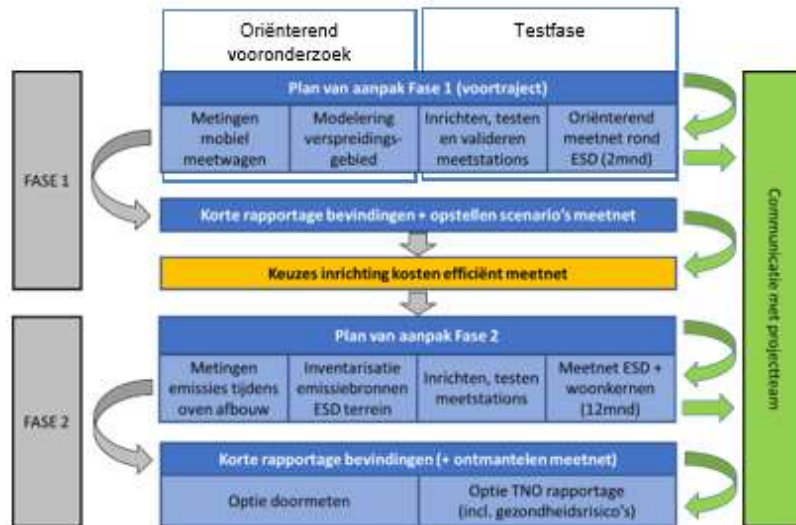
Bijlage: Project opbouw (agendapunt 2)

Het project is als volgt opgebouwd:

Datum
9 mei 2018

Onze referentie
080.29723

Blad
4/5



Planning

Fase project	Activiteit	Planning
Fase 1	Oriënterend voor onderzoek	Mei (in optie: 24,25,30,31 mei)
	Testfase	Juni/Juli/Augustus
Fase 2*	Voorbereidingen	Q3 2018
	Inrichten meetnetwerk	Q3 2018
	Start meetcampagne	Q4 2018
	Ontmanteling meetnetwerk	Q4 2019
	Opleveren resultaten	Q4 2019

*Gedetailleerde planning volgt n.a.v. resultaten Fase 1 en afstemming wensen provincie.

Het team

Datum
9 mei 2018

Onze referentie
080.29723

Bied
5/5

Naam	Rol in project	Ervaring & expertise	Contact
Dr. Jan Duyzer	Senior onderzoeker & adviseur = <i>inhoudelijk aanspreekpunt</i>	Uitgebreide expertise en ervaring in onderzoek en advisering op het gebied van luchtkwaliteit met behulp van modelberekeningen en metingen	Jan.duyzer@tno.nl 06-10108246
Dr. Arjan Hensen	Senior onderzoeker	Atmosferisch fysisch, onderzoeker klimaat en luchtkwaliteit, Ervaring op het gebied van pluimmodellering en bronkarakterisatie	
Dr. Arjan Plomp	Medior onderzoeker	Chemicus, onderzoeker milieu en klimaat. Ervaring m.b.t. emissieprofielen, luchtkwaliteitsmetingen en beleidsmatig milieu-advies	
Drs. Peter Tromp	Medior onderzoeker	Milieuchemicus, expertise in luchtkwaliteitsmetingen en fysisch-chemische karakterisatie van schadelijke stoffen	
Marcel Moerman	Principal research assistent	Elektrofysicus, ervaring op het gebied van aerosol, programmeren en elektrotechniek	
Pim van den Bulk	Principal research assistent	Ervaring op het gebied van klimaat- en luchtkwaliteitsmetingen in de praktijk	
Dr. Jorien Strijk	Projectleider = <i>aanspreekpunt</i>	Epidemioloog, ervaring in aansturen van complexe projecten op het gebied van blootstelling & gezondheid.	Jorien.strijk@tno.nl 06-11700463

Bijlage J – Rapportage over de sneeuw monsters



Notitie

Aan
Provincie Groningen (TNO-project 27522)

Van
Jan Duyzer, Peter Tromp, Reinier Sterrenburg

Onderwerp
Duiding van de metingen aan monsters sneeuw in relatie tot de blazer van het ESD-terrein van 24 januari 2019.

Princetonlaan 6
3684 CB Utrecht
Postbus 80015
3508 TA Utrecht

www.tno.nl

T +31 88 866 42 58

Datum
11 april 2019

Onze referentie
100320545 -2 versie2

E-mail
jan.duyzer@tno.nl

Doorkiesnummer
+31 88 862 02 7

Doorkiesfax

Samenvatting

Op donderdag 24 januari 2019 trad boven een besneeuwd landschap een zware blazer (klasse 4) op bij ESD-SiC. De volgende dag zijn door een TNO-medewerker op regelmatige afstanden van ESD (tussen 0.8 en 7 km) monsters sneeuw genomen op de plaatsen waar de stofdepositie (neerslag uit de blazer) zichtbaar terecht was gekomen. De monsters zijn uitgebreid onderzocht op een breed scala aan fysisch-chemische parameters waaronder het gehalte aan deeltjes, silicium carbide (SiC) vezels, PAK en zware metalen. In een eerdere notitie van TNO van 25 maart 2019 (referentie 100320545) wordt ingegaan op de resultaten van deze analyses en de depositie op de bodem. In de voorliggende notitie wordt de concentratie van stoffen in lucht tijdens de blazer afgeleid. Deze is afgeleid aan de hand van berekeningen van de verspreiding met een computermodel

De concentratie van alle stoffen in de pluim loopt sterk af met de afstand tot het ESD-terrein. De concentraties aan SiC vezels nemen af van 480 000 vezels/m³ op leefhoogte op een afstand van 800 m tot het ESD-terrein tot ca. 20.000 op grotere afstanden (5 - 7 km). De concentratie aan PAK (waaronder benzo(a)pyreen) en zware metalen vertoont eenzelfde verloop met de afstand. Het is belangrijk op te merken dat de onzekerheid in de schattingen aanzienlijk is. Toch bieden deze berekeningen, die zijn geverifieerd met meetresultaten, een uniek eerste inzicht in de samenstelling van de lucht in de pluim van een blazer.

Met het model is ook de concentratie van stoffen in de omgeving berekend. Aan de hand van deze berekeningen kan de blootstelling van personen worden berekend. Een gezondheidskundige duiding kan op basis hiervan plaatsvinden. Dit aspect zal worden behandeld door de GGD Groningen en vastgelegd in een aparte rapportage.

Datum

11 april 2019

Onze referentie

100320545 -2

Blad

2/14

Achtergrond en aanleiding

Op donderdag 24 januari 2019 trad een zware blazer (klasse 4) op bij ESD-SIC. Tijdens de blazer was er een matige wind; windsnelheid tussen 3 en 4 m/s) uit Zuidzuidoostelijk richting, wat betekent dat de stofpluim in de richting van Farmsum en Delfzijl terecht is gekomen (zie Figuur 1). In deze periode was de omgeving bedekt met sneeuw en was de verspreiding als gevolg van de blazer voor iedereen goed zichtbaar in de sneeuw. De dag na de blazer zijn door TNO, in opdracht van de provincie, monsters sneeuw genomen op de plaatsen waar de stofdepositie was terechtgekomen, waarbij zoveel mogelijk in de pluimas is bemonsterd. Deze monsters zijn uitgebreid door TNO onderzocht op het voorkomen van stoffen en deeltjes. In de TNO-notitie van 25 maart 2019 (referentie 100320545) zijn de resultaten van deze analyses vastgelegd. In voorliggend notitie wordt een nadere analyse gegeven van de aangetroffen concentraties. Daarbij is de centrale vraag: *kan op basis van de in sneeuw aangetroffen concentraties van stoffen een uitspraak worden gedaan over de concentraties van stoffen in lucht en zo ja wat zijn dan de luchtconcentraties?* In deze notitie worden de door TNO uitgevoerde berekeningen om deze vraag te beantwoorden beschreven en worden schattingen gepresenteerd van de luchtconcentraties die samenhangen met de in de sneeuw aangetroffen stoffen. De geschatte concentraties zijn dus het resultaat van modelberekeningen gecombineerd met en getoetst aan de meetresultaten.



Figuur 1. De blazer van 24 januari 2019)

Eerdere berekeningen

Bureau Blauw (2016) heeft in het verleden inschattingen gemaakt naar de belasting van de omgeving door blazers. Zij schatten de emissies van "totaal stof" door blazers op 0,02 ton stof. Zij onderzochten ook de samenstelling van het stof, waaronder zware metalen (cadmium, chroom, nikkel en vanadium) en polycyclisch aromatische koolwaterstoffen (PAK). Het gehalte aan zware metalen en PAK in PM10 stof betrof respectievelijk 0.094 % en 0.013%. SiC en SiC vezels werden niet aangetroffen. Ze voerden ook modelberekeningen uit van emissies tijdens reguliere bedrijfsvoering (inclusief het optreden van een incidentele blazer) en gaan uitvoerig in op de kans op overschrijding van grenswaarden voor PM10, PAK en zware metalen. De gemaakte berekeningen worden in dit rapport summier beschreven. Zo is niet duidelijk met welke hoogte van de blazer is rekening gehouden. Berekeningen door TNO laten zien dat de gekozen hoogte belangrijk is voor de uitkomsten.

Datum

11 april 2019

Onze referentie

100320545 v2

Blad

3/14

Gebruikte methode

Bij de interpretatie van de resultaten van de metingen aan de sneeuwmonsters is gebruik gemaakt van modelberekeningen. Een model voor de verspreiding van luchtverontreiniging beschrijft op basis van wiskundige vergelijkingen de verspreiding van stoffen door de lucht. Er zijn echter vele soorten modellen. Er is bij TNO niet direct een model beschikbaar of bekend dat het optreden van een blazer beschrijft en tegelijkertijd de depositie van stoffen berekent. Wel beschikt TNO over het model PluimPlus (PluimPlus, 2018) dat de verspreiding van stoffen in de lucht beschrijft en de daarmee samenhangende depositie. Om het model te gebruiken is een aantal aannamen gedaan over de blazer.

Het beeld van een blazer is inmiddels wel bekend. Ten behoeve van de modelberekeningen is het volgende belangrijk:

- In een zogenaamde oven waarin silicium carbide wordt geproduceerd ontstaat een explosie waarbij een gedeelte van het bed de lucht in wordt geschoten.
- Bij de explosie komen grotere en kleinere deeltjes vrij die de lucht in worden geschoten.
- Verschillende waarnemers wijzen op een tijdsduur van de blazer van hooguit enkele minuten.
- Uit waarnemingen van eerdere blazers en de kennis over deze blazer (categorie 4) is geconcludeerd dat de maximale hoogte ongeveer 150 m zou kunnen zijn. De maximale hoogte is de hoogte zoals die wordt waargenomen met het blote oog. Aangenomen wordt dat de zichtbare wolk, aan de top van de blazer, bestaat uit een bepaalde categorie deeltjes. Het betreft waarschijnlijk niet de kleinste deeltjes (PM10) en ook niet de allergrootste (mm). Deze laatste zullen snel uit de lucht vallen. TNO heeft deeltjes tot 1 mm in de sneeuw aangetroffen op 0,8 km afstand van ESD-SiC.
- Vanaf het hoogste punt dat deeltjes bereiken worden ze meegenomen door de wind en zal hun gedrag door allerlei processen beïnvloed worden.

Het gaat om verspreiding door de wind en opname (depositie aan het oppervlak). De grootste hier beschreven deeltjes zullen meegenomen worden door de wind maar, onder invloed van de zwaartekracht, vrij snel naar het aardoppervlak worden getransporteerd. De kleinere deeltjes zullen door verspreiding (in horizontale en verticale richting) op een zeker moment in aanraking komen met het aardoppervlak en daar worden opgenomen. Dit laatste is een veel langzamer proces en deze kleine deeltjes kunnen daardoor grotere afstanden afleggen voordat ze deponeren. Wel is de concentratie van deze kleine deeltjes inmiddels door verdunning sterk gedaald. De concentratie is dichtbij de bron het hoogst¹. De snelheid van opname aan het grondoppervlak hangt van vele factoren af. Daarbij speelt de ruwheid van het oppervlak en vooral ook de deeltjes diameter een grote rol.

