

Notitie

Aan
Provincie Groningen

Van
Peter Tromp, Jan Duyzer

Onderwerp
Resultaten onderzoek naar het verspreidingsgebied van gedeponerd stof als gevolg van blazers

Princetonlaan 6
3584 CB Utrecht
Postbus 80015
3508 TA Utrecht

www.tno.nl

T +31 88 866 42 56

Datum
11 april 2019

Onze referentie
100320545 versie 2

E-mail
peter.tromp@tno.nl

Doorkiesnummer
+31 62049 1153

projectnummer
060.38987/01.01

Achtergrond en doelstelling

Op dit moment voert TNO onderzoek uit naar de belasting van de omgeving met schadelijk stoffen door activiteiten in het industriegebied Oosterhorn. Het bedrijf ESD-SiC in het industriegebied maakt siliciumcarbide uit cokes, kwartszand en grafiet. Bij het proces worden genoemde grondstoffen bij hoge temperatuur met elkaar in contact gebracht. Bij deze hoge temperatuur ontstaat het gewenste siliciumcarbide, een bijzonder harde, vaste stof. Met een zekere regelmaat (gemiddeld een aantal keer per maand) ontstaan tijdens het proces zogenaamde blazers waarbij een gedeelte van de ovens (waarin de genoemde grondstoffen) ontploft. Daarbij wordt een grote hoeveelheid stoffen (o.a. omloopmateriaal) de lucht in geschoten wat kan leiden tot stofoverlast in de omgeving. De klachten van omwoners in de omgeving van industriegebied Oosterhorn over stofoverlast na het optreden van blazers zijn mede aanleiding geweest voor een onderzoek naar de depositie van stof afkomstig van blazers.

Op donderdag 24 januari 2019 trad een zware blazer (klasse 4) op bij ESD-SiC. Tijdens de blazer was er een zwakke wind (windsnelheid 1 - 3 m/sec) in Zuidzuidoostelijke richting, wat betekent dat de stofpluim in de richting van Farmsum en Delfzijl terecht is gekomen. 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. Deze monsters zijn uitgebreid door TNO onderzocht op een breed scala aan fysisch-chemische parameters. Zodoende is het mogelijk om op basis van de depositiemonsters in combinatie met modelberekeningen de verspreiding van stof, siliciumcarbide vezels, PAK¹ en zware metalen in de wijde omgeving van het bedrijf ESD-SiC in kaart te brengen.

¹ Polycyclische aromatische koolwaterstoffen. Benzo(a)pyreen (BaP) is de belangrijkste vertegenwoordiger van deze groep. Voor deze stof geldt een grens waarde voor de concentratie in lucht van 1 ng/m³.

Doelstelling van het onderzoek was:

- De verspreiding van stof in de omgeving van ESD-SiC als gevolg van een blazer in kaart brengen. Met andere woorden waar komt de blazer pluim van de blazer terecht?
- De samenstelling van het neergeslagen stof met betrekking tot elementair koolstof (EC), polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK), zware metalen en siliciumcarbide vezels vast te stellen
- Een eerste schatting te maken van de maximale hoeveelheid stof die de afgelopen jaren door blazers in de bodem in de omgeving is neergekomen
- Gegevens te verzamelen die in een later stadium kunnen dienen om modellen voor de verspreiding van blazers door de lucht te verifiëren. Deze modellen kunnen dan gebruikt worden om in een later stadium jaargemiddeld de belasting door blazers te schatten.

Datum

11 april 2019

Onze referentie

100320545

Blad

2/14

Het huidige onderzoek richt zich dus voornamelijk op het neergekomen (gedeponeerde) stof. Onderliggend doel is vast te stellen hoeveel schadelijke stoffen tijdens de blazer zijn neergekomen op de bodem in de omgeving en een schatting te maken van de bodembelasting in de afgelopen jaren. Deze belasting kan worden geïnterpreteerd in het licht van streef- en interventiewaarden die gelden voor chemische stoffen in de bodem. Het onderzoek richt zich op dit moment op de belasting van de bodem en niet op de directe blootstelling van burgers via de lucht tijdens de blazers. De thans verzamelde gegevens kunnen bij dit laatste wel een rol spelen. Dit vereist echter een uitgebreide en complexe interpretatie van de gegevens die nu nog niet kon worden uitgevoerd.

Methode

Op vrijdag 25 januari 2019 (één dag na de blazer) zijn sneeuwmonsters verzameld op 8 verschillende locaties op toenemende afstand (0,8 – 6,7km) van het bedrijf ESD-SiC (zie Figuur 1). Op iedere afstand is geprobeerd in de kern (as) van de pluim te bemonsteren, dat wil zeggen dat een monster is genomen op een plek waar de deeltjes depositie zichtbaar het hoogst was (gezien loodrecht op de windrichting). Per locatie is een oppervlak van ca. 2 m² bemonsterd, waarbij alleen de bovenste 1 – 2 cm van de sneeuw is meegenomen. Voorafgaand aan de monsterneming zijn macrofoto's van het sneeuwoppervlak genomen om de deeltjesgrootteverdeling te kunnen bepalen. Voor de eerste locatie vanaf het terrein (0,8km van ESD-SiC) zijn deze macrofoto's ook gemaakt verder weg van de as van de pluim om ook de breedte van het verspreidingsgebied in kaart te kunnen brengen.

