PROVINCIE FLEVOLAND

Mededeling

Registratienummer
3341055
Datum
10 december 2024
Expertiseteam
ETMIL

Openbaarheid
Openbaar

Portefeuillehouder
Hofstra, H.J.

Lijst ingekomen stukken Provinciale Staten
11 december 2024

Onderwerp
Motie Windmolens en Bisfenol A

Kern mededeling:
Gedeputeerde Staten hebben besloten de motie Windmolens en Bisfenol A niet uit te voeren.

Mededeling:
Door de Provinciale Staten is op 8 november 2023 een motie aangenomen waarin gevraagd wordt om:

- Een voorstel voor onderzoek om de aanwezigheid van fijnstof, microplastics en bisfenol A (BPA) in het oppervlaktewater en in de grond rondom windmolens te meten.
- Dit onderzoeksvoorstel tevens te richten tot op welke afstand van windmolens BPA wordt aangetroffen en in welke mate windmolens bijdragen aan de uitstoot van fijnstof, microplastics en BPA.

In het rapport "Risico's windmolens op bodem- en watersysteem" dat is opgesteld door RoyalHaskoningDHV is onderzoek gedaan naar de mogelijkheden voor een onderzoek zoals voorgesteld door PS. De conclusies die daarin zijn getrokken zijn:

- De emissies van microplastic en BPA uit windmolens zijn marginaal ten opzichte van de emissies uit andere bronnen zoals verkeer, industrie en landbouw.
- BPA en microplastics kunnen zich in de lucht als fijnstof gedragen en verspreiden zich diffuus over een groot gebied over de gehele provincie. Er wordt geen lokale verhoging in depositie rond de windmolens verwacht.
- De concentratie BPA ten gevolge van emissie uit windmolens is waarschijnlijk zo laag dat dit niet meetbaar is in het bodem- en watersysteem.

Desondanks wordt door de onderzoekers aanbevolen om nader onderzoek uit te voeren vanwege de voortdurende maatschappelijke zorgen (o.a. volksgezondheid) vanuit de maatschappij, ook van buiten Flevoland, over de risico's van windmolens op het milieu.

Gezien de conclusies die zijn getrokken waaruit blijkt dat windmolens als bron van BPA marginaal is, er waarschijnlijk geen oorzakelijk verband kan worden aangetoond, de verspreiding diffuus is over de gehele provincie en verhoogde concentraties als gevolg van emissies uit windmolens naar verwachting niet meetbaar zullen zijn, wordt de motie niet uitgevoerd.

In plaats daarvan zal, mede vanuit uw geuite zorg omtrent de volksgezondheid, de focus worden gelegd op het genereren van een beter algemeen beeld van de toestand rondom BPA op een kosten-efficiënte manier.
Het rapport van RHDHV geeft voor ons aanleiding om bij reguliere monitoring van het grondwater BPA te blijven volgen in het provinciale grondwatermeetnet. We zullen dit ook met het waterschap bespreken, met als doel dat BPA ook in hun oppervlaktewatermonitoring wordt meegenomen, voor zover dat nog niet gebeurt. Hiermee krijgen we een beter inzicht in BPA in de provincie.

Mededeling

Bijlagen

Naam bijlage:	eDocs nummer:	Openbaar in de zin van de Woo (ja/nee aangeven)
Rapport RoyalHaskoningDHV Risico's windmolens op bodem- en watersysteem	3341033	Ja
Motie 2 (vreemd) – FvD, SLF, 50PLUS – bodemonderzoek Bisfenol A	3341061	Ja

Royal HaskoningDHV
Enhancing Society Together

RAPPORT

Risico's windmolens op bodem- en watersysteem

Relatieve bijdrage van BPA en microplastics

Klant:	Provincie Flevoland
Referentie:	BJ8156-RHD-003
Status:	Definitief/1
Datum:	28 oktober 2024



HASKONINGDHV NEDERLAND B.V.

Laan 1914 no.35
3818 EX Amersfoort
Netherlands
Water & Maritime
Trade register number: 56515154

Telefoon: +31 88 348 20 00
Fax: +31 33 463 36 52
Email: info@rhdhv.com
Website: royalhaskoningdhv.com

Titel document:	Risico's windmolens op bodem- en watersysteem
Sub titel:	Relatieve bijdrage van BPA en microplastics
Referentie:	BJ8156-RHD-003
Uw kenmerk	3243633
Status:	Definitief/1
Datum:	28 oktober 2024
Projectnaam:	BJ8156
Projectnummer:	BJ8156
Auteur(s):	[redacted]
Opgesteld door:	[redacted]
Gecontroleerd door:	[redacted]
Datum:	29 oktober 2024
Goedgekeurd door:	[redacted]
Datum:	30 oktober 2024
Classificatie:	Projectgerelateerd

Behoudens andersluidende afspraken met de Opdrachtgever, mag niets uit dit document worden verveelvoudigd of openbaar gemaakt of worden gebruikt voor een ander doel dan waarvoor het document is vervaardigd. HaskoningDHV Nederland B.V. aanvaardt geen enkele verantwoordelijkheid of aansprakelijkheid voor dit document, anders dan jegens de Opdrachtgever.

Let op: dit document bevat mogelijk persoonsgegevens van medewerkers van HaskoningDHV Nederland B.V.. Voordat publicatie plaatsvindt (of anderszins openbaarmaking), dient dit document te worden geanonimiseerd of dient toestemming te worden verkregen om dit document met persoonsgegevens te publiceren. Dit hoeft niet als wet- of regelgeving anonimiseren niet toestaat.

Inhoud

1 Inleiding 1
1.1 Aanleiding 1
1.2 Doelstelling 1
1.3 Leeswijzer 1

2 Bronnen van BPA, fijnstof en microplastics 2
2.1 Inleiding 2
2.2 Bisfenol-A (BPA) 3
2.3 Microplastics 6
2.4 Fijnstof 8

3 Risico's op verspreiding 10
3.1 Materiaalgebruik windmolens en erosie 10
3.2 Verplaatsing van deeltjes door de lucht 13
3.3 Depositie naar de grond en het watersysteem 15

4 Aanwezigheid van stoffen in milieu 16
4.1 Oppervlaktewater 16
4.2 Grondwater 18

5 Mogelijk meetprogramma en alternatieve aanpak 21
5.1 Een meetprogramma voor grondwater en oppervlaktewater 21
5.2 Alternatief 1: Brede meetcampagne in de provincie 23
5.3 Alternatief 2: risicogerichte benadering 24
5.4 Alternatief 3: big data deskanalyse 24
5.5 Alternatief 4: laboratoriumtesten 24

6 Conclusies en aanbevelingen 25
6.1 Conclusies 25
6.2 Bruikbaarheid van dit rapport voor andere provincies 26
6.3 Aanbevelingen 26

7 Literatuur 27

Bijlagen

Bijlage 1 Review RIVM

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

In de Provinciale Staten (PS) van Flevoland is zorg ontstaan over de mogelijke verspreiding van fijnstof, microplastics en Bisfenol-A (hierna genoemd BPA) door erosie van windmolens in Flevoland. De verspreiding van deze stoffen leidt mogelijk tot gezondheidseffecten. De Provinciale Staten van de provincie Flevoland hebben 8 november 2023 een motie aangenomen waarin gevraagd wordt om:

- Een voorstel voor onderzoek om de aanwezigheid van fijnstof, microplastics en BPA in het oppervlaktewater en in de grond rondom windmolens te meten;
- Dit onderzoeksvoorstel tevens te richten tot op welke afstand van windmolens bisfenol A wordt aangetroffen en in welke mate windmolens bijdragen aan de uitstoot van fijnstof, microplastics en BPA.