Datum

11 april 2019

Onze referentie

100320545 -2.

Blad

4/14

Werkwijze

Getracht is met het model PluimPlus de verspreiding vanuit de blazer te berekenen. Het model berekent ook de depositie. De depositie kan bijvoorbeeld uitgedrukt worden als: het aantal deeltjes per vierkante meter of het aantal grammen per vierkante meter. In bovengenoemde notitie worden deze eenheden ook gebruikt voor de aangetroffen stoffen in de sneeuwmonsters. Deze uitkomsten zijn dus rechtstreeks vergelijkbaar. De emissie vanuit de blazer kan worden aangepast zodat de berekende depositie overeenkomt met de gemeten depositie. Gezien de vorm van de blazer pluim is er voor gekozen twee bronnen² op verschillende hoogten te kiezen. Dat geeft de beste schatting van de emissie uit de blazer voor de betreffende stof. Het PluimPlus model berekent ook de concentratie in lucht die overeenkomt met de berekende depositie. En geeft dus antwoord op de centrale vraag: met welke concentratie in de lucht komt de gemeten concentratie van stof en stoffen in de sneeuw overeen. In verband met de blootstelling van personen aan de stoffen uit de blazer is het zinvol de concentratie in lucht in een grotere omgeving, buiten het gebied van de metingen, te berekenen.

¹ Dit geldt niet als de bron (bijvoorbeeld een schoorsteen) heel hoog zou zijn. De concentratie is dan pas hoog als de pluim de grond raakt. Vanaf dat punt wordt de concentratie dan steeds lager. In het geval van een blazer vinden "emissies" (althans worden stoffen verspreid) waarschijnlijk plaats over het hele gebied vanaf de bodem tot de top van de pluim.

² De berekeningen die hierna worden besproken laten ook zien dat 150 m een goede keuze is waardoor de berekende deposities goed overeenkomen met de gemeten concentraties in de sneeuw vanaf één kilometer. De gemeten concentraties op de eerste locatie wijkt daar echter sterk van af. Daarom is er gewerkt met een bron op 50 m (die de concentratie op de eerste locatie wel goed berekent) gecombineerd met een bron op 150 m. Deze configuratie geeft een goede overeenstemming tussen de gemeten en berekende deposities.

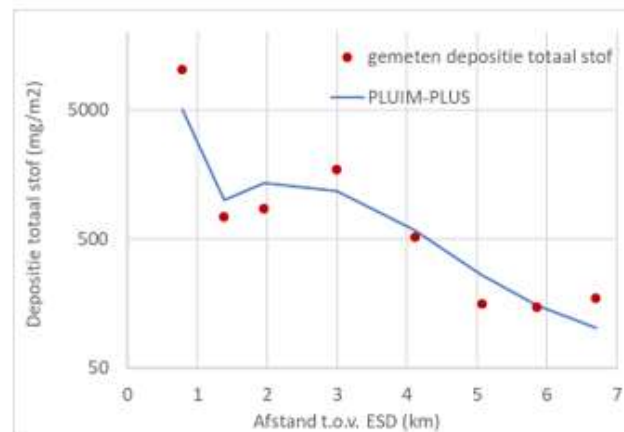
Resultaten

Gegevens

Met het pluimmodel zijn verschillende berekeningen uitgevoerd. Daarbij werd gerekend met een windsnelheid op 10 m hoogte van 3.7 m/s en een windrichting van 150 graden. Er is daar een standaard emissie van 1 kg/s gebruikt. Deze emissie komt vrij op een hoogte van 50 m en 150 m. Aangenomen is dat de wolk op dat moment al een afmeting heeft van 25 m. Duur van de blazer is gekozen op 1 uur. Voor de berekening van de verspreiding van de vezels is gewerkt met een aerodynamische diameter van 3 μm en een dichtheid van 3.2 g/cm³. Voor de berekening van de deeltjes vallende in het PM10 bereik is gerekend met een aerodynamische diameter van 10 μm en een dichtheid van 2.5 g/cm³. Verder is rekening gehouden met de deeltjesgrootteverdeling van het bronmateriaal (omloopmateriaal) van de ovens op het ESD terrein. In de bijlage wordt nog meer ingegaan op de gebruikte gegevens en wordt besproken hoe onzeker de waarden zijn en in hoeverre deze bijdragen aan de totale onzekerheid in de schattingen van de luchtconcentraties.

Vergelijking gemeten en berekende deposities

Figuur 2 tot en met 4 laten de gemeten deposities zien van totaal stof, inhaleerbaar stof (deeltjes met een diameter kleiner dan 100 μm), PM10 stof (deeltjes met een diameter kleiner dan 10 μm) en SIC vezels (losse vezels, niet gebonden aan deeltjes > 3 μm). De berekeningen laten een goede overeenkomst zien. Het model beschrijft de waarnemingen goed.



Figuur 2. Berekende en gemeten depositie van totaal stof op verschillende afstanden tot het ESD-terrein als gevolg van emissie door de blazer van 24 januari 2019.

Datum

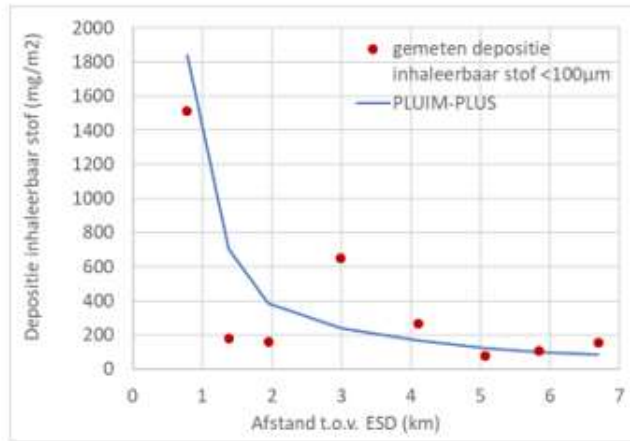
11 april 2019

Onze referentie

100320545 -2

Blad

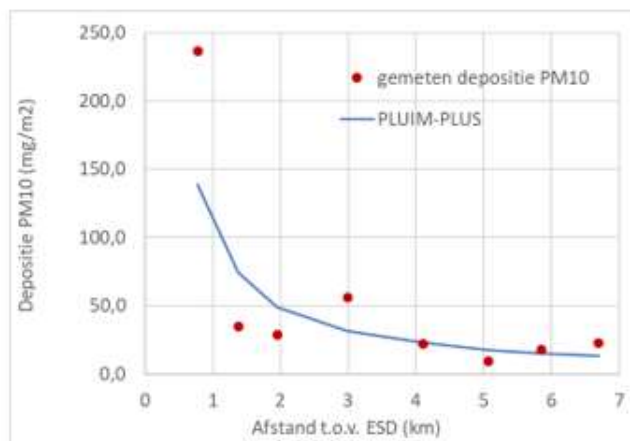
5/14

**Datum**

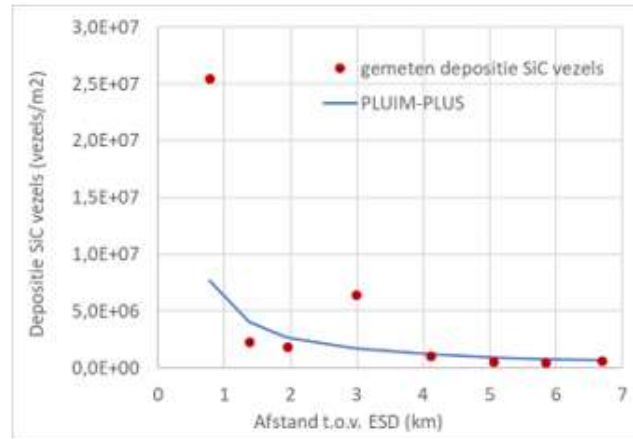
11 april 2019

Onze referentie
100320545 -2**Blad**
6/14

Figuur 3. Berekende en gemeten depositie van inhaleerbaar stof op verschillende afstanden tot het ESD-terrein als gevolg van emissie door de blazer van 24 januari 2019.



Figuur 4. Berekende en gemeten depositie van PM10 stof op verschillende afstanden tot het ESD-terrein als gevolg van emissie door de blazer van 24 januari 2019.



Datum

11 april 2019

Onze referentie

100320545 -2

Blad

7/14

Figuur 5. Berekende en gemeten depositie van SiC vezels op verschillende afstanden tot het ESD-terrein als gevolg van emissie door de blazer van 24 januari 2019.

Tabel 1. Berekende bijdrage van een enkele blazer bij ESD (24 jan 2019) aan de concentratie van de aangegeven stoffen op 1,5 m hoogte op de verschillende afstanden van ESD. Gegeven zijn de concentraties in lucht in de pluimas d.w.z. de hoogste concentratie op die afstand.

Locatie	Afstand tot ESD	PM10	EC	SiC vezels >5 µm	PAK		Zware metalen					
					16 EPA	BaP	As	Cd	Ni	Pb	V	Hg
Code	km	µg/m³	µg/m³	vezels/m³	ng/m³	ng/m³	ng/m³	ng/m³	ng/m³	ng/m³	ng/m³	ng/m³
grenswaarde (dg)*		50										1000
grenswaarde (jg)*		40	-	300**	-	1	6	5	20	500	-	50
51	0,8	3000	620	4,8 x 10 ⁵	700	66	32	8	290	240	660	0,16
52	1,4	440	75	7,1 x 10 ⁴	86	8	3,8	1,0	36	27	81	0,02
53	2	360	68	5,8 x 10 ⁴	78	7	3,5	0,9	32	25	73	0,02
54	3	710	94	1,1 x 10 ⁵	110	10	5	1,3	48	32	110	0,02
55	4,1	280	30	4,0 x 10 ⁴	36	3,5	1,5	0,4	16	10	35	0,01
56	5,1	120	13	2,1 x 10 ⁴	15	1,5	0,7	0,2	7	4	15	0,01
57	5,9	230	20	1,7 x 10 ⁴	23	2,3	1,0	0,3	11	6	23	0,01
58	6,7	290	21	2,4 x 10 ⁴	25	2,5	1,0	0,3	12	7	25	0,01

* dg = daggemiddelde grenswaarde, jg = jaargemiddelde grenswaarde

** advieswaarde RIVM gebaseerd op het MTR-lucht voor asbest (amfibool)

De berekende deposities komen goed overeen met de gemeten deposities. Het model kan daarom ook gebruikt worden om de bijbehorende luchtconcentraties te berekenen.

Tabel 1 laat de berekende waarden voor PM10 stof, elementair koolstof (EC), PAK (inclusief benzo(a)pyreen) en zware metalen (arsen, cadmium, nikkel, lood, vanadium en kwik) in PM10 zien op de verschillende meetlocaties.