Datum

11 april 2019

Onze referentie

100320545

Blad

3/14



Figuur 1. Bemonsteringslocaties sneeuwmonsters op 25 januari 2019, waarbij de stippellijn de as van de pluim representeert en de buitenste lijn de randen van het verspreidingsgebied. Op de uitvergroting zijn de plaatsen aangegeven waar additionele macrofoto's van het sneeuwoppervlak zijn genomen voor het in kaart brengen van de breedte van het verspreidingsgebied.

De depositie monsters zijn geanalyseerd op de volgende componenten:

- Totaal stof met behulp van gravimetrische analyse
- Het veraste deel van het stof met behulp van gravimetrische analyse (dit is een maat voor de hoeveelheid grafiet en cokes)
- Elementair koolstof (EC) met behulp van thermisch-optische koolstof analyse volgens NIOSH 5040 (Diesel particulate matter as elemental carbon, method 5040: issue 3) en EUSAAR2.
- PAK inclusief benzo(a)pyreen met behulp van isotoopverdunding en GC/MS-analyse volgens een eigen methode, gebaseerd op ISO 12884. Hierbij is onderscheid gemaakt in totaal PAK (16 EPA PAK), niet vluchtige deeltjesgebonden PAK (som 8 PAK) en vluchtige PAK (som 8 PAK).
- Selectie zware metalen met behulp van hoge resolutie inductief gekoppeld massaspectrometrie (HR-ICP-MS) volgens een eigen methode gebaseerd op NEN-EN 14902. De volgende zware metalen zijn geanalyseerd arseen, lood, cadmium, nikkel, Vanadium en kwik.
- Siliciumcarbide vezels met behulp van scanning elektronenmicroscopie in combinatie met röntgenmicroanalyse (SEM/EDX) conform NEN 5898 en

NEN-ISO 14966. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen respirabele vezels groter dan 5µm en kleiner dan 5µm. Voor de vezels groter dan 5µm is tevens onderscheid gemaakt in losse vezels en vezels gehecht aan deeltjes groter dan 3µm.

De macrofoto's van de sneeuwoppervlakken zijn geanalyseerd met automatische beeldanalyse software van Olympus Scandium SIS. Met de beeldanalyse is het aantal zwarte deeltjes (o.a. cokes, grafiet en siliciumcarbide) per m² oppervlak bepaald en de deeltjesgrootte verdeling van het grove stof vanaf 40 tot 1000 µm. Op basis hiervan is de inhaleerbare stoffractie (< 100µm) afgeleid. De inhaleerbare fractie is dat deel van het aanwezige stof dat kan worden ingeademd via mond en/of neus².

Datum

11 april 2019

Onze referentie

100320545

Blad

4/14

Resultaten depositie blazer 24 januari 2019

De onderstaande tabellen geven de voornaamste resultaten van de diverse analyses weer. Tabel 1 geeft resultaten gericht op deeltjes weer, met onderscheid in koolstofhoudend materiaal zoals grafiet en cokes en anorganisch materiaal zoals siliciumcarbide en kwartszand. In deze tabel zijn ook de deeltjesaantallen van het zwarte grove stof (>40µm) opgenomen, bepaald met beeldanalyse en afgeleid daarvan de fractie inhaleerbaar stof (<100µm). Tabel 2 geeft de resultaten van de chemische analyses van PAK en zware metalen met onderscheid in vluchtige en niet vluchtige PAK en zes metalen: arseen (As), lood (Pb), cadmium (Cd), nikkel (Ni), Vanadium (V) en kwik (Hg).

Tabel 1. Resultaten van de deeltjesanalyses van de depositiemonsters (in mg/m²) op toenemende afstand van ESD-SiC, met onderscheid in totaal stof, inhaleerbaar stof, cokes, grafiet, anorganisch materiaal (siliciumcarbide en kwartszand) en deeltjesaantallen zwart grof stof.

Locatie code	Afstand tot ESD km	Totaal stof weging mg/m ²	Cokes EC mg/m ²	Grafiet asrest-EC mg/m ²	SiC + zand weging- asrest mg/m ²	Koolstof houdende fractie %	Inhaleerbaar stof <100µm % mg/m ²	Zwarte deeltjes >40µm #/m ²
S1	0,8	10260	1285	985	7990	22%	15% 1512	1,7.10 ⁶
S2	1,4	745	167	107	471	37%	24% 180	3,1.10 ⁵
S3	2,0	861	55	208	598	31%	19% 160	9,2.10 ⁴
S4	3,0	1725	89	260	1376	20%	38% 652	2,4.10 ⁵
S5	4,1	519	45	102	372	28%	51% 266	8,2.10 ⁴
S6	5,1	157	13	39	105	33%	51% 80	2,2.10 ⁴
S7	5,9	148	9	32	107	27%	70% 105	2,3.10 ⁴
S8	6,7	175	11	34	129	26%	89% 157	3,3.10 ⁴

² Binnen inhaleerbare fractie valt ook PM10 (< 10µm); dit is de zogenaamde thoracale fractie, en is dat deel van het aanwezige stof dat verder dan het strottenhoofd kan doordringen. Deze fractie zal in later stadium worden bepaald om de blootstelling van burgers tijdens het optreden van blazers in kaart te kunnen brengen.