De motie richt zich ‘enkel’ op de zorg over de aanwezigheid van BPA, microplastics en fijnstof in de leefomgeving nabij windturbines. In dit rapport is ook aandacht besteed aan de achterliggende bronnen (niet alleen windmolens) en de mogelijke risico’s voor de omgeving.

Dit onderzoek is gericht op de situatie in de provincie Flevoland. Een conceptversie van dit rapport is gedeeld met de provincies Gelderland, Noord-Holland en Utrecht. De bruikbaarheid van de conclusies in dit rapport voor deze provincies wordt toegelicht in paragraaf 6.2.

1.2 Doelstelling

De provincie Flevoland heeft gevraagd om een verkenning uit te voeren naar de mogelijkheden voor de beantwoording van de twee vragen van de PS Flevoland, zoals geformuleerd in voorgaande paragraaf. Op basis van dit onderzoek kunnen vervolgstappen door de provincie genomen worden. In het onderzoek moet aandacht worden besteed aan:

- Alternatieve mogelijkheden van onderzoek;
- Of een oorzakelijk verband kan worden gelegd tussen de windmolens en de mate van verspreiding van fijnstof, microplastics en BPA;
- De geografische reikwijdte van de onderzoeksopzet. Ofwel is deze ook bruikbaar voor andere provincies;
- De globale kosten van de voorgestelde onderzoeksopzet(ten).

1.3 Leeswijzer

Na deze inleiding volgt in hoofdstuk 2 een beschouwing van bronnen van de drie beschouwde (groepen van) stoffen: Bisfenol-A, microplastics en fijnstof. Vervolgens wordt in hoofdstuk 3 een beschouwing gegeven van de mogelijke risico’s van deze stoffen van windmolens naar het milieu zoals grond, oppervlaktewater en grondwater. In hoofdstuk 4 wordt aandacht besteed aan beschikbare kennis over aanwezigheid van de beschouwde stoffen in oppervlaktewater en grondwater, zowel in Flevoland als in Nederland. Deze inzichten worden gebruikt voor een advies over de meerwaarde van een meetprogramma (hoofdstuk 5). In dit hoofdstuk gaan we ook in op mogelijke alternatieven voor een meetprogramma en geven een schatting van de bijkomende kosten van deze onderzoeken.

Het conceptrapport is beoordeeld door het RIVM. Opmerkingen van het RIVM zijn verwerkt in de definitieve versie van het rapport. De memo van het RIVM is opgenomen als bijlage 1 van dit rapport.

2 Bronnen van BPA, fijnstof en microplastics

Hoofdboodschap

- Schatting is dat alle windturbines op land in Nederland samen jaarlijks voor 2.700 kg microplastics in het milieu emitteren. Dit is naar schatting 0,0005% van de totale emissies microplastics.
- BPA en microplastics kunnen zich in de lucht als fijnstof gedragen. Voorname bronnen van fijnstof zijn verkeer, industrie en veehouderijen.
- Bisfenol-A wordt toegepast in veel producten. De hoeveelheid BPA in windmolenbladen is erg klein omdat in de bladen een epoxyhars wordt gebruikt waarin het gebruikte BPA een chemische reactie heeft ondergaan en vrijwel geheel is omgezet.

2.1 Inleiding

De vraag naar een meetprogramma komt voort uit de zorgen die zijn geuit na bestudering van de genoemde internetbronnen in onderstaand kader. Hieruit blijkt dat wieken van windmolens eroderen, en waarbij microplastics en BPA houdende coatings kunnen vrijkomen. De keuze om fijnstof te onderzoeken is hierbij niet nader in de motie gespecificeerd.

Geraadpleegde internetbronnen voor de motie van PS Flevoland van 1 november 2023

- **https://www.windwiki.nl/leading-edge-erosion-and-pollution-from-wind-turbine-blades/**
- **https://www.rivm.nl/fact-sheet-bisfenol-a-bpa**
- **https://www.rtlnieuws.nl/economie/artikel/5396751/mogelijk-gevaarlijke-stoffen-coating-windmolens-rivm-noordzee**
- **https://www.rivm.nl/sites/default/files/2022-06/Chemische_stoffen_bij_windturbines_op_zee_TG.pdf**
- **https://www.efsa.europa.eu/en/topics/topic/bisphenol**
- **https://openresearch.amsterdam/nl/page/86261/quickscan-rivm-impact-stoffenwind-op-zee**
- **https://factcheck.vlaanderen/factcheck/windturbines-verliezen-geen-62-kg-per-turbine-aan-microplastic**
- **https://www.foodpackagingforum.org/news/france-bans-bpa#:~:text=On%20January%201%2C%202015%20the,into%20direct%20contact%20with%20food.**
- **https://www.almeredezeweek.nl/nieuws/algemeen/55607/zorgen-om-bisfenol-a-in-flevolandse-wateren**

In de volgende paragrafen worden de risicostoffen kort ingeleid. Er is gekeken of gegevens beschikbaar zijn vanuit de Emissieregistratie, wat emissiebronnen in Nederland zijn en wat de mogelijke bijdrage van windmolens is aan deze emissies.

Landelijke Emissieregistratie

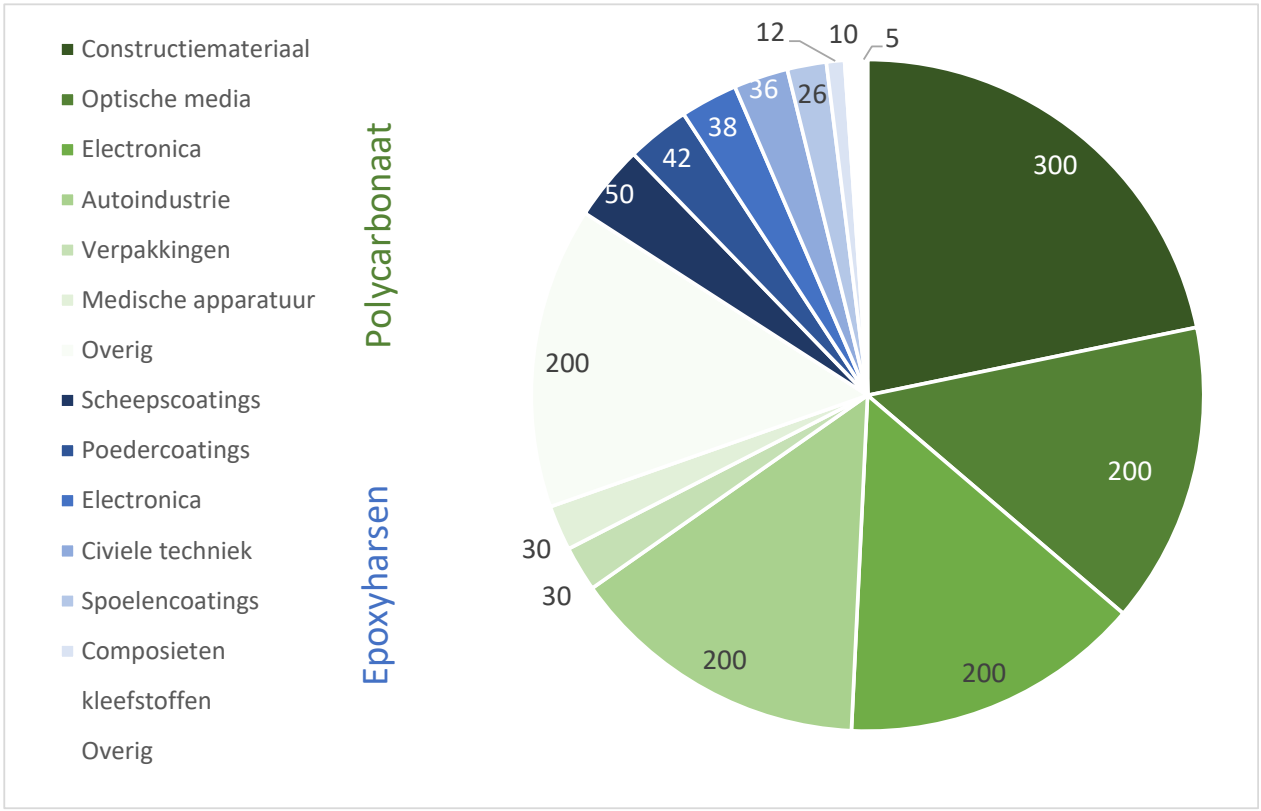
De Landelijke Emissieregistratie registreert jaarlijks de emissies van alle relevante Nederlandse bronnen. De Emissieregistratie berekent de meeste emissies zelf en controleert jaarlijks aangeleverde bedrijfsemissies. De emissiedata worden ruimtelijk verdeeld, zodat bekend is waar emissies vrijkomen. Ook worden er jaarlijks rapporten gemaakt volgens internationale afspraken.