Datum

11 april 2019

Onze referentie

100320545 -2

Blad

8/14

Bij de berekende waarden in Tabel 1 is het volgende van belang:

- Alle waarden gelden voor stoffen in deeltjes in de PM10 grootteklasse. Het betreft de berekende concentratie in de pluimas; de hoogste waarde op deze afstand van de bron. Hierbij moet worden opgemerkt dat niet voor alle locaties de monsterneming in het werkelijke maximum van de depositie zal zijn uitgevoerd. Soms was dat niet mogelijk of was dit niet duidelijk vast te stellen. Dit is wellicht één van de oorzaken van optredende afwijkingen tussen gemeten en berekende depositie (zie ook bijlage).
- De waarden zijn gegeven als uurgemiddelden. De blazer duurt waarschijnlijk slechts enkele minuten. In plaats van de genoemde concentraties kan de concentratie daarom ook gedurende 5 minuten 12 keer zo hoog zijn.
- De waarden op de eerste locatie op 0,8 km zijn veel hoger (factor 10) dan de andere waarden op grotere afstand van het ESD-terrein. Op deze locatie komen veel meer grotere deeltjes neer dan op de verder weg gelegen locaties.
- Kleine deeltjes (o.a. PM10) en vezels kunnen ook gehecht zijn aan grote deeltjes (>100µm). Daarnaast kunnen kleine deeltjes (inclusief vezels) als grotere conglomeraten (clusters van deeltjes) geïmitteerd zijn. Deze grote deeltjes/conglomeraten worden niet of beperkt ingeademd en zijn daardoor minder gevaarlijk voor de gezondheid. Op basis van een gedetailleerde analyse is geconstateerd dat een gedeelte van de SiC vezels en PM10 deeltjes gehecht waren aan grotere deeltjes of als conglomeraten aanwezig waren. Als gevolg van de monster-voorbehandeling van de sneeuwmonsters zijn deze vezels en deeltjes weer "vrijgemaakt" en als individuele PM10 deeltjes en SiC vezels geanalyseerd. Dit is vooral het geval bij de dichtstbijzijnde locaties (S1-S4) waar het aandeel aan grote stofdeeltjes en conglomeraten nog relevant is. Voor deze overschatting van de concentratie aan SiC vezels en PM10 deeltjes is bij de eerste vier meetlocaties (S1-S4) een correctie toegepast op basis van het verschil in gemeten en berekende depositie van SiC vezels en PM10 en door vergelijking met het bronmateriaal (omloop) afkomstig van de ovens op het ESD-terrein. Bij de meetlocaties (S5-S8) op grotere afstand dan 4 km is aangenomen dat alle SiC vezels en PM10 deeltjes vrij zijn en is geen correctie toegepast. Dit lijkt gerechtvaardigd omdat de gemeten en berekende depositie op deze locaties goed overeenkomen.
- De onzekerheid in de geschatte concentraties in lucht bedraagt zeker een factor 5 tot 10. In de bijlage wordt op de verschillende onzekerheden ingegaan. Een van de grootste onzekerheden daarbij is de gekozen snelheid waarmee stoffen op de bodem komen. Er is al een lage waarde gekozen voor de depositiesnelheid, het is echter mogelijk dat de snelheid

nog lager is. Als dit het geval zou zijn, zouden hogere concentraties in lucht worden berekend. Een andere onzekerheid is het aandeel aan kleine deeltjes/vezels dat is gehecht aan grotere deeltjes of als conglomeraten (clusters van deeltjes) in de lucht geëmitteerd zijn. Hiermee is in de berekeningen rekening gehouden. Er blijft echter onzekerheid.

Datum

11 april 2019

Onze referentie

100320545 -2

Blad

9/14

Modelberekeningen van de depositie en concentratie in het gebied

Het getoetste model dat een goede overeenkomst liet zijn met de op enkele plaatsen gemeten deposities is gebruikt om de depositie in het gehele gebied in kaart te brengen. Figuur 4 laat het resultaat zien. Duidelijk is het karakter te zien van de pluim waarbij de depositie concentratie snel afneemt naar de zijanten van de pluim. Het is ook belangrijk te onderzoeken in welk gebied de hoge concentratie verder verhoogd is. Het hierboven getoetste model is daartoe gebruikt om de concentratie in de omgeving tijdens de blazer te berekenen. Figuur 5 laat het verloop van de concentratie in lucht zien in het gebied gedurende de blazer. Duidelijk is ook hier het pluim karakter te zien waarbij de concentratie snel afneemt naar de zijanten van de pluim.

De thans berekende concentraties leiden tot een blootstelling van personen gedurende een uur. Wanneer een persoon in een jaar niet aan een tweede blazer wordt blootgesteld is dit, samen met de achtergrond, de enige blootstelling. Omdat er gedurende een jaar meerdere blazers (aantallen tussen 30 en 50 blazers per jaar worden genoemd) optreden is er een kans dat een persoon meer dan éénmaal per jaar aan een blazer wordt blootgesteld. Om de kans op een dergelijke gebeurtenis af te leiden vereist echter vele berekeningen. Daarbij zijn gegevens nodig van: het aantal blazers per jaar, de emissiesterkte van de blazers (klasse 1-5) inclusief statistische gegevens over de hoogte van deze blazers en de meteorologische omstandigheden. Door het ontbreken van veel van deze gegevens op dit moment, kunnen deze berekeningen binnen het bestek van deze studie naar de sneeuwmonsters niet worden uitgevoerd. In de lopende studies naar de luchtkwaliteit in de omgeving van het industriegebied worden gedurende een jaar metingen van stoffen (zoals PAK en metalen) en specifiek SiC vezels uitgevoerd op meerdere locaties. Op basis van de later in deze onderzoeken beschikbare gegevens, kan waarschijnlijk een betere inschatting van de bijdrage van de blazers worden gedaan.



Figuur 4. Berekende ISO-contouren van de depositie van SiC vezels in de sneeuw tijdens de blazer van 24 januari 2019.



Figuur 5. Berekende ISO-contouren van de uurgemiddelde concentratie van vrije SiC vezels >5µm in de lucht op 1.5 m hoogte tijdens de blazer van 24 januari 2019.

Conclusies

Getracht is op basis van de resultaten van metingen in monsters sneeuw, genomen direct na het optreden van een blazer, een zo goed mogelijke schatting te maken van de concentraties van stoffen in lucht tijdens de blazer. Uit berekeningen met een verspreidingsmodel voor luchtverontreiniging blijkt dat de berekende concentraties in lucht passen bij de gemeten concentraties in sneeuw. De berekeningen zijn gebaseerd op de beschikbare kennis over parameters zoals de hoogte van de blazer, de emissiesterkte van stof tijdens de blazer en de samenstelling van dit stof. Verder is de snelheid waarmee stoffen vanuit de lucht in sneeuw worden opgenomen onzeker. Deze parameter is belangrijk voor de berekende luchtconcentratie en wetenschappelijk gezien onzeker. Ondanks deze onzekerheid vormen deze berekeningen en de combinatie met meetresultaten een uniek eerste realistisch inzicht in de hoeveelheid luchtverontreiniging in de pluim van een blazer. In hoeverre deze luchtconcentraties een gezondheidsrisico vormen valt buiten dit onderzoek. Dit aspect van deze resultaten zal waarschijnlijk worden belicht door GGD-Groningen en vastgelegd in een aparte rapportage.

Datum

11 april 2019

Onze referentie
100320545 -2

Blad

11/14

Verwijzingen

Pluim-Plus versie 4.7 (2018). Rekenmodel voor luchtkwaliteit (punt- en oppervlaktebronnen). TNO.

Buro Blauw (2016)
Emissieonderzoek Blazers ESD-SIC te Farnsum
Rapport BL2016.8146.01-V02

Chamberlain, A.C.
Roughness length of sea, sand, and snow
Boundary-Layer Meteorol (1983) 25: 405.

Gallagher, M.G. E. Nemitz, J.R. Dorsey, D. Fowler, AM. Sutton, M. Flynn, J. Duyzer (2002)

Measurements and parameterisation of small aerosol deposition velocities to grassland, arable crops and forest: Influence of surface roughness length on deposition

Journal of Geophysical research, 107, D12, 8-1 – 8-10 (10.102001JD000817)

Datum

11 april 2019

Onze referentie
100320545 -2

Blad

12/14

Bijlage: Onzekerheden en discussie

De hier gegeven methode om op basis van de gemeten concentraties in de sneeuw de concentratie in lucht te schatten is nieuw. Het is waarschijnlijk de enige wijze waarop wetenschappelijk verdedigbaar een schatting te maken is. Er is een grote behoefte aan deze gegevens omdat andere manieren om naar de samenstelling van blazers te kijken nog niet zijn gevonden. Hoewel voor de berekeningen *state of the art* modellen gebruikt zijn is de onzekerheid in de berekende luchtconcentratie aanzienlijk. Dit heeft vooral te maken met onzekerheid in parameters die ten grondslag liggen aan de gemaakte schattingen. Daarnaast wordt voor modelberekeningen altijd een onzekerheid aangegeven. Deze is echter doorgaans gebaseerd op jaargemiddelden. Voor een berekening van een uurgemiddelde kan de onzekerheid nog weer groter zijn. Sterk punt van de berekeningen hier is dat de uitkomsten, zonder verdere aanpassingen, goed overeenkomen met de meetgegevens. Het vertrouwen in de uitkomsten neemt daardoor toe. Hieronder worden de verschillende parameters kort besproken:

- De gemeten concentraties zijn relatief zeker. Ze zijn met moderne, *state of the art* apparatuur uitgevoerd volgens bestaande gevalideerde methoden. De onzekerheid in de kwaliteit van de monsterneming is ook klein. Het is echter niet zeker of het monster altijd in de werkelijke pluimas genomen is. De geschatte positie van de pluimas is in de sneeuw gezocht maar was mogelijk niet altijd correct of in toegankelijk. De concentratie in lucht zou daardoor onderschat worden.
- De windsnelheid op 10 m bedroeg 3.7 m/s. Deze waarde is afgeleid uit de windsnelheid en windrichting gemeten op de KNMI-stations in Nieuw Beerta, Lauwersoog en Eelde. Het betreft 10 minuten gemiddelde waarden. De windrichting gebaseerd op dezelfde gegevens was 150 graden (ongeveer Zuid Zuidoost). De invloed van atmosferisch stabiliteit werd onderzocht. Bij de gepresenteerde schattingen is een stabiele atmosfeer gemodelleerd. De onzekerheid in de deze invoergegevens is vrij gering.
- Bij de berekeningen is gebruik gemaakt van de laagste waarde voor de ruwheidslengte (z_0) die gebruikt kan worden voor het PluimPlus model van 1 cm. Dit in verband met de met sneeuw bedekte bodem in die periode. In de literatuur worden voor sneeuw waarden tot 1 mm gebruikt (Chamberlain, 1983).
- In de sneeuwmonsters werden, naast vrije vezels en PM10 deeltjes, ook vezels/deeltjes gebonden aan grote deeltjes en conglomeraten (clusters) van deeltjes gevonden. Voor een vaststelling van de gezondheidseffecten zijn alleen vrije respireerbare vezels en de werkelijke PM10 fractie van belang. Bij de monstervoorbehandeling is het mogelijk dat gebonden vezels en deeltjes loskomen en als vrije vezels/deeltjes zijn geanalyseerd. Op basis van het verschil in gemeten en berekende depositie van de SiC vezels en PM10 deeltjes is ingeschat wat het aandeel is van "gebonden" vezels/deeltjes en "vrije" vezels/deeltjes. Uit de berekeningen blijkt dat de concentratie van gebonden vezels/deeltjes op het eerste stuk van de pluim nog aanzienlijk was en daarna zeer snel afneemt.
- Er is gerekend met een combinatie van twee hoogten van 50 en 150 meter voor deze zware blazer. Vooral het hoogste punt in de blazer is belangrijk voor de uitkomsten en zou onjuist kunnen zijn. TNO is door

Datum

11 april 2019

Onze referentie

100320545 -2

Blad

13/14

verschillende experts waarden tussen 10 en 200 m voor blazers genoemd. Als een andere pluimhoogte wordt gekozen dan kunnen de schattingen van de concentratie in lucht hoger of lager zijn. Echter, gezien de goede correlatie tussen de gemeten en berekende concentraties is de hoogte van de blazer waarschijnlijk goed ingeschat.

- De depositiesnelheid waarmee de depositie afgeleid wordt uit de lucht concentratie is onzeker. Dit is de snelheid waarmee stoffen opgenomen worden op het aardoppervlak. Als de depositiesnelheid 10 x zo hoog wordt, wordt de depositie ook 10 x zo hoog. Omdat sneeuw, meteorologisch gezien erg glad is, is de depositiesnelheid van kleine deeltjes erg laag. Een andere depositiesnelheid leidt ook tot een andere concentratie in lucht zoals die hier is afgeleid. De onzekerheid in de depositiesnelheid geldt vooral voor de deeltjes kleiner dan 10 micrometer (ook de SiC-vezels zitten in deze klasse). De onzekerheid is wellicht een factor 5. De hier in PluimPlus gebruikte waarde van 1.3 mm/sec (de laagst mogelijke waarde bij 1 µm) is relatief hoog (zie Gallagher *et al.*, 2002). De depositiesnelheid van SiC vezels in de berekeningen is 7 mm/sec. In de literatuur worden waarden genoemd van 0.5 mm/s (Gallagher *et al.*, 2002). De onzekerheid in de depositiesnelheid is belangrijk. Als deze een factor 5 lager is dan nu wordt geschat wordt de geschatte concentratie in lucht een factor 5 hoger.
- De emissie van stof dan wel vezels door ESD tijdens een blazer is zeer onzeker. Bureau Blauw noemt waarden van 2 ton en 0.02 ton per blazer. In onze berekeningen wordt uitgegaan van ca. 5 ton stof in deze blazer. Deze waarde komt goed overeen met de hoeveel depositie die is aangetroffen in de diverse sneeuwmonsters.