Tabel 2. Resultaten van de chemisch analyses op PAK en zware metalen van de depositiemonsters (in mg/m²) op toenemende afstand van ESD-SiC, met onderscheid in vluchtige en niet vluchtige (deeltjesgebonden) PAK en zes metalen: arseen (As), lood (Pb), cadmium (Cd), nikkel (Ni), Vanadium (V) en kwik (Hg).

Datum

11 april 2019

Onze referentie

100320545

Blad

5/14

Locatie	Afstand tot ESD	PAK			Zware metalen					
		vluchtig	niet vluchtig	Totaal (somEPA)	As	Cd	Ni	Pb	V	Hg
code	km	µg/m ²	µg/m ²	µg/m ²	µg/m ²	µg/m ²	µg/m ²	µg/m ²	µg/m ²	µg/m ²
S1	0,8	375	1230	1600	17	8,7	135	319	538	0,090
S2	1,4	29	86	115	2,6	0,9	20	64	64	0,012
S3	2,0	15	34	49	1,5	0,3	12	16	43	0,005
S4	3,0	45	121	166	3,3	1,0	17	44	71	0,012
S5	4,1	8,2	26	34	1,2	0,3	8,6	13	29	0,006
S6	5,1	3,3	9,7	13	0,9	0,1	6,9	2,1	14	0,005
S7	5,9	2,8	7,1	10	1,4	0,2	6,3	4,6	9,6	0,006
S8	6,7	4,7	9,5	14	5,0	0,2	9,2	6,6	16	0,036

Tabel 3 geeft de resultaten van de SEM-analyses gericht op siliciumcarbide vezels. Daarbij is onderscheid gemaakt in vezels groter en kleiner dan 5µm. Daarnaast zijn de vezels groter dan 5µm verder opgedeeld in losse vezels en vezels gebonden aan deeltjes >3µm. Conform NEN-ISO 14966 worden vezels aan deeltjes >3µm niet meegeteld aangezien ze enerzijds niet meer voldoen aan de respirabele afmetingen en anderzijds wordt aangenomen dat ze niet meer dezelfde carcinogene potentie hebben. In dit geval gaat het niet om luchtmonsters maar om gedeponiseerd stof waarbij tijdens het opwerkproces ook de kans bestaat dat vezels zich aan deeltjes hechten. Hiervan uitgaande zijn in de verdere uitwerking van de resultaten voornamelijk de concentraties van alle vezels groter dan 5 µm bij elkaar opgeteld, onafhankelijk van aangehechte deeltjes. Dit is ook in overeenstemming met recente ontwikkelingen in de NEN-ISO 14966 waarbij in het najaar van 2018 is voorgesteld om geen onderscheid meer te maken in losse vezels en aan deeltjes gehechte vezels.

Tabel 3. Resultaten van de SEM/EDX analyses gericht op respirabele siliciumcarbide vezels van de depositiemonsters (in vezels/m²) op toenemende afstand van ESD-SiC, met onderscheid in vezels groter en kleiner dan 5µm inclusief verdere opdeling van de vezels groter dan 5µm in losse vezels en vezels gebonden aan deeltjes >3µm.

Datum

11 april 2019

Onze referentie

100320545

Blad

6/14

Locatie	Afstand tot ESD	Siliciumcarbide vezels				Vezeldimensies		
		Losse vezels >5µm	Vezels >5µm aan deeltje	Totaal vezels >5µm	Totaal vezels <5µm	L	D	L/D
code	km	10 ⁶ vezels/m ²	10 ⁶ vezels/m ²	10 ⁶ vezels/m ²	10 ⁶ vezels/m ²	µm	µm	
S1	0,8	26 (12 – 47)	26 (12 – 47)	51 (31 – 79)	33 (18 – 57)	8,4	0,4	22
S2	1,4	2,3 (0,7 – 5,3)	4,0 (1,6 – 7,3)	6,3 (3,4 – 10)	1,8 (0,5 – 4,6)	7,4	0,4	23
S3	2,0	1,8 (0,8 – 3,6)	1,4 (0,5 – 3,1)	3,3 (1,8 – 5,4)	1,4 (0,5 – 3,1)	5,9	0,3	21
S4	3,0	6,4 (3,6 – 11)	1,3 (0,3 – 3,8)	7,7 (4,6 – 12)	1,3 (0,3 – 3,8)	9,2	0,4	22
S5	4,1	1,0 (0,3 – 2,4)	0,6 (0,1 – 1,7)	1,6 (0,7 – 3,2)	1,2 (0,5 – 2,7)	7,2	0,4	23
S6	5,1	0,6 (0,1 – 1,4)	<0,4	0,6 (0,1 – 1,4)	0,6 (0,1 – 1,4)	7,2	0,4	18
S7	5,9	0,4 (0,2 – 0,8)	0,1 (0,1 – 0,3)	0,5 (0,3 – 0,9)	0,2 (0,1 – 0,5)	6,4	0,3	20
S8	6,7	0,6 (0,1 – 1,8)	<0,6	0,6 (0,1 – 1,8)	0,8 (0,2 – 2,0)	5,4	0,4	13