2.2 Bisfenol-A (BPA)

Bronnen

Bisfenol A (2,2-bis(4-hydroxyphenyl)propane, hierna genoemd BPA) is een chemische grondstof die onder meer gebruikt wordt in het vervaardigen van polycarbonaat (PC) plastic en epoxy coatings (Bakker et al., 2014).

BPA is een industriële stof die op commerciële schaal al gebruikt wordt sinds 1957. Het is één van de meest geproduceerde chemicaliën ter wereld. In Europa wordt BPA gefabriceerd op zes locaties waaronder Nederland. De productie in Europa is snel gestegen van 1,8 miljoen ton in 2008 tot naar verwachting 8 miljoen ton in 2018 (Bakker et al., 2014). Het wordt voornamelijk gebruikt in polycarbonaat plastic (75%) en epoxyhars (17%) (Bakker et al., 2014). De onderverdeling van gebruik in producten van deze twee categorieën wordt weergeven in Figuur 2-1. Een onderverdeling naar gebruik in coatings in windmolens is niet gegeven in dit overzicht, omdat dit maar om een zeer beperkte hoeveelheid gaat.



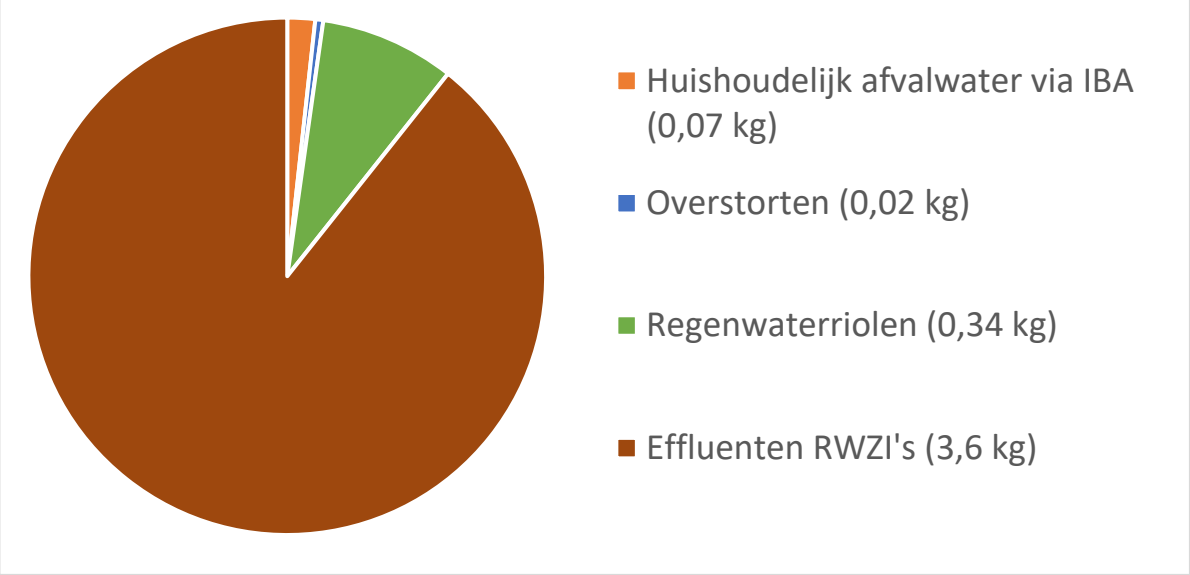
Figuur 2-1: Gebruik van BPA in producten in Europa in kiloton voor referentiejaar 2008 (op basis van informatie uit (Bakker et al., 2014)).

Epoxyharsen zijn het soort plastic dat aan de binnenkant van blikjes zit of aan de binnenkant van deksels van potjes. Bisfenol-A zit in BPA-houdende materialen die veelvuldig worden gebruikt in de productie van bouwmaterialen, elektronica, beschermende coatings en harde soorten plastic; plastic drinkbekers, broodtrommels, bestek, waterleidingpijpen, PVC en plastic speelgoed. Ook zit BPA vaak in epoxy-verven en lijmen, beschermende coatings voor auto's en schepen, cd's, bouwmaterialen en inkt bijvoorbeeld van kassabonnen[1]. Hierdoor is BPA alomtegenwoordig terug te vinden in het milieu.

[1] De toepassing in kassabonnen komt niet meer voor, zodat kassabonnen veilig gerecycled kunnen worden.

Zo werd in een screening door Rijkswaterstaat BPA gevonden in alle geanalyseerde zoetwatermonsters uit Rijkswateren (Rijkswaterstaat, 2013). Gebruik van BPA in consumentenproducten wordt door Europese regels steeds verder teruggedrongen. BPA is in de EU verboden als bestanddeel van zuigflessen, sinds 2016 is het gebruik in thermisch papier (zoals kassabonnen) beperkt en geldt nu een grenswaarde voor de hoeveelheid BPA die mag vrijkomen uit speelgoed (Bron: https://chemicalsinourlife.echa.europa.eu/nl/bisphenol-a). De Europese Commissie werkt momenteel aan een voorstel voor een verbod op BPA en andere bisfenolen in materialen die met levensmiddelen in contact komen (European Environment Agency, 2024).

De bijdrage van BPA naar het oppervlaktewater in de provincie Flevoland is ontleend aan de emissie-registratie. Het grootste deel van BPA komt via het RWZI effluent in het oppervlaktewater (Figuur 2-2). Een verdere detaillering van emissie naar (sub)sectoren ontbreekt in de emissieregistratie.



Figuur 2-2: Emissie van BPA naar het oppervlaktewater in de provincie Flevoland (Bron: data.emissieregistratie.nl)

BPA in windmolenbladen
Voor de bladen van windmolens wordt een epoxy coating gebruikt. Door het mengen van twee componenten, meestal BPA en epichloorhydrine, verhardt de vloeibare hars geleidelijk tot een harde, op glas lijkende kunststof. Tijdens dit productieproces ondergaat BPA een chemische reactie waardoor het polymeren vormt en, als het ware, 'weg reageert'. 'Deze kunststof, diglycidylether van Bisfenol A, afgekort tot DGEBA of BADGE, bevat nog maar 0,001 – 0,01% van het ongebonden BPA. Dit zou kunnen uitlogen naar de omgeving. De mate van uitloging is sterk afhankelijk van het gebruikte product, wat ook blijkt uit bio-assay experimenten met verschillende epoxy coatings (Vermeirssen et al., 2017).