De bovenstaande analyse geeft een indruk van de verschillende onzekerheden die een bijdrage leveren aan de uiteindelijk onzekerheid in de berekende luchtooncentraties. Uiteraard zijn steeds optimale keuzes gemaakt waardoor de onzekerheid beperkt blijft. Bovendien worden de schattingen geverifieerd door de meetgegevens. Op basis van de hier genoemde onzekerheden lijkt een realistische onzekerheid in de geschatte concentratie in lucht een factor 5 tot 10.

Datum

11 april 2019

Onze referentie

100320545 -2

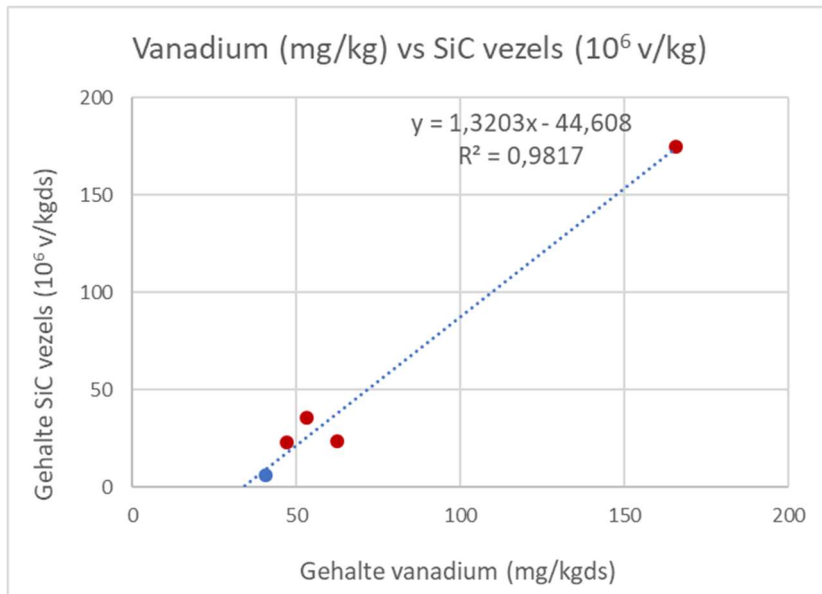
Blad

14/14

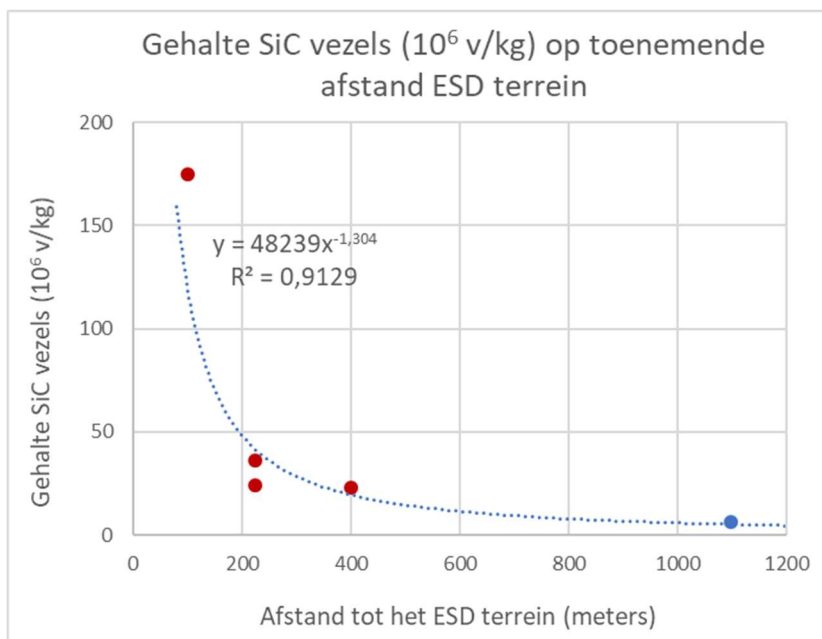
Bijlage K – Berekening resuspensie SiC vezels

Op basis van de meetresultaten uit de bodemonderzoeken van Tauw in Oosterhorn is een correlatie vastgesteld tussen vanadium en siliciumcarbide vezels in de toplaag van de bodem (Figuur K1). Hierbij is alleen gebruik gemaakt van grondmonsters waarin daadwerkelijk SiC vezels zijn aangetroffen. Dit betekent dat de correlatie uitgaat van een 'worst case' benadering en bij verdere omrekening van vanadiumgehalten naar SiC vezel gehalten dit resulteert in maximale gehalten. Zodoende kan nooit sprake zijn van een onderschatting van de daadwerkelijke vezelconcentratie. Daarnaast zijn de gemeten SiC vezel gehalten uitgezet tegen de afstand tot het ESD-SIC terrein (Figuur K2); hierbij ontstaat een goed inzicht in de verspreiding van SiC vezels tot ca. 1000 meter. Verderweg van het terrein zijn geen monsters genomen aangezien de gehalten daar dermate laag zouden zijn dat geen SiC vezels meer gemeten zouden worden.

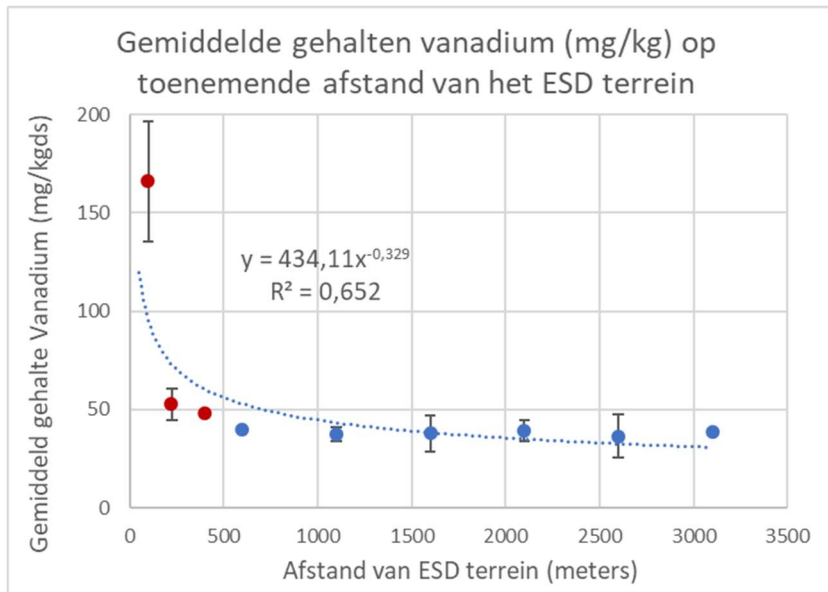
De gemeten gehalten vanadium op toenemende afstand tot het ESD-SIC terrein zijn grafisch weergegeven in Figuur K3. Hierbij zijn de vanadiumgehalten per vaste afstand tot het ESD-SIC terrein gemiddeld aangezien er anders een wolkendeken van datapunten ontstaat waaruit geen duidelijk lijn meer gedestilleerd kan worden. Wat in de Figuur tot uitdrukking komt is dat de bijdrage van de emissies vanuit het ESD-SIC terrein marginaal zijn ten opzichte van achtergrondwaarde van vanadium in de bodem. Om inzicht te krijgen in de verdere verspreiding van SiC vezels in de bodem (> ca. 1000 meter) is met behulp van de correlatie in Figuur K1 op basis van de gemeten vanadium gehalten (Figuur K3) een schatting gemaakt van de SiC vezel gehalten in de bodem (zie Figuur K4). De op deze manier geschatte gehalten aan SiC vezels gaat wel gepaard met de nodig onzekerheden veroorzaakt door de relatief hoge achtergrondwaarde en de spreiding in vanadiumgehalten veroorzaakt door de meetonzekerheid. Dit komt tot uiting in de lage correlatiecoëfficiënt ($R^2 = 0,31$). In Figuur K5 is de correlatie gegeven tussen het asbestvezelgehalte in de bodem en de vezelconcentratie in lucht, als gevolg van resuspensie, bij actief bodemgebruik (o.a. graven e.d.). Deze correlatie is gebruikt om de resuspensie in te schatten van SiC-vezels.



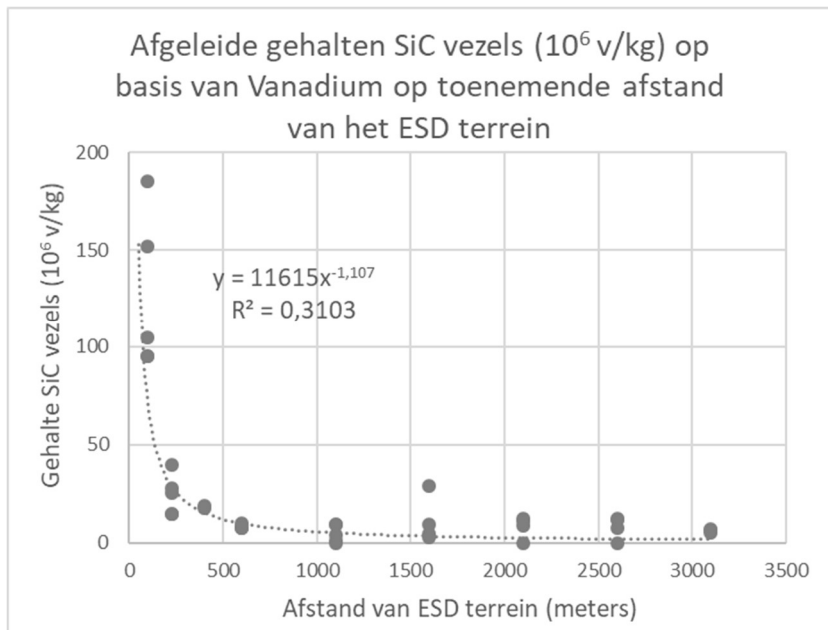
Figuur K1. Correlatie tussen vanadium en SiC vezels op basis van de monsters grond waarin SiC vezels zijn aangetroffen. De rode datapunten zijn waarden uit het eerste onderzoek en het blauwe datapunt is de waarde uit het vervolgonderzoek.



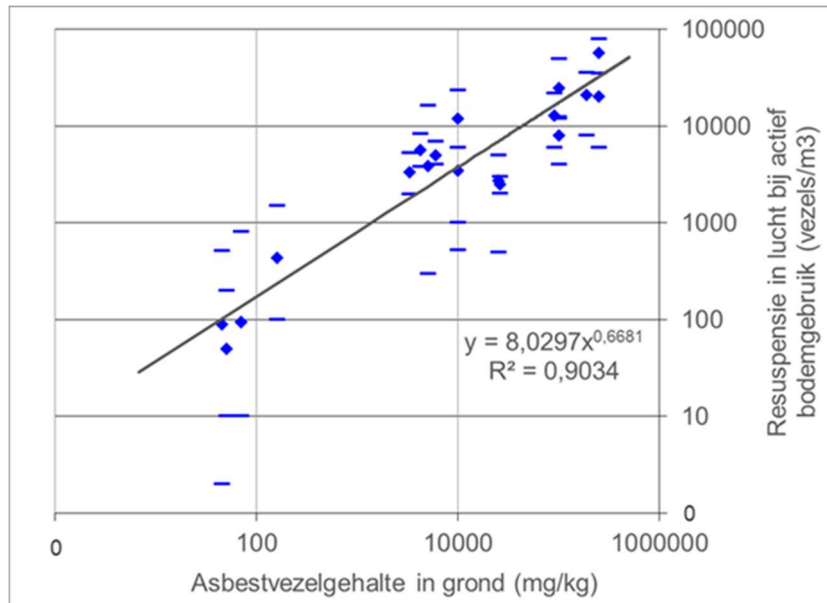
Figuur K2. Het gehalte aan SiC vezels uitgezet en SiC vezels uitgezet tegen de afstand tot het ESD-SIC terrein, op basis van de monsters grond waarin SiC vezels zijn aangetroffen. De rode datapunten zijn waarden uit het eerste onderzoek en het blauwe datapunt is de waarde uit het vervolgonderzoek.