Opmerkingen:

- De getallen tussen haakjes () geven het 95% betrouwbaarheidsinterval (volgens de Poisson-statistiek)
- Wanneer geen vezels zijn aangetroffen wordt de bepalingsondergrens weergegeven (<)

Ter verduidelijking zijn de belangrijkste resultaten uit de tabellen ook grafisch weergegeven (zie Figuur 2 – 6). Daarbij is de concentratie aan verschillende type deeltjes (Figuur 2) en siliciumcarbide vezels (Figuur 3) aangetroffen in de depositiemonsters uitgezet tegen de afstand tot het bedrijf ESD-SiC. Met behulp van beeldanalyse van de macrofoto's van de sneeuw is de deeltjesgrootte-verdeling bepaald van het grove zwarte gedeponeerde stof 40-1000 µm (Figuur 4 en 6) op basis waarvan de inhaleerbare stoffractie en de concentratie aan inhaleerbaar stof is geschat (Figuur 5). Voor de eerste locatie (0,8 km van ESD-SiC) is op basis van de macrofoto's ook de breedte van het verspreidingsgebied in kaart gebracht (Figuur 6).

Datum

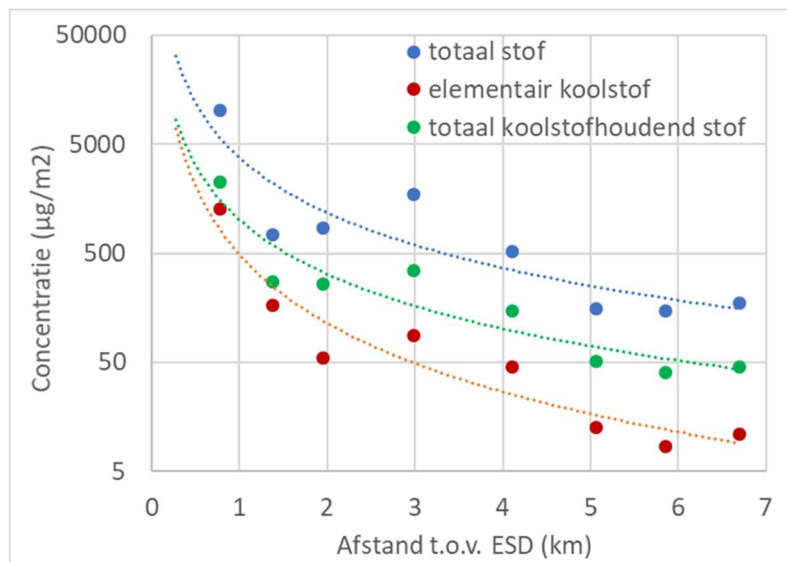
11 april 2019

Onze referentie

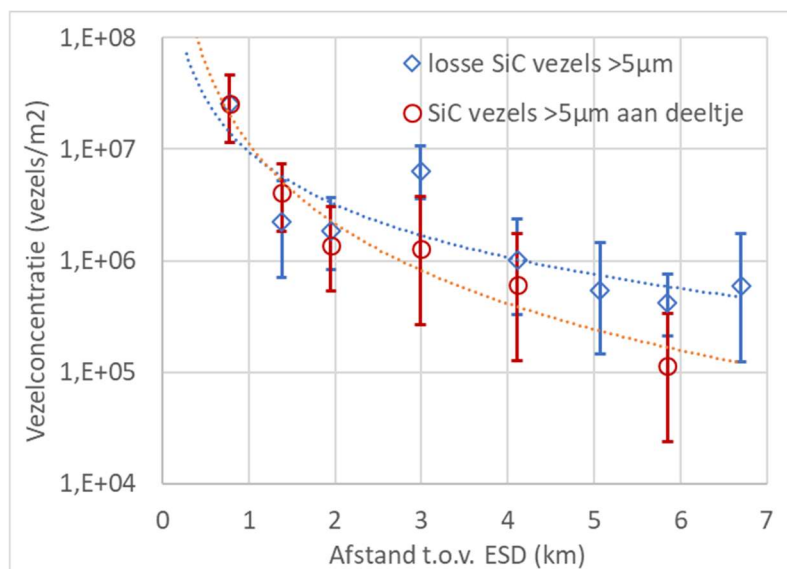
100320545

Blad

7/14



Figuur 2. De concentratie aan totaal stof, elementair koolstof (cokes) en totaal koolstofhoudend stof (cokes + grafiet) op toenemende afstand van het bedrijf ESD-SiC.



Figuur 3. De concentratie aan siliciumcarbide vezels > 5 µm, verdeeld in losse vezels en vezels gehecht aan deeltjes > 3µm op toenemende afstand van het bedrijf ESD-SiC.