Risico's
BPA heeft effect op het hormoonsysteem en immuunsysteem van de van mens. Bisfenol A kan ook een hormoonontregelende werking hebben op gewervelden dieren en vissen. Er is geen sprake van bio accumulatie, BPA verdwijnt weer uit het milieu (European Environment Agency, 2024). De risico's van BPA worden tegenwoordig hoger ingeschat dan vroeger. Dit was de reden voor de European Food Safety Authority (EFSA) om de veilige drempel voor dagelijkse inname van BPA met een factor 20.000 te verlagen (Bron: https://www.efsa.europa.eu/en/topics/topic/bisphenol). De algemene toelaatbare dagelijkse inname (TDI) is nu gesteld 0,2 ng/kg lg/dag[2]. Inname van BPA vindt in het algemeen voornamelijk plaats via voeding die in contact is geweest met BPA-houdende plastics, maar kan ook via inademing van verontreinigde lucht.

In het "Besluit activiteiten leefomgeving" geldt een emissiegrenswaarde voor de uitstoot van BPA naar de lucht van 1 mg/Nm³, vanaf een onderwaarde van een emissie van 1,25 kg/jaar. Deze regeling heeft geen betrekking op windmolens, maar geeft een idee bij welke grenswaarde regelgeving geldt voor bedrijven.

Sinds 2017 is BPA opgenomen in de lijst zeer zorgwekkende stoffen (ZZS) voor de Europese Kader-richtlijn Water (KRW). Dat heeft gevolgen voor het verlenen van vergunningen voor emissies van installaties en processen die onder deze richtlijn vallen. Gebruik van BPA wordt steeds meer aan banden gelegd, daarom zouden achtergrondconcentraties in het milieu op langere termijn moeten gaan afnemen. Specifieke bronnen van BPA zijn lastig aan te wijzen. Dit komt door de diffuse, lage concentraties die in het milieu aanwezig zijn als gevolg van veel (veelal onbekende) diffuse verontreinigende bronnen. Wel worden rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI's) doorgaans aangewezen als een belangrijke emissiebron voor BPA. Metingen van RWZI-effluent geven een geaggregeerd beeld van het bovenstroomse watersysteem waar BPA-verontreiniging zich verzamelt vanuit het rioleringsstelsel.

In de afgelopen jaren is veel aandacht uitgegaan naar de milieunormen van BPA in oppervlaktewater. Er is nog geen officiële milieukwaliteitsnorm (MKN) voor BPA vastgesteld. Het RIVM hanteert een *ad hoc* maximaal toelaatbaar risico (MTR)-norm van 64 µg/L. Deze norm zal waarschijnlijk drastisch bijgesteld worden. Dit is al gedaan voor mariene milieus, waarbij een nieuwe jaargemiddelde milieukwaliteitsnorm (JG-MKN) van $3{,}4 \times 10^{-5}$ µg/L is voorgesteld vanuit de Europese Commissie (Hof, Bakker, et al., 2023). Om dit te kunnen meten in het oppervlaktewater moet de meetmethode nog aanzienlijk verbeterd worden. Metingen in opdracht van waterschap Zuiderzeeland hadden in 2023 een rapportagegrens van 0,1 µg/l; in 2025 is dit verbeterd tot 0,0005 µg/l, nog altijd ruim boven de nieuw voorgestelde norm. BPA maakt deel uit van het standaard analysepakket voor grondwater van de provincies. Deze stof is opgenomen in perceel 4 (overig verontreinigende stoffen) van het laboratorium Omegam met een rapportagegrens van 0,005 µg/l (meetronde van 2021). Voor grondwater bestaat er nog geen norm voor BPA.

[2] *lg staat voor lichaamsgewicht in kg*

Bijdrage van windmolens
In de quickscan analyse van het RIVM (Hof, Bodar, et al., 2023) is een inschatting gemaakt van de BPA uitstoot van windturbines. Hierbij is aangenomen dat de uitstoot van BPA door windturbines aannemelijk is, op basis van studies die gedaan zijn naar BPA-uitstoot van beschermende coatings op staal in drinkwater, wegen- en waterbouwsectoren. Daarbij valt onderscheid te maken tussen directe uitloging van BPA vanuit coatings van windturbines en indirecte uitstoot door uitloging uit microplastics afkomstig van windturbines. De hoeveelheid uitloging van BPA is sterk afhankelijk van de gebruikte coatings en de omstandigheden zoals windsnelheid en locatie van de windmolen op zee of land.

2.3 Microplastics

Definitie van microplastics
Voor de term microplastics bestaan verschillende definities. In dit rapport gaan we uit van de definitie zoals deze is gegeven door het RIVM: deeltjes kleiner dan 5 mm die bestaan uit vaste, synthetische polymeren die nauwelijks afbreken en slecht wateroplosbaar zijn (Verschoor, 2015). Hieronder worden niet alleen daadwerkelijke plastics verstaan, maar ook elastomeren zoals rubber. De daadwerkelijke samenstelling van microplastics is divers en de meest gebruikte synthetische polymeren in Europa zijn polyethyleen (PE), polypropyleen (PP), polyvinylchloride (PVC), polyurethaan (PU), polyethyleentereftalaat (PET) en polystyreen (PS). BPA en microplastics kunnen zich in de lucht als fijnstof gedragen.

Er kan onderscheid gemaakt worden tussen ‘primaire’ en ‘secundaire’ microplastics (Quik et al., 2023). Primaire microplastics worden bewust geproduceerd, d.w.z. het microplastic is het beoogde product. Een voorbeeld hiervan zijn microplastics die toegevoegd zijn aan gewasbeschermingsmiddelen in de land- en tuinbouwsector of aan persoonlijke verzorgingsproducten zoals scrubs. Secundaire microplastics zijn niet intentioneel geproduceerd en ontstaan dankzij de fysische verwering van materialen, bijvoorbeeld door slijtage en uitloging (het oplossen en uitspoelen van een vaste stof). In het voorliggende rapport ligt de focus op secundaire microplastics die ontstaan door de verwering van materialen waaruit windturbines bestaan.

Bronnen van microplastics
Verreweg de meeste microplastics die we in het milieu tegenkomen zijn secundaire microplastics (Verschoor & De Valk, 2018). Uit onderzoeken van TNO en het RIVM blijkt dat het grootste gedeelte van deze microplastics afkomstig zijn van rubberbanden, gevolgd door verpakkingsmaterialen en de land- en tuinbouw (Urbanus et al., 2022; Verschoor & De Valk, 2018). Wanneer alle bronnen samengenomen worden zijn ze goed voor ongeveer 5.000 ton aan microplastic-uitstoot in Nederland. De bijdrage in de akkerbouw en bloementeelt in Nederland heeft een grote bandbreedte van 90 tot 670 ton microplastics (Bool, M., 2021). Deze stoffen worden gebruikt in kunstmest, als beschermend plastic laagje in zaden en gewasbeschermingsmiddelen. Zulke schattingen hebben grote foutmarges, omdat ze voornamelijk gebaseerd zijn op aannames en modelschattingen. Daadwerkelijke metingen en betrouwbare data over emissies zijn zeer schaars (Quik et al., 2023). De uitstoot van microplastics is niet opgenomen in de Emissieregistratie en richtlijnen voor monitoring zijn nog in ontwikkeling.

Meten van microplastics in het milieu
Microplastics ondergaan tal van veranderingen in het milieu, zoals uitloging, afbraak, fragmentatie, samenklontering en vorming van een biofilm op de deeltjes. Hierdoor verschillen microplastics sterk in vorm en samenstelling, wat de monitoring bemoeilijkt. Technieken om microplastics te bemonsteren in het milieu zijn daarom nog volop in ontwikkeling. Een recent rapport van Rijkswaterstaat beschrijft de geschiktheid van enkele technieken om zwevende stof te bemonsteren, voor de bemonstering van microplastics (Freriks et al., 2023). Hieruit blijken sedimentkisten geschikt om rivieren te bemonsteren op

zwevende stof van >0,5 µm. Deze monstermethode vergt een monsternameperiode van 2 weken of herhaaldelijke monsternames (2 x 1 week of 14 x 1 dag) om tot een representatief resultaat te komen.