Figuur K3. Gehalten vanadium (in mg/kgds) op toenemende afstand tot het ESD-SiC terrein, waarbij per afstand alle gemeten gehalten zijn gemiddeld. De foutenbalken geven de spreiding aan van de individuele meetwaarden per afstand. De rode datapunten zijn waarden uit het eerste onderzoek en de blauwe datapunten zijn waarden uit het vervolgonderzoek.



Figuur K4. Afgeleide gehalten SiC vezels (in vezels/kgds) op toenemende afstand tot het ESD-SiC terrein, op basis van de gemeten vanadium gehalten (Figuur 3) en de correlatie tussen vanadium en SiC vezels.



Figuur K5. De correlatie tussen het asbestvezelgehalte in de bodem en de vezelconcentratie in lucht, als gevolg van resuspensie, bij actief bodemgebruik.

Bijlage L – Onderzoeksvragen gesteld door de provincie en antwoorden van TNO

Vraag provincie	Antwoord TNO
<p>Rapportagevraag: Is er uitbreiding geweest en zo ja waarmee en waarom?</p>	<p>Ja, er is een uitbreiding geweest. Vanadium is als extra element toegevoegd aangezien Vanadium in hoge concentraties aanwezig is in het omloopmateriaal en cokes en als zodanig als "marker" gebruikt kan worden voor de deeltjesemissie vanuit ESD-SIC. Daarnaast zijn enkele geurveroorzakende vluchtige stoffen meegenomen, zoals methylnaftalenen en benzothiazolen. Uit onderzoek aan de rand van het ESD-SIC terrein is gebleken dat deze stoffen in relatief hoge concentraties voorkomen in de lucht afkomstig van ESD-SIC en niet in de achtergrond. Ook zijn de concentraties van deze geurstoffen direct gerateerd aan de concentratie CO. Deze stoffen worden meegenomen om de geuroverlast te kunnen kwantificeren, zowel als jaargemiddelde concentratie, maar ook via het CO signaal, om geurpieken te kunnen identificeren en kwantificeren.</p>
<p>Evaluatievraag: Is het voortraject gebruikt om de configuratie vast te stellen? Hoe is het vaststellen uiteindelijk gedaan?</p>	<p>Ja, het voortraject is gebruikt om het definitieve meetnet vast te stellen. We hebben in het voortraject gekeken naar de chemische stoffen die aanwezig zijn in de verschillende materialen (omloop, cokes, SIC, zand) op het ESD-SIC terrein. Daarnaast hebben we in het voortraject een uitgebreide screening uitgevoerd van chemische stoffen die meetbaar zijn op de ingerichte meetstations. Hieruit bleek dat CO, PM, SiC-vezels, roet, PAK, selectie metalen (incl vanadium) en geurstoffen relevant zijn om de emissie van ESD-SIC in kaart te brengen (vanuit gezondheidskundige kant en/of als indicator (marker) stof voor de emissie vanuit ESD-SIC). De in het voortraject ingerichte meetstations (Heemskesbrug, RWZI en Geefsweersterweg) bleken ook goed te functioneren, met het oog op meetbaarheid van de chemische stoffen en dominante windrichting.</p>

Vraag provincie	Antwoord TNO
<p>Wat heeft de proefopstelling wel/niet opgeleverd? Zijn er wijzigingen doorgevoerd. Is de scope van onderzoek (soorten metres / stoffen) voldoende onderzocht?</p>	<p>Zie tevens antwoorden op de vorige 2 vragen. We hebben een uitgebreid onderzoek gedaan naar de chemische stoffen in de materialen op het ESD-SIC terrein en de emissie van vluchtige stoffen aan de rand van het terrein. Aan de hand van deze resultaten zijn relevante chemische stoffen geselecteerd op basis van gezondheidskundige overwegingen en om de emissie vanuit ESD-SIC inzichtelijk te kunnen maken. Twee stoffen/stofgroepen zijn extra meegenomen: vanadium en geurstoffen. De locaties van de meetstations zijn niet gewijzigd aangezien deze meetstations goed gesitueerd waren om de emissie van ESD-SIC in kaart te brengen gezien de afstand tot het terrein (ca. 1 km) en gezien de dominante windrichting (West-Zuidwest).</p>
<p>Evaluatievraag: graag obv onderstaande overzicht doelen evalueren aan de hand van uitkomsten:</p> <p>"1. Inrichten meetstations rondom ESD-SIC terrein met continue monitoren/sensoren voor fijn stof, CO en roet waarvan drie stations ook toegerust met bemonsteringsapparatuur voor filtersampling en gassampling.</p> <p>2. Validatie sensormetingen roet en fijn stof met high-end monitoren, gravimetrische bepalingen fijn stof, thermisch-optische bepaling elementair koolstof en SEM/EDX (voor onderscheid roet, cokesstof en grafiet)</p> <p>3. Onderzoeken mogelijkheden remote aansturen filter- en gassampling op basis van IR-camera(s) en testen/variëren meetduur filtersampling tijdens blazers om het effect van de blazers zo goed mogelijk zichtbaar te krijgen.</p> <p>4. Twee maanden meetcampagne op en rondom ESD-SIC terrein om (1) het functioneren van de meetstations te testen, (2) de diffuse emissies en de emissies tijdens de blazers van het ESD-SIC terrein fysisch-chemisch in kaart te brengen en (3) het functioneren van de webapplicatie te testen op functionaliteit.</p> <p>5. Chemische karakterisering van het bemonsterde stof en gassen (o.a. PAK, metalen, elementair en organisch koolstof, siliciumcarbidevezels, vluchtige (zwavel) koolstof-verbindingen en fysisch-chemische karakterisering met elektronenmicroscopie in combinatie met röntgenmicroanalyse).</p> <p>6. Schatting van de verspreiding van deeltjes vanuit een blazer op basis van de metingen.</p>	<p>1 gebeurd, 2 gebeurd, maar voor PM nog niet uitgewerkt 3. mogelijkheden onderzocht, maar het bleek niet mogelijk (na uitgebreid onderzoek) om het effect van een blazer op de voorgestelde manier zichtbaar te krijgen,4 (1) gebeurd, (2) blazers niet in kaart gebracht (3) webapplicatie gelukt 5. gedaan 6. gedaan, niet gedaan op voorgestelde manier maar via de depositiemonsters in sneeuw een blazer in kaart gebracht.</p>

Vraag provincie	Antwoord TNO
<p>Hiertoe beschikt TNO over een model voor de verspreiding van grove deeltjes vanaf grotere hoogte en ervaring met soortgelijke situaties."</p>	
<p>"De analyse van vluchtige zwavelhoudende stoffen en siliciumcarbide vezels worden niet verder voortgezet. Vluchtige stoffen zijn gerelateerd aan CO en de concentraties hiervan kunnen op basis van CO als tracer worden afgeleid." "Deze metingen zijn dichtbij het ESD-SIC terrein uitgevoerd en daarna op enkele grotere afstanden van het ESD-SIC terrein herhaald. Uit de analyse bleek dat de concentratie van vluchtige (zwavel)koolwaterstoffen direct gerelateerd is aan de concentratie van het CO-signaal. Daarnaast zijn een aantal karakteristieke vluchtige (zwavel)koolwaterstoffen geïdentificeerd, waaronder koolstofdisulfide, carbonylsulfide, dimethylsulfiden, methyl(benzo)thiophenen en gemethyleerde naftalenen Deze stoffen zijn <i>waarschijnlijk</i> de oorzaak van de stankoverlast. Page 6 Voorstel fase 2 luchtmeetnet Oosterhorn Deze metingen worden in een later stadium gebruikt als invoer put voor modelberekeningen om de verspreiding van stoffen vanuit het ESD-SIC-terrein in kaart te brengen." Evaluatievraag: graag kort onderbouwen obv meetresultaten (relatie tussen zwavelhoudende stoffen en CO tonen), waarom de analyse van vluchtige zwavelhoudende stoffen niet verder zijn voortgezet in Fase 2, met aandacht voor het woord 'waarschijnlijk' - zie hierboven.</p>	<p>De analyse van vluchtige zwavelhoudende stoffen zijn wel voortgezet in Fase 2, dus dit is een misverstand. We hebben aan de rand van het terrein een screening uitgevoerd naar mogelijk stankveroorzakende vluchtige stoffen en daarbij een aantal karakteristieke geurveroorzakende stoffen geïdentificeerd. Een selectie van deze geurveroorzakende stoffen (methylnaftalenen en benzothiophenen) zijn opgenomen in het meetnet. De keuze van de stoffen is vooral tot stand gekomen op basis van concentratieniveaus (meetbaarheid), traceerbaarheid naar ESD-SIC (achtergrondniveau) en meettechnische aspecten. Namelijk, de methylnaftalenen en benzothiophenen zijn met behulp van XAD adsorptiebuisjes goed te samplen in combinatie met PAK. Voor de andere meer vluchtige componenten zoals koolstofdisulfide en carbonylsulfide is een aparte meetopstelling nodig (met canisters), waarbij de meettijd sterk is beperkt zodat ze niet gelijktijdig met de andere stoffen bemonsterd kunnen worden. Waarschijnlijk zijn geïdentificeerde stoffen de oorzaak van de geuroverlast aangezien deze stoffen in meetbare concentraties aanwezig waren in de lucht rondom het ESD-SIC terrein. Er bestaan echter ook geurstoffen waarvan de geurdrempel veel lager ligt dan de detectiegrens van de meetmethode, dit betekent dat deze stoffen in principe wel aanwezig kunnen zijn, maar niet meetbaar met de huidige meetmethodieken. Daarom stellen wij dat het waarschijnlijk is dat de gemeten stoffen verantwoordelijk zijn voor de stankoverlast, maar dat dit niet met zekerheid gesteld kan worden.</p>
<p>Rapportage/evaluatievraag: graag onderbouwen waarom er voor gekozen is om 16 PAK te meten ipv alleen benzoapyreen en wat dit heeft opgeleverd irt uitkomsten fase 2.</p>	<p>Er is voor gekozen om 16 PAK te meten omdat uit de screening in het voortraject is gebleken dat het PAK patroon (onderlinge verhoudingen tussen de 16 verschillende PAK componenten) afkomstig van ESD-SIC anders was dan in de achtergrond. Op deze manier kon dus een relatie worden gelegd met de emissie vanuit ESD-SIC. Dit zal nog verder worden uitgewerkt in de eindrapportage. Daarnaast zijn de vluchtige PAK ook onderdeel van de geurstoffen afkomstig van ESD-SIC (vooral naftaleen). Ook is een analyse op</p>