Datum

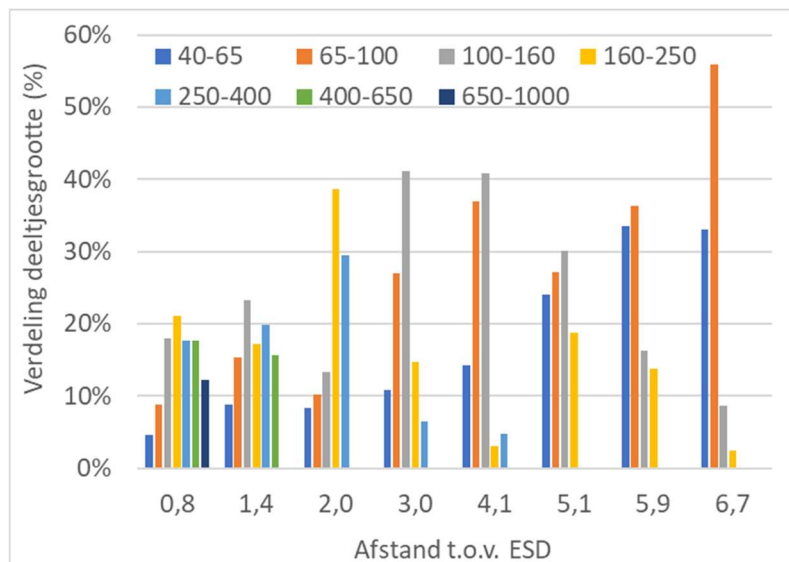
11 april 2019

Onze referentie

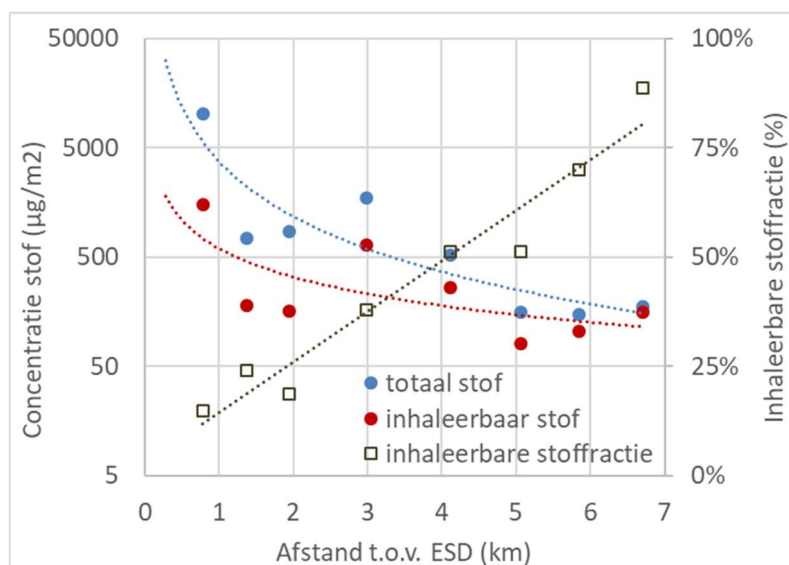
100320545

Blad

8/14



Figuur 4. Deeltjesgrootte verdeling van het grove stof $>40\mu\text{m}$ op toenemende afstand van het bedrijf ESD-SiC.



Afbeelding 5. Concentratie aan totaal stof, inhaleerbaar stof ($<100\mu\text{m}$) en de inhaleerbare stoffractie op toenemende afstand van het bedrijf ESD-SiC.

Datum

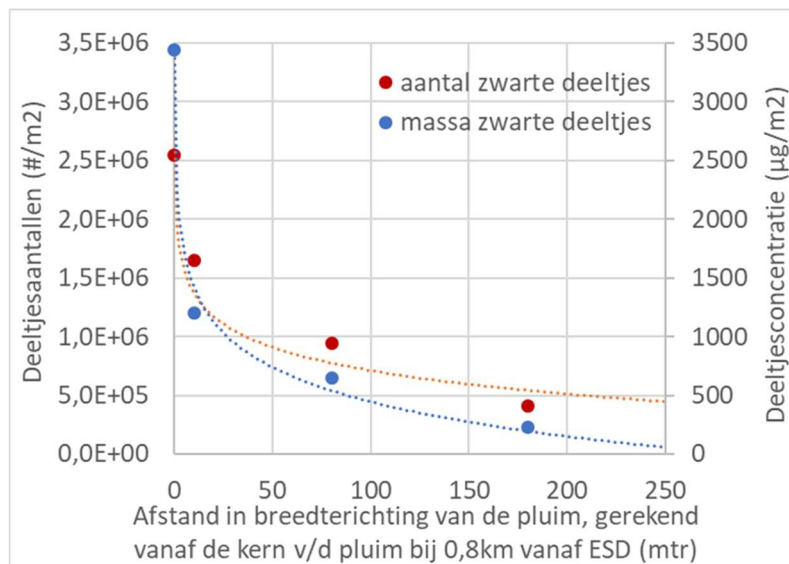
11 april 2019

Onze referentie

100320545

Blad

9/14



Figuur 6. Concentratie aan zwart stof (>40 µm) in deeltjesaantallen (#/m²) en omgerekende massa (µg/m²) op toenemende afstand in de breedterichting van de kern van de pluim voor de dichtstbijzijnde bemonsteringslocatie op 0,8km van ESD-SiC..