In tegenstelling tot aquatische systemen is er minder bekend over concentraties van microplastics in de grond. Eén van de oorzaken is het ontbreken van goede, robuuste en kosteneffectieve methoden om microplastics te scheiden van gronddeeltjes en vervolgens te meten (Rutgers et al., 2022). Desalniettemin zijn er wel enkele technieken beschikbaar, waarbij bijvoorbeeld de massahoeveelheid van polymeren bepaald kan worden (verder beschreven in Rutgers et al., 2022).

Er komt meer nationale en internationale aandacht voor microplastics in het watermilieu. In januari 2024 is een akkoord bereikt over de herziening van de Europese Richtlijn Stedelijk Afvalwater, oftewel de Urban Wastewater Treatment Directive (UWWTD) met een verplichting om op termijn microplastics bij RWZI's en andere diffuse stedelijke bronnen te monitoren, inclusief aanwezigheid van microplastics in hemelwater en slib. De Europese Drinkwaterrichtlijn is in 2020 herzien waarin ook monitoring van microplastics is opgenomen.

Microplastics van windmolens

Zoals eerder beschreven zullen microplastics van windturbines voornamelijk vrijkomen als secundaire microplastics. In een *quickscan*-studie heeft het RIVM een inschatting proberen te maken hoe windturbines op land bijdragen aan de totale hoeveelheid microplastic-uitstoot in Nederland (Hof, Bodar, et al., 2023). De bron van deze uitstoot staat beter bekend als *leading edge erosion* (LEE): erosie van de voorkant van de bladen van windturbines vanwege het contact met regen, zand- en stofdeeltjes in de lucht. Het RIVM maakt op basis van LEE een inschatting dat één windturbine een emissie heeft van 1,01 kg (micro)plastics/jaar. Voor alle windturbines op land samen zou dit 2.700 kg/jaar zijn, ofwel 0,0005% van de totale geschatte emissie van microplastics. Door producenten van windturbines worden nog lagere hoeveelheden genoemd. Vleemo, een Vlaams windenergiebedrijf, noemt 640 gram per molen en het Deense bedrijf Vestas 150 gram voor een turbine met 3 rotorbladen.

Uitgaande van 622 windturbines en een emissie van 1,01 kg (micro)plastics/jaar per turbine is de totale geschatte emissie van microplastics in de Provincie Flevoland ten gevolge van erosie van windturbines daarmee 628 kg/jaar.

In dit stadium is het niet mogelijk om een uitspraak te doen wat de bijdrage is van windturbines in de provincie Flevoland aan de totale uitstoot van microplastics. In het landelijke beeld is de bijdrage van windturbines slechts 0,0005%. In Flevoland staan relatief veel windmolens, de relatieve bijdrage zal hier groter zijn, maar nog steeds een marginaal deel uitmaken van de totale emissie aan microplastics binnen de provincie. Andere bronnen zoals bandenslijtage, landbouwfolie en microplastics in meststoffen en gewasbeschermingsmiddelen zullen waarschijnlijk een groter deel uitmaken van de emissie microplastics in Flevoland (Rutgers et al., 2022).

Risico’s

Volgens de Wereldgezondheidsorganisatie (WHO) en het RIVM is er nog onvoldoende informatie bekend over het effect van microplastics op de mens. Er is nog veel onduidelijk; bijvoorbeeld of de microplastic deeltjes zich ophopen in het menselijk lichaam en in welke organen deze terechtkomen. Er is wel meer bekend over ecologische risico’s, plastic deeltjes kunnen invloed hebben op het ademhalen, bewegen en de voedselopname van dieren.

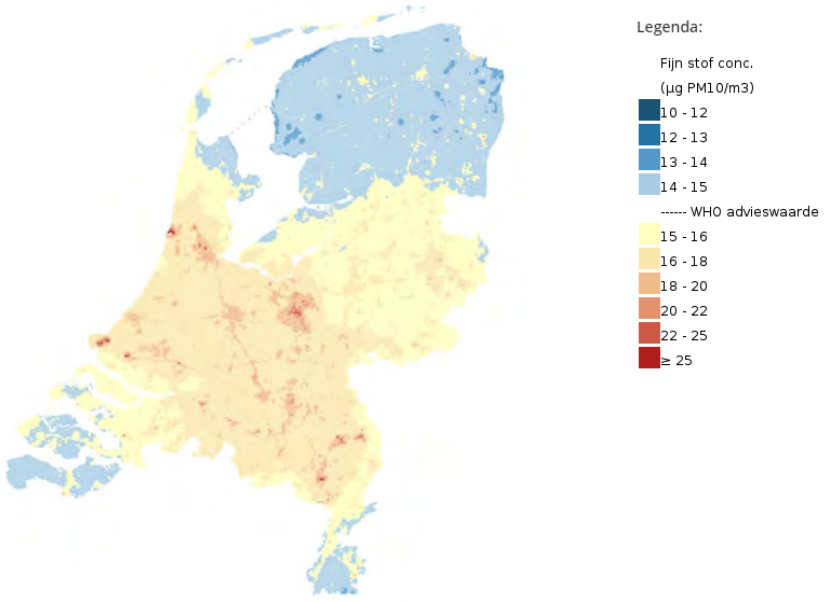
2.4 Fijnstof

Definitie van fijnstof

Fijnstof is een verzamelnaam voor alle vaste stofdeeltjes in de lucht met een doorsnede kleiner dan 10 µm (PM_{10}). Fijnstof bestaat uit allerlei soorten: chemische stoffen, fijn zand, zeezout, metaaldeeltjes en zouten. Over het algemeen bestaan de chemische stoffen uit zwaveldioxide, stikstofoxiden en ammoniak, maar ze kunnen ook elementair koolstof en andere koolstofverbindingen (zoals roet) bevatten (RIVM, n.d.). Microplastics zijn niet altijd fijnstof, daarvoor zijn de deeltjes te groot. Microplastics begint bij een korrelgrootte van 5 mm. De kleinst aangetroffen diameter van microplastic is 1,6 µm (in oceanen). Dus, microplasticdeeltjes kunnen uiteenvallen in zeer kleine deeltjes die zich als fijnstof kunnen gedragen.

Bronnen van fijnstof

De aanwezigheid van fijnstof is in Nederland sterk gecorreleerd aan verkeer, industrie en intensieve veehouderij. Metingen van de luchtkwaliteit tonen de hoogste concentraties fijnstof langs de drukke snelwegen, grote industrieterreinen zoals de Maasvlakte en intensieve veehouderijgebieden zoals de Gelderse Vallei en de Peel.



Figuur 2-3: Achtergrond fijnstofconcentraties kleiner dan 10 µm (PM_{10}) in 2022, bron: Atlas Leefomgeving.