Vraag provincie	Antwoord TNO
	16 PAK wat betreft analyse inspanning niet heel veel meer werk dan alleen benzo(a)pyreen; de sampling, monsteropwerking en analyse is hetzelfde, alleen de uitwerking van analysedata is iets meer werk.
Evaluatievraag: Graag onderbouwen waarom er voor gekozen is om netto effect blazers te meten door middel van bestaande meetopstelling. (zie ook notitie TNO over blazers).	Zie de notitie over blazers, daar staat een uitvoerige beschrijving van de gehele onderbouwing.
Evaluatievraag: voldoet de omvang van het meetnet i.r.t. meetresultaten en doelen?	ja, in de eindrapportage zal hier verder op in worden gegaan
Blauwe wolk: meetlocatie evalueren	De meetopstelling staat op het weeghuisje bij de ingang van terrein EEW en is goed gesitueerd om de emissies vanaf het Westelijk deel van industriegebied Oosterhorn te monitoren. Op dit moment is één meetperiode bemeaten en zijn metaal, VOC en SEM/EDX analyses uitgevoerd. In de metingen worden hoge concentraties aan fluor, aluminium en natrium aangetroffen wat duidt op het vrijkomen van natriumaluminiumfluoride, dat in de aluminiumindustrie wordt gebruikt om de smelttemperatuur bij de omzetting van aluinaarde naar aluminium omlaag te brengen. Verder blijkt dat de adsorptiebuisjes, gebruikt voor VOC metingen, zijn aangetast, waardoor we geen inzicht hebben in VOC concentraties. Aantasting van de adsorptiebuisjes zou veroorzaakt kunnen worden door zuren (o.a HF). In de volgende meetperiode zullen we het meetvenster vernauwen en ons richten op twee bedrijven die gerelateerd zijn aan de aluminiumproductie/verwerking (Roba Metals en DAMCO). De volgende meetstrategie wordt hierbij aangehouden: gedifferentieerde meting van HF en Na ₃ F ₆ Al, VOC meting met canisters en PAK metingen met XAD buisjes. Na de tweede meetperiode zullen we de meetstrategie in overleg met de provincie evalueren.
Blauwe wolk: meetmethode evalueren irt uitkomsten	Zie voorgaand antwoord

Vraag provincie	Antwoord TNO
<p>Evaluatievraag: is er op basis van de meetgegevens een beeld ontstaan van de luchtkwaliteit en van de geursituatie?</p>	<p>Luchtkwaliteit ja. Geur moet nog verder worden uitgewerkt op basis van de gemeten geurstoffen (methylnaftalenen en benzothiofenen) en CO. Het CO signaal wordt gebruikt om de CO piekconcentraties op de meetstations om te rekenen naar de piekconcentraties aan de diverse geurveroorzakende stoffen. Op basis van de klachten van de omwoners (via de Woww applicatie) kan, via CO, een relatie worden gelegd met de gemeten geurstoffen op het moment van de klacht. Dit exercitie moet nog worden uitgevoerd en kan worden opgenomen in de eindrapportage. Echter hiervoor is het nodig om een overzicht te krijgen van de klachten, met tijdstip en locatie van de gemelde klachten. Daarnaast is deze exercitie niet begroot in de huidige offerte.</p>
<p>Rapportagevraag: Graag duiding meetresultaten tot dusverre inzake: fijn stof, BC, CO, zware metalen, PAK.</p>	<p>Deze duiding zal onderdeel zijn van de eindrapportage. Bij duiding zal worden ingegaan op twee aspecten: 1) relatie met de emissies vanuit ESD-SIC en 2) evaluatie van concentratieniveaus tov grenswaarden en normen. Voor het tweede punt zullen er jaargemiddelde concentraties worden berekend (obv modelberekeningen).</p>
<p><i>"Daarnaast zijn een aantal karakteristieke vluchtige (zwavel)koolwaterstoffen geïdentificeerd, waaronder koolstofdissulfide, carbonylsulfide, dimethylsulfiden, methyl(benzo)thiophenen en gemethyleerde naftalenen Deze stoffen zijn waarschijnlijk de oorzaak van de stankoverlast. Deze metingen worden in een later stadium gebruikt als invoerput voor modelberekeningen om de verspreiding van stoffen vanuit het ESD-SIC-terrein in kaart te brengen."</i> Page 6 Voorstel fase 2 luchtmeetnet Oosterhorn</p> <p>Evaluatievraag: graag duiding obv bovenstaande modelberekening en verspreiding van deze stoffen irt meldingen patronen en e.d.</p>	<p>Voor de geurstoffen zullen, net zoals voor de andere componenten ook op basis van modelberekeningen jaargemiddelde concentraties worden berekend en zullen concentratieprofielen worden geproduceerd. Zoals eerder ook aangegeven kunnen we ook piekconcentraties aan geurstoffen (opv CO) relateren aan de geurklachten. Echter hiervoor is inzage nodig in de geurklachten (locatie en tijdstip van klacht). Deze duiding zal onderdeel zijn van de eindrapportage.</p>

Vraag provincie	Antwoord TNO
<p>In fase 2 zullen deze emissies (blazers) worden geschat aan de hand van metingen op de hoofdstations aangevuld met modelberekeningen. "Aanvullende <i>emissie</i>- en verspreidingsmetingen in de nabijheid en verder weg van het ESD-SiC terrein tijdens het afbouwen van ovens om de relatie tussen CO en stank veroorzakende vluchtige (zwavelhoudende) koolwaterstoffen te bevestigen. Deze metingen vervangen de emissiemetingen op het ESD-SiC terrein zelf tijdens de afbouw van ovens. Het blijkt namelijk onmogelijk om op het ESD-SiC terrein metingen uit te voeren." blz. 9 Evaluatievraag: Graag duiding obv de hierboven geschetste aanpak en voorstel voortzetting. Hierbij graag antwoord op de vraag, wat de vermoedelijk bijdrage is van blazers tov de jaargemiddelde blootstelling irt diffuse verspreiding vanaf het terrein voor zware metalen.</p>	<p>Dit zal onderdeel zijn van de eindrapportage. Hierbij zal gebruik worden gemaakt van het depositieonderzoek in sneeuw als gevolg van de blazer in januari 2019.</p>
<p>Modelberekeningen van de emissiesterkte van ESD-SiC en het verspreidingsgebied inclusief iso-contour lijnen op basis van de resultaten van emissiemetingen en de meetstations. Op basis hiervan kunnen jaargemiddelde concentraties worden geschat in de omgeving Oosterhorn voor alle relevante chemische componenten. Specifiek voor SiC vezels zal dit in het aanvullende SiC-vezel onderzoek worden gedaan; losgekoppeld van fase 2. Rapportagevraag: wat is het beeld?</p>	<p>Is uitgevoerd en is ieder geval onderdeel zijn van de eindrapportage.</p>
<p>Rapportagevraag: graag onderbouwing in hoeverre de aangetroffen depositie monsters representatief zijn voor modelberekeningen qua hoeveelheid, meteo, categorie blazer etc.</p>	<p>Deze onderbouwing zal worden gegeven en zal onderdeel zijn van de eindrapportage. Om de representativiteit te kunnen beoordelen van de onderzochte blazer (januari 2019) ten opzichte van andere blazers is een overzicht nodig van de opgetreden blazers met categorie indeling van de afgelopen paar jaar. Deze ontbreekt op dit moment. De modelomrekening van de depositiemonsters in sneeuw naar luchtconcentraties tijdens de blazer gaat gepaard met diverse onzekerheden, zoals al verwoord in de notitie betreffende de blazer-depositiemonsters. Deze onzekerheden hebben te maken met de exacte tijdsduur van de blazer (dit heeft effect op de uiteindelijke concentratie in de lucht), de uitstoot van chemische componenten door de blazer (de uitstoot van fijn stof en chemische componenten kunnen een ander tijdpatroon hebben dan de uitstoot van zichtbaar grof stof, m.a.w. de emissie van fijn stof kan langer voortduren dan de momentane</p>

Vraag provincie	Antwoord TNO
	<p>uitstoot van grof stof gedurende de blazer) en de emissie van deeltjesconglomeraten (in de verzamelde sneeuw depositiemonster vallen de stof/vezelconglomeraten uit elkaar en SiC vezels worden als afzonderlijke respirabele vezels geanalyseerd, terwijl ze in de lucht mogelijk gehecht waren aan grof stofdeeltjes die niet respirabel zijn)</p>
<p>Evaluatievraag: adviseren jullie obv de uitkomsten tot dusverre een tussentijdse wijziging qua meetopstelling, methodieken, te meten stoffen die meer inzicht geeft in de luchtkwaliteit/geurbelasting, zonder dat deze wijzigingen de uitgangspunten van de offerte en aanbesteding afbreken?</p>	<p>Nee, het ingerichte meetnetwerk en de gemeten stoffen zijn effectief gebleken om een goed totaalbeeld te schetsen van de algehele luchtkwaliteit en geurbelasting in de omgeving Oosterhorn. Wij zien dan ook geen redenen om tussentijds wijzigingen door te voeren. Als kanttekening moet worden gemeld dat het niet goed mogelijk is gebleken om een goed beeld te krijgen van de blazers. Uit de metingen blijkt echter tot dusverre niet dat de blazers een groot effect hebben op de concentratie van vezels of andere stoffen. Het lijkt er op dat de luchtkwaliteit en geurbelasting voornamelijk bepaald wordt door diffuse emissies atijds de normale bedrijfsvoering .</p>
<p>"De gemeten CO en BC piekconcentraties tijdens de blazers kunnen goed worden vertaald naar concentraties aan schadelijke componenten (vluchtige geur veroorzakende stoffen, PAK, zware metalen, siliciumcarbide vezels), zodat piekconcentraties aan deze componenten tijdens blazers kunnen worden berekend. Wel is het zo dat onduidelijk blijft of de deeltjes in de blazerpluim terecht gekomen zijn in het monster genomen op het meetstation." blz. 5 Evaluatie/rapportagevraag: correlatie CO en BC irt ZM en SiC en aan te dragen alternatieven separaat vermelden en voorstel bijdrage blazer en diffuse verspreiding te kunnen onderscheiden.</p>	<p>De diverse correlaties tussen de concentraties van CO en geurstoffen en BC en metalen en SiC-vezels zullen worden behandeld in de eindrapportage. CO en geurstoffen hebben een duidelijke correlatie, voor BC, metalen en SiC is deze relatie minder duidelijk. Dit heeft te maken met de relatief kleine bijdragen van zware metalen en BC vanuit ESD-SiC vergeleken met het achtergrondniveau. Uit de correlaties blijkt wel dat BC en SiC vezels redelijk gecorreleerd zijn met uitzondering van een aantal uitschieters voor SiC (in ca. 3 perioden zijn hoge SiC concentraties gemeten terwijl BC en metaalconcentraties laag bleven). Dit doet vermoeden dat de SiC vezel emissie wordt veroorzaakt door mogelijk verschillende processen, bijvoorbeeld op/afbouw ovens en verdere verwerking SiC product. Zoals hierboven aangegeven lijkt de bijdrage van de blazers op de algehele luchtkwaliteit klein. Diffuse emissie tijdens normale bedrijfsvoering is waarschijnlijk de voornaamste bron met het meeste effect op de luchtkwaliteit op de meetstations en daaromheen. Dit zal verder worden onderbouwd in de eindrapportage</p>

Vraag provincie	Antwoord TNO
Wat doen we met veegmonsters?	Veegmonsters maken vooralsnog geen onderdeel uit van het project. Veegmonsters kunnen wel informatie geven over het mogelijke aandeel van resuspensie op de luchtkwaliteit ten opzichte van de emissies vanuit ESD-SIC. Hiervoor zijn inmiddels al bodemonsters geanalyseerd waaruit het effect van resuspensie op de uiteindelijke concentratie in de lucht als zeer klein wordt ingeschat. De analyse van bodemonsters gaat wel gepaard met hoge detectiegrenzen, waardoor het zinvol kan zijn om dit onderzoek uit te breiden met veegmonsters nabij de meetlocaties. Hierdoor kan beter inzicht worden gegeven in het aandeel van resuspensie van SiC vezels.
Rapportagevraag: Graag duiding meetresultaten tot dusverre inzake: fijn stof, BC, CO, zware metalen, PAK irt eventuele voortzetting van bepaalde onderdelen. Focus ligt hierbij niet zozeer op landelijke normen, maar meer op afwijken van wat wij weten/verwachten. Bijv. afwijken fijn stof tav landelijke modelberekeningen.	In de uiteindelijke eindrapportage zal duiding worden gegeven aan de meetresultaten, hierbij zal tevens een vergelijking worden gemaakt met het landelijke beeld van de betreffende stoffen en zullen afwijkingen ten opzichte van het landelijke beeld worden benoemd en zullen mogelijke emissiebronnen worden aangegeven.
Wat betekent het (organisatorisch/financieel) om bestaande meetpunten fijn stof te laten voldoen aan SRM, cq landelijk luchtmeetnet?	De standard reference method voor PM10 is de gravimetrisch bepaling op basis van filtermetingen. Deze methode wordt niet op alle meetstations van het landelijk luchtmeetnet gebruikt, maar slechts op enkele stations om de continue monitoren voor fijn stof te kunnen calibreren. Door TNO wordt nu ook al deze SRM maandelijks toegepast binnen het meetnet. Dit betekent dat maandgemiddelde concentraties van PM10 en grof stof bekend zijn. Op dit moment wordt fijn stof continu gemeten met sensoren, dit zijn geen 'high end' monitors zoals die in het landelijk meetnet luchtkwaliteit worden gebruikt. Dit betekent dat in absolute zin (in ug/m3) de meetdata minder nauwkeurig is, echter variaties en trends in fijn stof concentraties kunnen met deze sensoren goed in beeld worden gebracht. In combinatie met de maandelijks SRM fijn stof concentraties wordt hiermee voldaan aan de uitgangspunten van de offerte. TNO heeft enkele van deze 'high end' monitoren tot zijn beschikking maar niet genoeg om op elke meetlocatie een monitor te kunnen plaatsen. Monitoren kunnen worden aangeschaft maar kosten enkele tienduizenden euros per monitor.