Uit de resultaten kan het volgende beeld van de depositie afkomstig van een blazer worden geschetst:

- Het gedeponeerde stof bestaat voor ongeveer 70% uit siliciumcarbide en kwartszand en voor ongeveer 30% uit cokes en grafiet, deze verdeling blijft met toenemende afstand tot ESD-SiC vrijwel gelijk.
- De concentratie aan totaal gedeponeerd stof neemt sterk af bij toenemende afstand tot het bedrijf ESD-SiC. Eenzelfde sterke afname is te zien voor de chemische componenten zoals elementair koolstof, PAK en ware metalen.
- De concentratie aan SiC vezels, PAK en zware metalen in het gedeponeerde stof blijft ongeveer gelijk en is niet sterk afhankelijk van de afstand tot het bedrijf ESD-SiC.
- De deeltjesgrootte van het gedeponeerde stof wordt steeds kleiner met toenemende afstand tot ESD-SiC. Ook in de breedterichting loodrecht op de pluim is dit effect zichtbaar. Op korte afstand van ESD-SiC is het aandeel aan grof materiaal heel groot met een kleine fractie inhaleerbaar stof (ca. 15%), terwijl op grotere afstand vrijwel al het gedeponeerde stof inhaleerbaar is (ca. 90%).
- De afname in massaconcentratie van gedeponeerd stof (inclusief chemische componenten) met toenemende afstand tot ESD-SiC wordt veroorzaakt door twee effecten: (1) een afname van aantallen deeltjes en (2) steeds kleiner wordende deeltjes.
- Op basis van visuele observaties en aanvullende beeldanalyse van macrofoto's van het sneeuwoppervlak is de breedte van het verspreidingsgebied vastgesteld op ca. 45 °. Op basis van pluimberekeningen

Datum

11 april 2019

Onze referentie

100320545

Blad

10/14

blijkt dat de pluim van de blazer in werkelijkheid smaller was (ca. 15 °).

Waarschijnlijk is door het meanderen van de pluim tijdens de blazer (langzaam variëren van de windrichting waardoor de pluim als het ware slingert) het verspreidingsgebied breder geworden.

- Het effect van de zware blazer (klasse 4) op 24 januari 2019 is tot een afstand van ca. 7 km duidelijk meetbaar. Omdat de pluim daarna over zee trok kon de depositie niet op grotere afstand worden gemeten, echter op basis van de huidige resultaten is de verwachting dat tot op zeker 10 km afstand van ESD-SiC het effect nog meetbaar zou moeten zijn geweest.
- Alle resultaten wijzen (ten overvloede) erop dat de bron van het gedeponeerde stof afkomstig is van de blazer op het ESD-SiC terrein.

Op basis van bovenstaande resultaten kan het volgende beeld van een blazer worden geschetst:

- Tijdens het optreden van een blazer wordt een grote massa materiaal de lucht in geschoten. De hoogte van de blazer is onzeker maar kan waarschijnlijk variëren tussen 10 en 50 meter
- De ontstane wolk deeltjes wordt door de wind in de heersende windrichting meegenomen. Hoe verder weg van de bron de wolk wordt getransporteerd hoe meer verdunning er ontstaat.
- De wolk bevat deeltjes met een zeer uiteenlopende diameter. Tijdens het transport van de wolk door de lucht zullen deze deeltjes uitzakken. Hoe snel dat gebeurt hangt af van de windsnelheid en de diameter van de deeltjes.
- De grote zware deeltjes zullen eerst uitzakken en neerslaan (deponeren) op de bodem (in dit geval de sneeuw). De kleinere deeltjes zullen er langer over doen voor ze uitzakken. Dit blijkt ook uit Figuur 6 waar op 0,8 km afstand deeltjes van wel 1 mm zijn teruggevonden, terwijl op 6,7 km de grootste deeltjes ca. 200 µm waren. De gezondheidsrelevante fijn stof deeltjes (PM10) zullen waarschijnlijk wel tientallen kilometers of meer worden getransporteerd. Het gedeponeerde stof geeft dus een inzicht in de concentratie in lucht tijdens de blazer, echter hierbij moet rekening worden gehouden met de deeltjesgrootte. Dicht bij het terrein zijn vooral de grote deeltjes oververtegenwoordigd, pas op veel grotere afstand van ESD-SiC wordt duidelijk hoever de kleinere deeltjes komen.
- Een uitvoerige interpretatie van de resultaten van de depositiemonsters waarbij rekening wordt gehouden met de deeltjesgrootte afhankelijke uitvalsnelheid van het stof en de concentraties aan PAK, zware metalen en SiC vezels in het fijne stof zal inzicht geven in de gezondheidsrelevante concentraties van deze componenten in de lucht tijdens de blazer. De modelberekeningen die hiervoor nodig zijn zullen nog worden uitgevoerd, maar maken nog geen onderdeel uit van deze rapportage.