Er zijn twee fracties fijnstof te onderscheiden PM_{10} en $PM_{2,5}$, namelijk: primair en secundair. De primaire fractie fijnstof is de fractie fijnstof dat direct de lucht in is gebracht door een natuurlijke of antropogene bron. Voorbeelden van antropogene bronnen zijn verkeer, industrie en landbouw. Terwijl fijnstof van natuurlijke oorsprong bijvoorbeeld ontstaat uit opwaaiend zeewater (zeezout) en bodemstof. Naast primair fijnstof bestaat er ook secundair fijnstof (met een doorsnede kleiner dan 2,5 µm), dat zich in de atmosfeer vormt door chemische processen. Hierbij spelen ammoniak, stikstofoxiden, zwaveldioxide en vluchtige organische stoffen een belangrijke rol.
Fijnstof is opgenomen in de Emissieregistratie en wordt ook gemeten door het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit van het RIVM. Zo was volgens de Emissieregistratie in 2022 de landelijke uitstoot PM_{10} 29,56 kt waarvan 16,84 kt als $PM_{2,5}$. De grootse bijdrager hieraan was de sector verkeer en vervoer, namelijk 8,46 kt PM_{10}, gevolgd door de sectoren “consumenten” (6,64 kt PM_{10}), landbouw (5,53 kt PM_{10}) en overige industrie (5,41 kt PM_{10}). De energiesector heeft een bijdrage van 0,12 kt PM_{10} (0,4%).

Over de uitstoot van fijnstof door windturbines is in de literatuur niets bekend. Vanuit de beschikbare informatie is het wel denkbaar dat microplastics en bisfenol A vrijkomen vanuit de coatings van windmolens, en als zodanig gezien kunnen worden als fijnstof.

Risico's

Inademen van fijnstof is slecht voor de gezondheid. Via inademing komt fijnstof terecht in neus, de bovenste en onderste luchtwegen en in de longen. Hoe kleiner de diameter van het stof, hoe dieper dit de longen binnendringt. PM_{10} (fijnstof) kan bij inademen binnendringen tot in de bovenste luchtwegen, $PM_{2,5}$ (fijnstof) tot in de diepere luchtwegen en ultrafijn stof kan tot in de longblaasjes binnendringen en hier in het bloed worden opgenomen (Bron: website RIVM).

De Europese Unie bepaalt de wettelijke normen (grenswaarden) voor de hoeveelheid fijnstof die in de lucht mag zitten. De fijnstof normen zijn vastgelegd voor jaar- en daggemiddelden. Naast de wettelijke normen heeft de Wereldgezondheidsorganisatie (WHO) gezondheidskundige advieswaarden voor fijnstof. Dit zijn waarden waarop beleid zich zou moeten richten (inspanningsplicht) om schadelijke gevolgen voor de volksgezondheid en/of het milieu te vermijden, te voorkomen of te verminderen.

Tabel 2-1: EU-grenswaarden en WHO-advieswaarden voor PM_{10} en $PM_{2,5}$

Soort waarde	Jaargemiddelde	Daggemiddelde
EU-grenswaarde PM_{10}	40 µg/m^3	50 µg/m^3 Overschrijding is toegestaan op maximaal 35 dagen per jaar
WHO-advieswaarde PM_{10}	20 µg/m^3	50 µg/m^3 Overschrijding is toegestaan op maximaal 35 dagen per jaar
EU-grenswaarde $PM_{2,5}$	25 µg/m^3	-
WHO-advieswaarde $PM_{2,5}$	10 µg/m^3	25 µg/m^3 Overschrijding is toegestaan op maximaal 35 dagen per jaar

3 Risico's op verspreiding

Hoofdboodschap

- Emissie van microplastic en BPA vindt plaats uit de coatings van de rotorbladen. De coatings verschillen en informatie over de exacte samenstelling is beperkt aanwezig.
- Emissie van microplastic en BPA deeltjes vindt plaats door de lucht over een groot gebied (vele km's) rond de windmolens. Microplastic kan zich verspreiden in hele kleine deeltjes (fijnstof) en grotere deeltjes (tot 5 mm).
- Emissie per windmolen is maximaal 14 kg microplastic en 2 gram BPA per windmolen per jaar. Het is meer waarschijnlijk dat dit ongeveer 1 kg microplastic en 0,2 gram BPA per windmolen per jaar is.
- De deeltjes microplastic worden sterk verdund in de lucht dat door de windturbine stroomt (het zog). Concentraties microplastic en BPA in de lucht direct achter de rotorbladen nemen af tot 0,03 µg/m^3 microplastic en 0,005 ng/m^3 BPA.
- Microplastic inclusief BPA verspreidt zich diffuus over het land en wateroppervlak van de provincie. De maximale emissie BPA (uitgaande van 14 kg microplastic per jaar) van alle windmolens in Flevoland per jaar is 0,1 tot 1 µg/m^2. Er wordt geen lokale verhoging rond de windmolens verwacht.
- De verwachte verhoogde concentraties BPA in de grond en het watersysteem zijn in de orde van nanogrammen per liter grond of water en zijn zo laag dat deze niet te meten zijn.

3.1 Materiaalgebruik windmolens en erosie

Productsamenstelling van windmolens

De productsamenstelling van windturbines verschilt sterk per type, model en producent. Daardoor kan de eventuele emissies van stoffen per windturbine verschillen. Er is geen compleet overzicht beschikbaar van de producten die zijn gebruikt bij het vervaardigen van windturbines op land in Nederland. De exacte samenstelling van de coatings wordt niet vrijgegeven door de producenten. Desalniettemin heeft het RIVM in haar *quickscan* een inschatting gemaakt van de materialen die gebruikt worden bij het vervaardigen van windturbines en de emissies die hier mogelijk bij vrij kunnen komen (Hof, Bodar, et al., 2023).

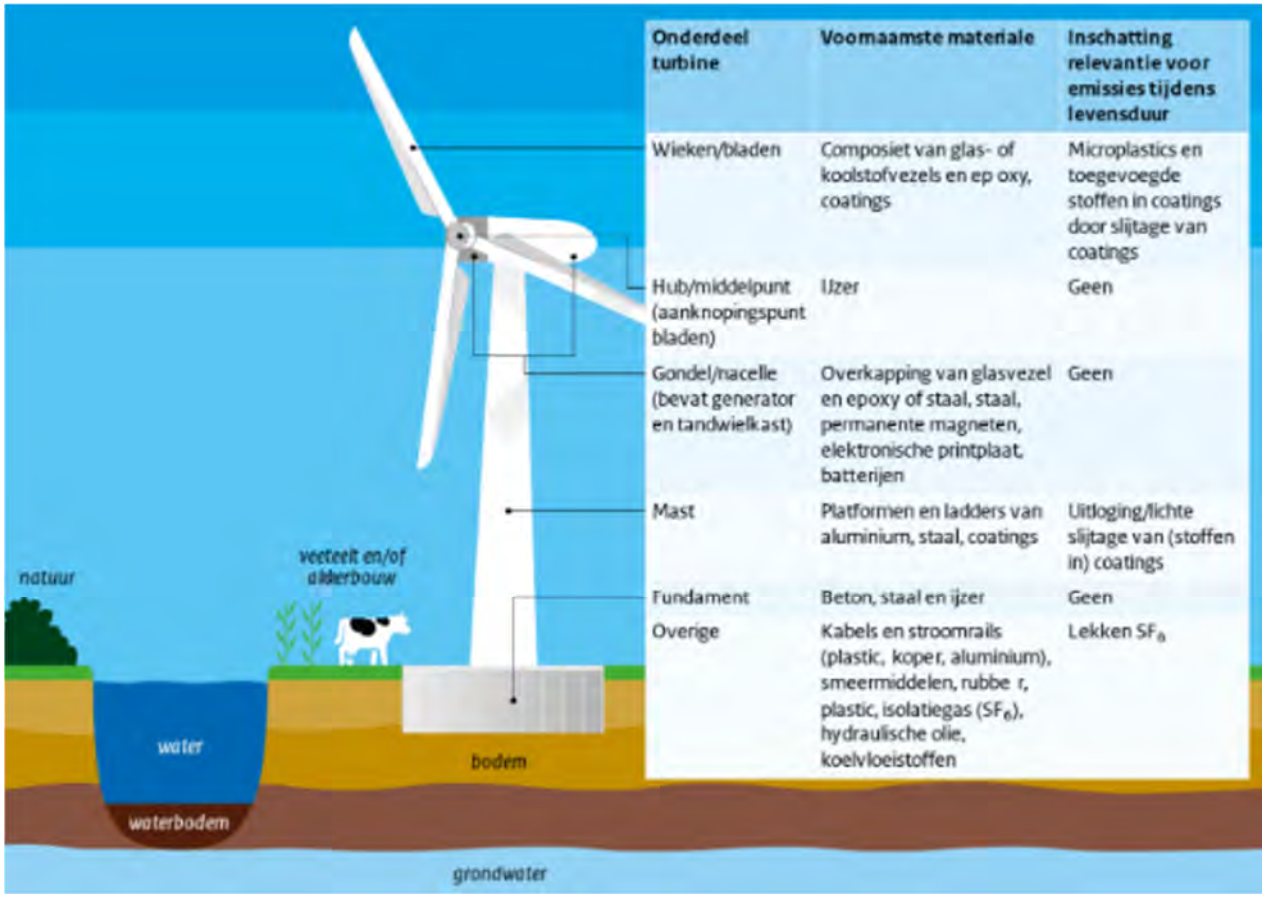
Het grootste gedeelte van een windturbine bestaat uit beton, staal en ijzer. Hiervan maken staal en ijzer ongeveer 85% uit van het totale gewicht. Daarnaast bestaat zo'n 6% uit glas- of koolstofvezel en 5% uit polymeren, welke vooral verwerkt zijn in de bladen en coatings. Het overige gewicht bestaat uit aluminium, koper, elektronica, olie en koelvloeistoffen. Tot slot heeft een windmolenpark ook nog randapparatuur nodig zoals bekabeling, schakelaars en transformators. Hierbij worden beton, plastic, aluminium, koper en isolatiegas (voor de transformators) gebruikt.