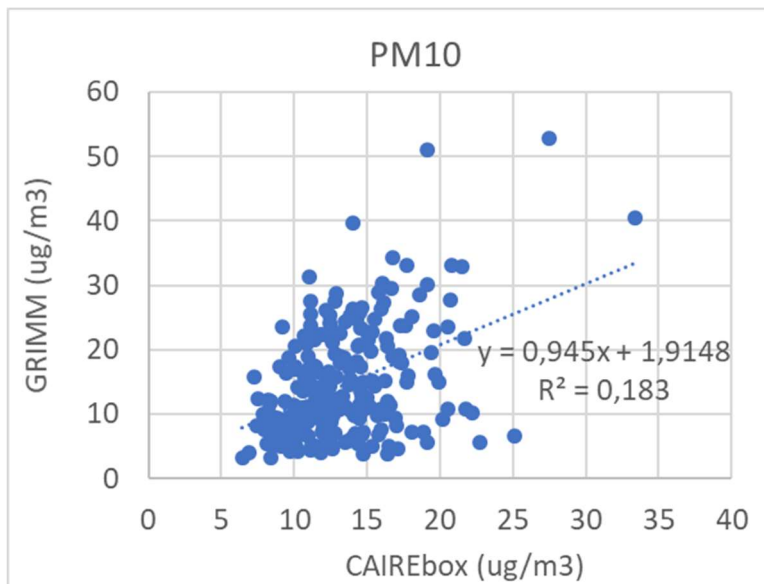
Vraag provincie	Antwoord TNO
<p>Graag onderbouwing over hoe wel netto effect blazers via uitbreiding van meetnet kan worden gemeten (meer meetlocaties/gevoeliger apparatuur?)</p>	<p>Zoals eerder aangegeven is niet vastgesteld dan effect van de blazers op de concentraties op de meetstations erg groot is. Onderbouwing is onderdeel van de eindrapportage. Een beter beeld van het effect van de blazers kan op meerdere manieren worden verkregen. Door het meetnetwerk langer te laten staan worden meer datapunten met/zonder blazers verkregen. Daardoor kan statistisch beter onderzocht worden wat het netto effect is van een blazer. Anderzijds kan met metingen in de blazerpluim zelf het netto effect worden onderzocht. Het sneeuwonderzoek heeft overigens wel veel inzicht opgeleverd. Tot dusver zijn geen eenvoudige mogelijkheden gevonden om rechtsreeks in de blazerpluim te meten.</p>
<p>Graag in verlengde van voorgaande vraag, voorstel voor voortzetting van huidige meetnet vwb monsternames SiC, waarbij zowel netto effect blazers, toezicht op emissie (hoeveelheid SiC minus resuspensie als gedegen methode om MTR te toetsen inzit. N.b. Separate concept offerte.</p>	<p>Dit voorstel zal worden uitgewerkt en zal gezamenlijk met het eindrapport worden verstuurd.</p>
<p>In fase 2 zullen deze emissies (blazers) worden geschat aan de hand van metingen op de hoofdstations aangevuld met modelberekeningen. blz. 9 Graag duiding obv de hierboven geschetste aanpak en voorstel voortzetting. Hierbij graag antwoord op de vraag, wat de vermoedelijk bijdrage is van blazers tov de jaargemiddelde blootstelling irt diffuse verspreiding vanaf het terrein voor SiC.</p>	<p>Zoals hierboven aangegeven, blijkt op basis van de meetresultaten de bijdrage van de blazers op de algehele luchtkwaliteit marginaal. Diffuse verspreiding is de voornaamste emissiebron met het meeste effect op de algehele luchtkwaliteit. Dit zal verder worden onderbouwd in de eindrapportage. De metingen zullen hierbij worden ondersteund door modelberekeningen om het aandeel van de blazers beter in te kunnen schatten.</p>
<p>Graag onderbouwing in hoeverre de aangetroffen depositie monsters bruikbaar zijn voor modelberekeningen qua hoeveelheid, meteo, categorie blazer etc.</p>	<p>Zie het antwoord op de vergelijkbare vraag hierboven.</p>
<p><i>"Modelberekeningen van de emissiesterkte van ESD-SiC en het verspreidingsgebied inclusief iso-contour lijnen op basis van de resultaten van emissiemetingen en de meetstations. Op basis hiervan kunnen jaargemiddelde concentraties worden geschat in de omgeving Oosterhorn voor alle relevante chemische componenten. Specifiek voor SiC vezels zal dit in het aanvullende SiC-vezel onderzoek worden gedaan; losgekoppeld van fase 2. blz. 9</i> Graag onderbouwing of de berekeningsmethodiek en onzekerheidsfactor aansluit bij het toetsen van bijv. een MTR en/of een aangevraagde hoeveelheid te emitteren SiC irt immissie.</p>	<p>Deze onderbouwing is onderdeel van een separate notitie waarin ook de resultaten van de eerste modelberekeningen worden gepresenteerd.</p>

Vraag provincie	Antwoord TNO
<p>In fase 2 zullen deze emissies (blazers) worden geschat aan de hand van metingen op de hoofdstations aangevuld met modelberekeningen. "Aanvullende emissie- en verspreidingsmetingen in de nabijheid en verder weg van het ESD-SiC terrein tijdens het afbouwen van ovens om de relatie tussen CO en stank veroorzakende vluchtige (zwavelhoudende) koolwaterstoffen te bevestigen. Deze metingen vervangen de emissiemetingen op het ESD-SiC terrein zelf tijdens de afbouw van ovens. Het blijkt namelijk onmogelijk om op het ESD-SiC terrein metingen uit te voeren." blz. 9</p> <p>Graag duiding obv de hierboven geschetste aanpak en voorstel voortzetting. Hierbij graag antwoord op de vraag, wat de vermoedelijke bijdrage is van blazers tov de jaargemiddelde blootstelling irt diffuse verspreiding vanaf het terrein voor zware metalen.Ook interessant om te verkennen wat er nodig om over langere periodes de emissie van bijv. SiC te meten/af te leiden om zo te toetsen of en hoe er aan de minimalisatieplicht van SiC wordt voldaan.</p>	<p>De antwoorden op deze vragen zijn in eerdere vragen hierboven al aan bod gekomen. Met betrekking tot de SiC vezels zal hier in de separate notitie (zoals hierboven aangegeven) op in worden gegaan.</p>
<p>Graag hypothese oorzaak van SiC imissie: blazers, blazers, resuspensie via terrein, diffuse verspreiding via ovens, resuspensie door werkzaamheden, verspreiding door productie proces, cq materiaal?</p>	<p>De antwoorden op deze vragen zijn in eerdere vragen hierboven al aan bod gekomen. Deze hypothese is onderdeel van de eindrapportage.</p>
<p>Is voldaan aan de kwaliteitseisen bij de uitvoering van de luchtmetingen en van de laboratoriumonderzoeken?</p>	<p>ja, in de eindrapportage wordt hier verder op ingegaan</p>
<p>Extra ingekomen vragen</p>	
<p>Wat zijn de doelstellingen van de online metingen? Hebben we deze doelstellingen bereikt?</p>	<p>In eindrapportage</p>
<p>Op welke manier ondersteunen de uitkomsten van de onlinemetingen de uitkomsten van de offlinemetingen? En andersom?</p>	<p>In eindrapportage</p>
<p>Kunnen we aan de hand van de parameters van de online metingen zien dat er blazers zijn geweest?</p>	<p>In eindrapportage</p>
<p>Kunnen we aan de hand van de parameters van de offline metingen zien dat er blazers zijn geweest?</p>	<p>In eindrapportage</p>
<p>Wat is de bijdrage van de bedrijven aan de luchtkwaliteit in Oosterhorn e.o.? Of anders, wat is de luchtkwaliteit in Oosterhorn e.o. zonder de invloed van de bedrijven?</p>	<p>In eindrapportage</p>
<p>Wat is de uitkomst van de gemeten luchtkwaliteit in Oosterhorn e.o. als we deze beoordelen aan de hand van de WHO-normen?</p>	<p>In eindrapportage</p>

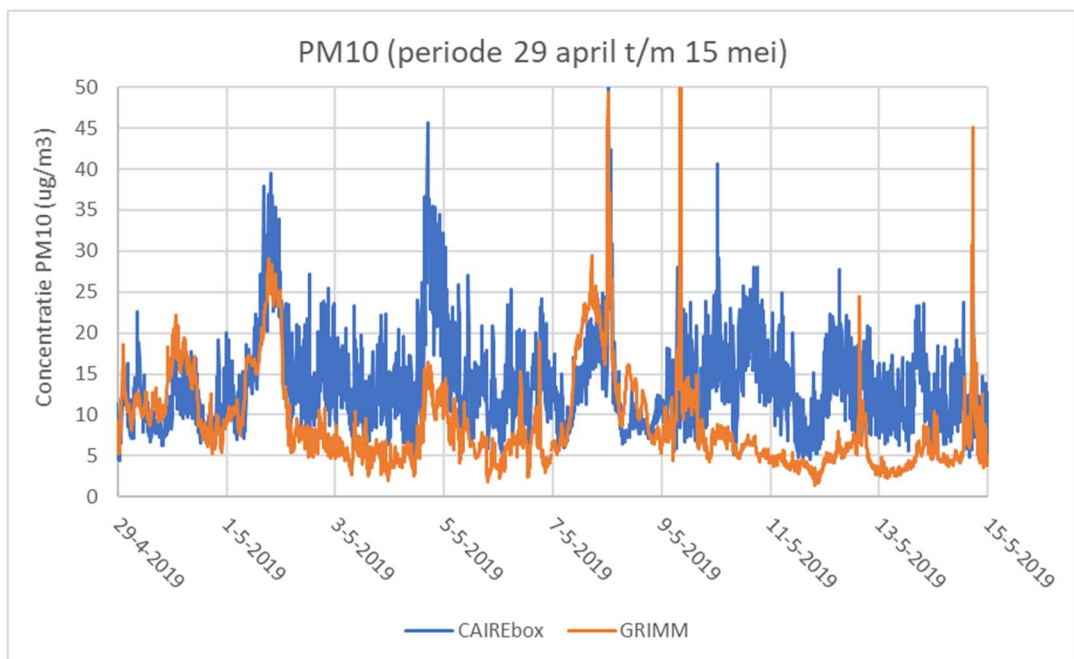
Vraag provincie	Antwoord TNO
Wat levert benchmarking op als we de gemeten luchtkwaliteit vergelijken met de luchtkwaliteit in andere (vergelijkbare) gebieden?	In eindrapportage
Wat zeggen de meetresultaten van de onlinemetingen over de resultaten van de offlinemetingen? En andersom?	In eindrapportage
Heeft de contaminatie binnen de meetopstellingen de betrouwbaarheid van het meetnet aangetast?	
Is er een verband tussen de gemeten niveaus nikkel en arseen? Stel dat dit verband er is, maakt het dan wat uit of Ni is gemeten in PM10 of TSP?	
Ik begrijp (nog) niet waarom vanaf tabel 7 er geen gemeten niveaus aan TSP en PM10 voor zv FS, bw BW en fbw WB in de tabel zijn opgenomen terwijl er wel gemeten niveaus aan zware metalen etc. bekend zijn.	
Welke informatie kunnen we halen uit de meetgegevens TSP en PM10? (effectieve meetduur en de totale hoeveelheden TSP en PM10 op de filters).	In eindrapportage
0,5 uur effectieve meetduur Wagenborgen onderbouwen aan de hand van andere gegevens over meteo-omstandigheden.	
Toelichting op gemeten waarde Cd in TSP bij de RWZI	Algemeen: de concentratie van stoffen in fijn stof varieert door allerlei oorzaken. Het is niet altijd mogelijk om een verklaring voor hoge of lage meetwaarden te geven. Naar uitbijters wordt niet specifiek gekeken. De hoge waarde voor Cd (7.7 ng/m ³ in TSP) zou een uitbijter kunnen zijn.
Toelichting op de hoge meetwaarde aan arseen.	lijkt een uitbijter van 38 ng/m ³
Benzo(a)pyreen geeft in deze meetperiode relatief hoge niveaus. Welk beeld laten de onlinemetingen zien in deze periode als het gaat om EC? Zie ook tabel 10.	klopt. Geen goede verklaring. Andere batches bij ESD-SIC? Onwaarschijnlijk dat meteorologische variaties op alle stations hetzelfde zouden zijn.
Relatieve hoge niveaus aan arseen op bijna alle meetstations. Toelichting.	klopt geen verklaring. Andere batches bij ESD-SIC? Onwaarschijnlijk dat meteorologische variaties op alle stations hetzelfde zouden zijn.
Nikkelniveaus opvallend laag op alle meetstations vergeleken met andere meetsessies! Toelichting.	Ook andere batches bij ESD-SIC. Onwaarschijnlijk dat meteorologische variaties op alle stations hetzelfde zouden zijn.
Waarom gebruiken we de gemiddelden van de andere meetstations niet?	omdat er daar nog geen 12 van zijn.
Gemiddelde effectieve meetduur opnemen in de tabel.	Kan veel vragen oproepen. En er zijn geen enorme uitbijters, op enkele geregistreerde problemen na.
Wat zegt de standaarddeviatie over de gemiddelde waarde? Toelichting	De standaard deviatie geeft de spreiding in de meetresultaten waaruit het gemiddelde is opgebouwd. Als de spreiding hoog is en het