Datum

11 april 2019

Onze referentie

100320545

Blad

11/14

Totale depositie over de afgelopen periode

Een belangrijke vraag is: hoeveel stoffen zijn er de afgelopen jaren als gevolg van blazers in de omgeving neergeslagen (gedeponeerd). Het gaat er daarbij vooral om inzicht te krijgen in hoe hoog de totale bodembelasting op dit moment is inclusief de concentraties aan schadelijk stoffen uit de pluim van de blazers. Om een dergelijke schatting te maken vanuit deze ene meting is een hele grote stap en de onzekerheid in uitkomst dus aanzienlijk. Het bedrijf ESD-SiC is opgericht in 1977. Veel gegevens over blazers sinds die periode ontbreken. Om toch een eerste inzicht te krijgen moet een aantal gegevens worden geschat. Gekozen is voor een conservatieve benadering teneinde een worst case (maximale depositie) te kunnen schatten:

- Per jaar treden gemiddeld 50 blazers op. Voor de jaren 2014 – 2018 zijn deze gegevens bekend (respectievelijk 50, 35, 29, 34 en 30 blazers). Er is aangenomen dat het aantal blazers in de periode voor 2014 vergelijkbaar was met het aantal blazers in 2014.
- De blazer op 24 januari 2019 was een zware blazer (klasse 4). Omdat geen gegevens beschikbaar zijn van andere (lichtere) blazers, is aangenomen dat alle blazers die zijn opgetreden in de afgelopen 42 jaar zware blazers zijn geweest. In werkelijkheid is dit niet het geval en is opnieuw een worst case benadering gekozen.
- Zoals reeds beargumenteerd is de breedte van het verspreidingsgebied vastgesteld op ca. 45 °. In werkelijkheid is de pluim smaller (ca. 15°), maar door het meanderen van de pluim tijdens de blazer is het verspreidingsgebied breder geworden.
- De berekeningen zijn uitgevoerd voor de meest dominante Zuidwestelijke windrichtingen. Op basis van de gegevens van het KNMI (meetstation Eelde) blijkt dat de windsectoren Westzuidwest en Zuidzuidwest het meest voorkomen met een percentage van 25% voor beide sectoren.
- Om de depositiewaarden in mg/m² te kunnen toetsen aan streef- en interventiewaarden (mg/kg) is aangenomen dat het gedeponeerde stof zich bevindt in de bovenste toplaag (1cm-mv) van de bodem. Dit houdt in dat een bodemoppervlak van 1 m² een massa heeft van ca. 20 kg, gebaseerd op een dichtheid van 2000 kg/m³.

Op basis van bovengenoemde conservatieve (worst case) aannamen is de totale depositie geschat aan SiC vezels, PAK en zware metalen (Tabel 4). De tabel laat zien dat, met uitzondering van PAK, zelfs bij een nadrukkelijke worst case benadering de verwachte concentratie in de bodem op de bemonsterde locaties niet zo hoog zijn dat streef- of interventiewaarden worden overschreden. Alleen voor PAK zou de streefwaarde kunnen worden overschreden tot op enkele km's afstand van ESD-SiC. Op basis van extrapolatie van de depositiewaarden op de bemonsteringslocaties kan tevens worden vastgesteld dat op kortere afstand van ESD-SiC voor zware metalen de streef- en interventiewaarden waarschijnlijk niet worden overschreden. Voor SiC vezels zijn geen streef- en interventiewaarden in de bodem vastgesteld. Als de depositiewaarden worden vergeleken met de interventiewaarde voor asbest (100 mg/kg) en milieuhygiënisch saneringscriterium asbest ($4,3 \times 10^{10}$ vezels/kg) is een overschrijding van deze waarden buiten het terrein van ESD-SiC niet erg waarschijnlijk. Voor PAK kan een overschrijding ten

opzichte van de interventiewaarde op korte afstand van het terrein van ESD-SiC (binnen een straal van ca. 500 meter) niet worden uitgesloten.

De resultaten moeten gezien worden in het licht van de gedane aannamen gericht op het verkrijgen van een worst case resultaat. Een bijkomende onzekerheid zijn uiteraard de concentraties in de pluim. Deze zijn op dit moment afgeleid van een enkele waarneming. Andere pluimen kunnen een heel andere samenstelling hebben en door andere meteorologische omstandigheden ook verder weg dan wel dichterbij neerkomen. Daarnaast dient ook rekening te worden gehouden met de belasting van de bodem door de reguliere activiteiten op het terrein van ESD-SiC. Deze belasting is vrijwel continu en daardoor mogelijk ook relevant.

Datum

11 april 2019

Onze referentie

100320545

Blad

12/14

Tabel 4. De totale depositie aan PAK, zware metalen en siliciumcarbide vezels over de afgelopen periode op basis van conservatieve (worst case) aannamen, uitgedrukt in mg/kg respectievelijk vezels/kg.