Emissiebronnen van windmolens

De meest aannemelijke emissiebronnen van BPA en microplastics van een windturbine zijn de turbine-bladen en coatings die gebruikt worden aan de buitenzijde van de windturbine (Figuur 3-1). (Delen van) deze materialen kunnen in het milieu terechtkomen door erosie (slijtage, kleine hoeveelheden materiaal brokkelen af) en door uitloging (kleine hoeveelheden materiaal lossen langzaam op in vloeistof, zoals regenwater. Afhankelijk van het materiaal dat slijt, komen hier ook microplastics bij vrij. Uitloging kan ook plaatsvinden uit materiaal dat door erosie in het milieu is terechtgekomen, zoals microplastics.

Afhankelijk van het type coating komen meer of minder stoffen vrij. Het RIVM schrijft in haar *quickscan* dat het coatingsysteem van een windturbinemast uit drie lagen bestaat. Van binnen naar buiten zijn dit een epoxylaag met metaalzouten, een epoxy tussenlaag en een topcoating op basis van polyurethaan. Ook bij de turbinebladen wordt polyurethaan gebruikt in de topcoating. Bij de vervaardiging van zowel epoxy en polyurethaan kan BPA gebruikt zijn. De uiteindelijke hoeveelheden BPA in het eindproduct zijn echter laag (< 0.1%), waardoor BPA niet is opgenomen in de productspecificaties. We hebben hiervoor de productspecificaties gecontroleerd van Vestas (Vestas, 2022) en AKZO (AKZO Nobel, 2020).

Samengevat vormen windturbines een potentiële bron voor BPA (slijtage/uitloging na erosie) en micro-plastics (erosie). De hoeveelheden BPA en microplastics die vrijkomen hangen af van de mate van erosie (voornamelijk bij turbinebladen) en uitloging (coatings of uit materiaal dat middels erosie in het milieu terechtkomt).



Onderdeel turbine	Voornaamste materiale	Inschatting relevantie voor emissies tijdens levensduur
Wieken/bladen	Composiet van glas- of koolstofvezels en epoxy, coatings	Microplastics en toegevoegde stoffen in coatings door slijtage van coatings
Hub/middelpunt (aanknopingspunt bladen)	IJzer	Geen
Gondel/nacelle (bevat generator en tandwielkast)	Overkapping van glasvezel en epoxy of staal, staal, permanente magneten, elektronische printplaat, batterijen	Geen
Mast	Platformen en ladders van aluminium, staal, coatings	Uitloging/lichte slijtage van (stoffen in) coatings
Fundament	Beton, staal en ijzer	Geen
Overige	Kabels en stroomrails (plastic, koper, aluminium), smeermiddelen, rubber, plastic, isolatiegas (SF_6), hydraulische olie, koelvloeistoffen	Lekken SF_6

Figuur 3-1: Onderdelen van een windturbine en mogelijke emissies (Bron RIVM quickscan (Hof, Bodar, et al., 2023)).

Uitloging van coating

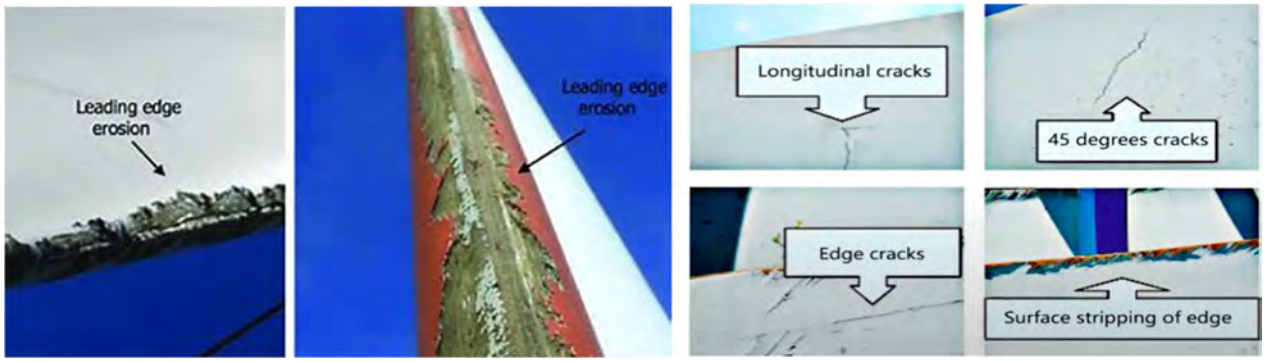
De mate van uitloging en verspreiding van uitgeloogde producten is sterk afhankelijk van de gebruikte coating. Op basis van wetenschappelijke studies heeft het RIVM een overzicht gemaakt van de mate van uitloging van BPA bij verschillende coatings van staal (Hof, Bodar, et al., 2023). De conclusies zijn gebaseerd op eerder Zwitsers onderzoek waarin coatings zijn aangeleverd door de producenten en in de rapportage zijn geanonimiseerd (Vermeirssen et al., 2017). Conclusie was dat de uitloging voor 15 van de geteste 16 epoxy-coatings, minimaal was, dat wil zeggen niet of nauwelijks te meten. Maar voor één coating was de uitloging hoog (15 mg/m^2/dag), een factor 280 hoger dan de andere producten. Depositie van uitgeloogd BPA kan plaatsvinden nabij de windmolen (directe uitstoot) of het verspreidt zich diffuus doordat de uitloging plaatsvindt na erosie. Deeltjes (met bijvoorbeeld BPA) verspreiden zich dan eerst in het milieu en zijn moeilijk terug te herleiden naar de bron.