Vraag provincie	Antwoord TNO
	<p>aantal metingen laag dan is het gemiddelde onzekerder. Het is voornamelijk een semikwantitatieve aanduiding voor de nauwkeurigheid. Hoe de standaarddeviatie samenhangt met de nauwkeurigheid hangt af van het soort verdeling (normaal, lognormaal enz). De verdeling van de concentratie metingen is niet onderzocht. Het jaargemiddelde is berekend uit 12 metingen. Een standaard deviatie gelijk aan het gemiddelde geeft dan wellicht een onzekerheid in het gemiddelde tussen 50 en 100 %. Uitgebreider onderzoek is wellicht niet zo zinvol omdat vaak lage concentraties wellicht een grote onzekerheid hebben maar hoe dan ook laag zijn.</p>

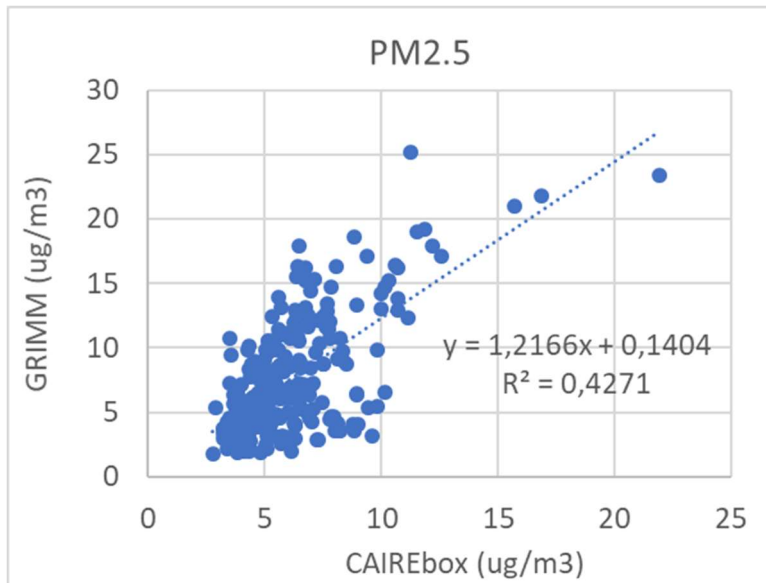
Bijlage M – Vergelijking PM data CAIREbox en GRIMM



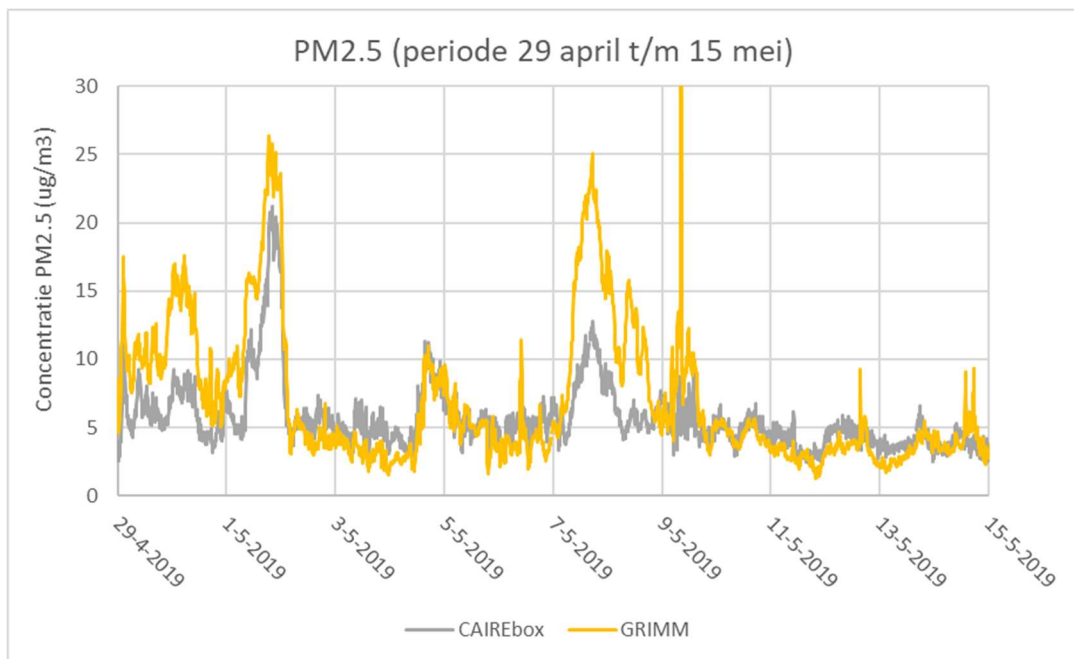
Figuur M1. Correlatie tussen PM10 data van de GRIMM monitor en de CAIREbox sensor op basis van daggemiddelde waarden voor de meetperiode 25 april tot en met 31 december 2019.



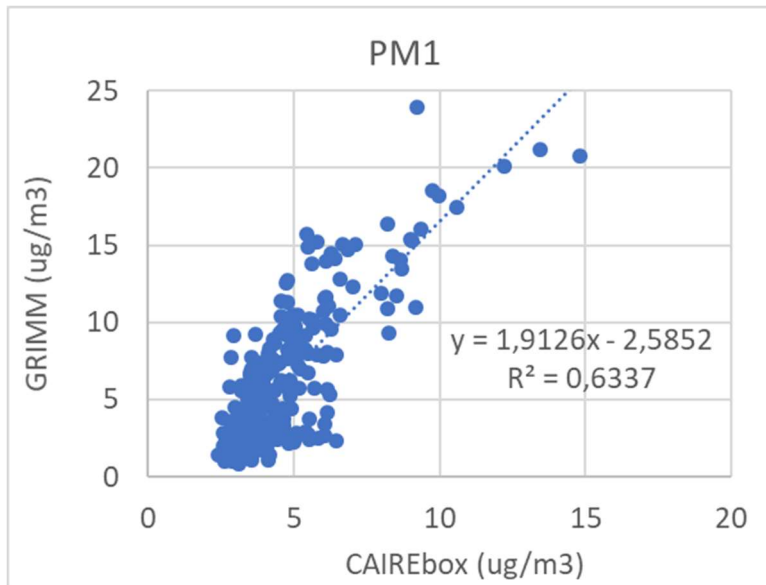
Figuur M2. Vergelijking PM10 concentraties van de GRIMM monitor en de CAIREbox sensor in de meetperiode 29 april tot en 15 mei 2019 op meetstation RWZI Delfzijl.



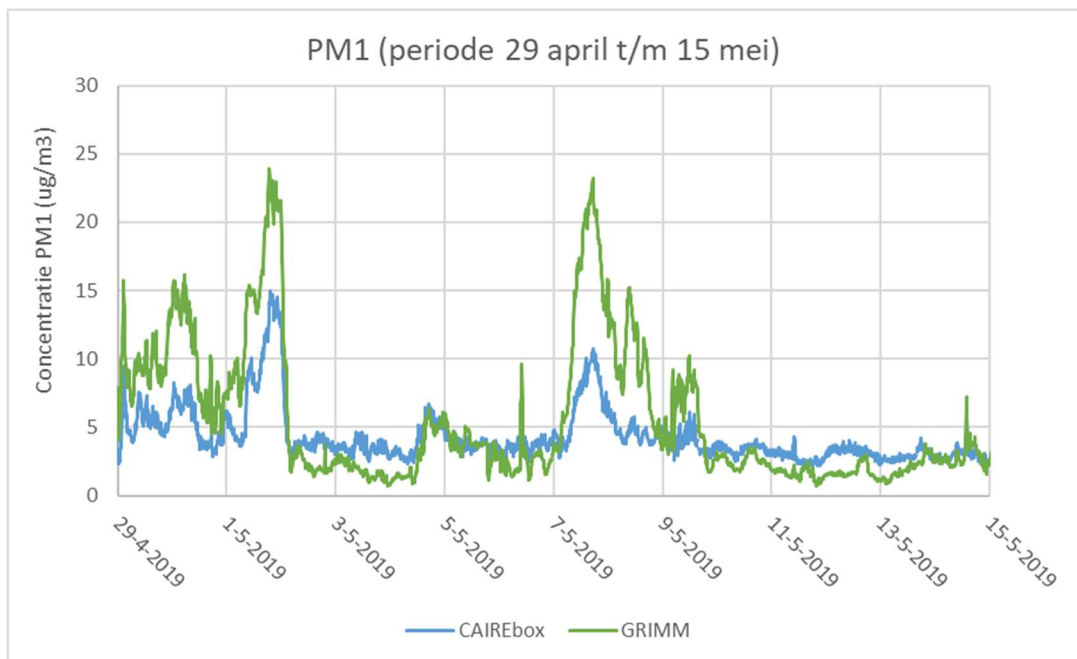
Figuur M3. Correlatie tussen PM2.5 data van de GRIMM monitor en de CAIREbox sensor op basis van daggemiddelde waarden voor de meetperiode 25 april tot en met 31 december 2019.



Figuur M4. Vergelijking PM2.5 concentraties van de GRIMM monitor en de CAIREbox sensor in de meetperiode 29 april tot en 15 mei 2019 op meetstation RWZI Delfzijl.



Figuur M5. Correlatie tussen PM1 data van de GRIMM monitor en de CAIREbox sensor op basis van daggemiddelde waarden voor de meetperiode 25 april tot en met 31 december 2019.



Figuur M6. Vergelijking PM1 concentraties van de GRIMM monitor en de CAIREbox sensor in de meetperiode 29 april tot en met 15 mei 2019 op meetstation RWZI Delfzijl.