Locatie	Afstand tot ESD	SiC vezels		PAK	Zware metalen					
		>5µm		totaal	As	Cd	Ni	Pb	V	Hg
code	km	vezels/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	µg/kg
streefwaarde				1	29	0,8	35	85	42	300
interventiewaarde		4,3 x 10 ¹⁰ ¹	100 ²	40	55	12	210	530	250	36000
S1	0,8	6,7 x 10 ⁸	1,9	21	0,22	0,11	1,8	4,2	7,1	1,2
S2	1,4	8,3 x 10 ⁷	0,18	1,5	0,03	0,01	0,26	0,84	0,85	0,16
S3	2,0	4,3 x 10 ⁷	0,06	0,6	0,02	0,00	0,15	0,21	0,56	0,06
S4	3,0	1,0 x 10 ⁸	0,35	2,2	0,04	0,01	0,22	0,58	0,93	0,15
S5	4,1	2,1 x 10 ⁷	0,04	0,5	0,02	0,00	0,11	0,17	0,37	0,07
S6	5,1	7,2 x 10 ⁶	0,02	0,2	0,01	0,00	0,09	0,03	0,18	0,07
S7	5,9	7,1 x 10 ⁶	0,01	0,1	0,02	0,00	0,08	0,06	0,13	0,08
S8	6,7	7,9 x 10 ⁶	0,02	0,2	0,07	0,00	0,12	0,09	0,21	0,47

1 Van toepassing op asbestvezels, conform het Milieuhygiënisch Saneringscriterium Bodem, Protocol Asbest van de Circulaire Bodemsanering

2 Interventiewaarde voor asbest

Samenvatting en conclusies

Op donderdag 24 januari 2019 trad een zware blazer op bij ESD-SiC. In deze periode was de omgeving bedekt met sneeuw en was de verspreiding van stof 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. Deze monsters zijn uitgebreid door TNO onderzocht. Op basis van de analyseresultaten en aanvullende schattingen zijn de volgende conclusies getrokken:

- De concentratie aan PAK, zware metalen, elementair koolstof en SiC vezels in de sneeuwmonster genomen op verschillende plaatsen tussen 800 meter en 6,7 km van ESD-SiC is onderzocht. De monsters zijn genomen in de as van de blazer pluim, waar de concentratie aan gedeponeerd stof het hoogst is. Verder weg van de pluim as daalt de concentratie snel.
- De concentraties aan PAK, zware metalen, elementair koolstof en SiC vezels in de sneeuwmonsters nemen met toenemende afstand van het ESD-SiC terrein sterk af. Tussen een afstand van 800 meter en 6,7 km van het terrein neemt de concentratie van de meeste stoffen met een factor 100 tot 1000 af.
- Teneinde inzicht te krijgen in de belasting van de bodem in de omgeving is een zeer ruwe, eerste schatting gemaakt van de bodembelasting in de afgelopen jaren sinds de start van ESD-SiC. Daarbij is gekozen voor een uiterst conservatieve, worst case benadering voor wat betreft het aantal blazers per jaar dat optreedt, de breedte van de pluim enzovoort. Onzeker blijft natuurlijk de representativiteit van de monsters. Het betreft maar een enkele meting en door allerlei oorzaken kan de samenstelling van de blazer pluim in andere condities sterk afwijken.
- De belasting van de bodem lijkt op basis van deze ruwe, worst case schatting niet zeer hoog te zijn. De berekende concentraties van de verschillende stoffen blijkt doorgaans lager te zijn dan de streef- en interventiewaarden. Alleen de concentratie aan PAK op geringe afstand (< 500 meter) van het ESD-SiC terrein komt dicht in de buurt van de interventiewaarde. Het is aan te bevelen om, ter verificatie van de gedane schattingen, een zeer gericht en beperkt aantal monsters van de bodemtoplaag te nemen en deze op de hier geanalyseerde stoffen te onderzoeken.

Datum

11 april 2019

Onze referentie

100320545

Blad

13/14

Het huidige onderzoek is gericht op de belasting van de bodem als gevolg van blazers. Twee hiermee samenhangende aspecten dienen nog te worden onderzocht:

- De belasting van de bodem vindt niet alleen plaats tijdens het optreden van blazers maar ook tijdens de reguliere bedrijfsvoering vindt er uitstoot plaats. Deze uitstoot leidt tot continue belasting van de bodem in de omgeving. De grootte van deze belasting kan worden afgeleid uit metingen van de luchtconcentraties zoals die worden uitgevoerd in het kader van het luchtmeetnet Oosterhorn. Deze bijdrage zal in de nabije toekomst in kaart worden gebracht.
- De blootstelling van burgers via de lucht vindt tijdens blazers plaats en gedurende de perioden met reguliere bedrijfsvoering. In principe geven de metingen uit het meetnet goed inzicht in de blootstelling tijdens reguliere bedrijfsvoering. Ook de bijdrage van blazers wordt meegenomen wanneer de blazerpluim over het meetstation gaat. Gezien het aantal meetstations en het aantal blazers gedurende een jaar is de kans reëel dat één of meerdere blazers door een meetstation worden gevangen. In deze onderzoeken worden gedurende een langere periode van een jaar metingen van de concentratie van stoffen in lucht (PAK, Metalen en specifiek: SiC vezels) verricht op meerdere meetstations. De verwachting is dat hiermee ook tijdens het

optreden van meerdere blazers wordt gemonsterd en meer inzicht ontstaat in hun bijdrage

NB. De hier beschreven metingen zijn inmiddels ook gebruikt om een eerste indruk te krijgen van de bijdrage van blazers aan de concentratie in lucht (zie notitie van Duyzer, Tromp en Sterrenburg van 11 april :100320545-2 versie2)

Datum

11 april 2019

Onze referentie

100320545

Blad

14/14