Erosie

Depositie van microplastics vanuit windturbines vindt daarnaast plaats door verweringsprocessen (erosie, zie Figuur 3-2). Dit zal slechts in zeer lichte mate plaatsvinden op de mast van de windturbine. Volgens fabrikanten gaan coatings van windturbinemasten de gehele levensduur van de windturbine mee. De voornaamste emissiebron voor erosieproducten zoals microplastics zijn daarom de windturbinebladen. De erosie verschilt voor windmolens op zee en op land. De mate van erosie op zee is groter vanwege de meer ruwe weersomstandigheden. Resultaten van erosie van windmolens op zee mogen daarom niet gebruikt worden voor de risico's van windmolens op land.

De mate van erosie is sterk afhankelijk van de bescherming van de voorkant van de bladen, de zogenaamde leading edge protection (LEP). Het RIVM schat dat gemiddeld 1,01 kg (micro)plastic/jaar vrij kan komen per windturbine (Hof, Bodar, et al., 2023). Voor alle windturbines op land in Nederland (2679 in het rapportagejaar) telt dit op tot 2700 kg/jaar. Daarbij maakt het RIVM de kanttekening dat, afhankelijk van de toepassing van LEP, deze schatting aan de hoge kant is. Slechts een miniem gedeelte (maximaal 0,0155%) van het microplastic bestaat uit BPA. Dit resulteert in een emissie van 0,2 gram BPA per jaar. Als wordt uitgegaan van de bovenkant van de bandbreedte van een emissie van 14 kg microplastic per jaar, dan geeft dit een emissie van 2 gram BPA per windmolen per jaar.

De rotorbladen bestaan uit lagen van PET (polyetheentereftalaat) en balsahout die bij elkaar gehouden worden door een mix van glasvezel en epoxy resin. De epoxy vormt het risico voor het milieu. Een suboptimale mix van PET/balsa, bijvoorbeeld te veel PET, kan leiden tot meer scheuren en breuken, waardoor ze meer epoxyemissie veroorzaken. Rotorbladen moeten voldoen aan de ISO 12944 norm. Deze richtlijn geeft informatie over verftechnologieën, de criteria voor de selectie van verf en vereisten voor de voorbereiding van oppervlakken.



Figuur 3-2: Voorbeelden van verschillende type schade aan rotorbladen

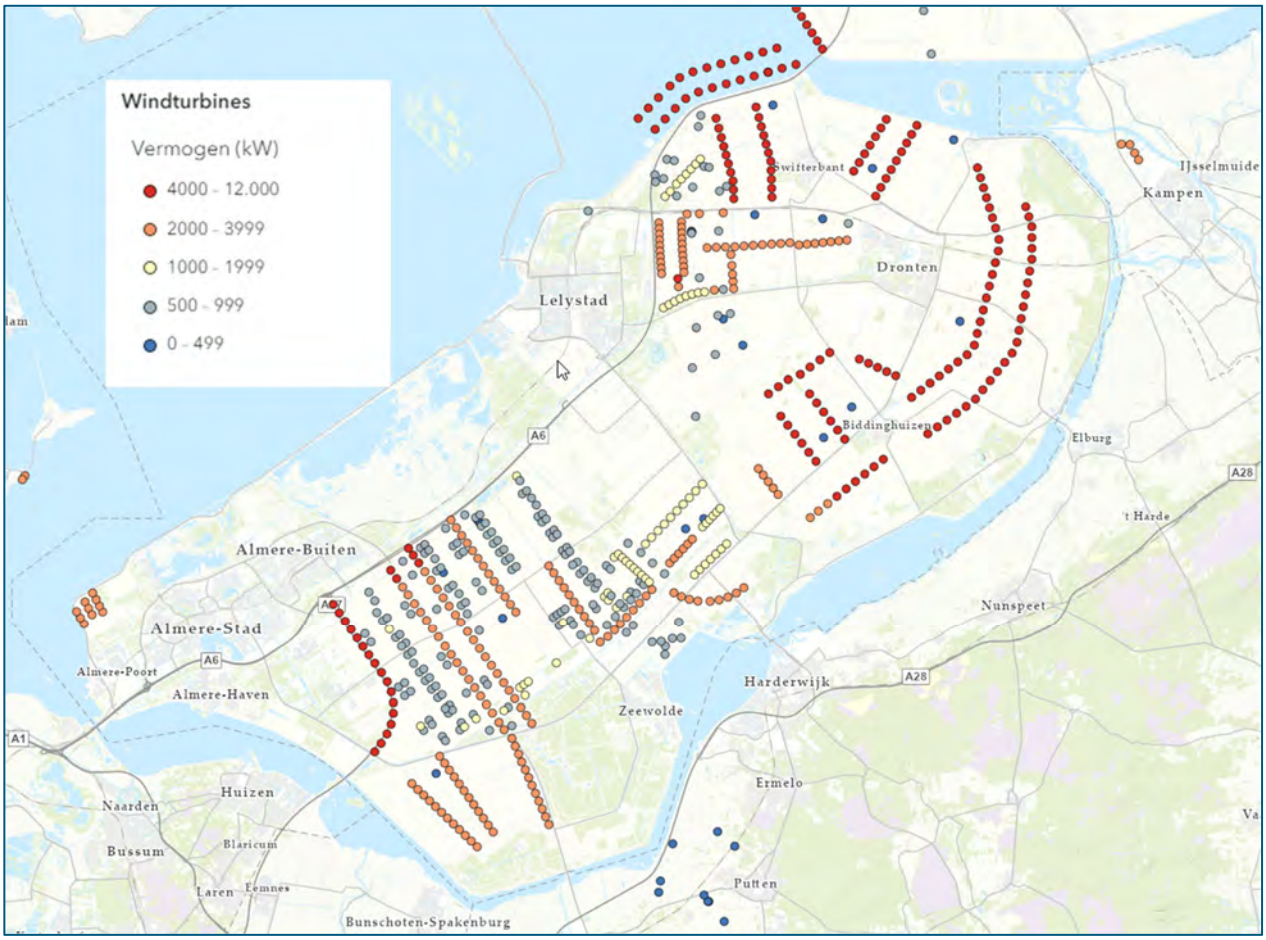
Fabrikanten werken aan een betere bescherming van de rotorbladen om zo erosie te minimaliseren. Een voorbeeld is het aanbrengen van kunststof of elastomere corrosiewerende beschermtapes of een polyurethaancoating coating op de voorrand van het blad (Katsaprakakis et al., 2021).

Verspreiding verontreinigingen tijdens onderhoud

Microplastics en BPA-deeltjes kunnen ook vrijkomen tijdens onderhoudswerkzaamheden. Ten behoeve van onderhoud worden de bladen gedemonteerd en verplaatst naar de grond in de nabije omgeving of een onderhoudswerkplaats, in geval er meer schade is aan het rotorblad. Daar worden de bladen machinaal geschuurd en wordt een nieuwe laag epoxy aangebracht. Het gebruik van een schuurmachine met een directe afzuiging kan de emissie van stofdeeltjes tijdens onderhoud beperken tot nul. Dit is echter geen standaardprocedure in de windenergiesector.

Windmolens in Flevoland

In 2022 stonden er in de Provincie Flevoland 622 windturbines op land (openbare data). De toekomstvisie van de provincie is dat dit aantal door vervanging terugloopt naar 474 windturbines. Het totale materiaal-oppervlak van de windturbines zal naar verwachting groter worden. De trend richting 2030 is minder turbines, maar grotere vermogens en diameters van de rotorbladen. Grotere turbines zijn meer vatbaar voor rotorbladschade als gevolg van hevigere vibraties. Emissies van stoffen zouden hiermee kunnen toenemen. Aan de andere kant zullen emissies afnemen door verbeterde coatings.



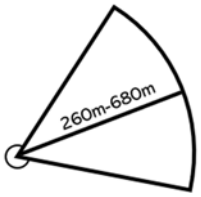
Figuur 3-3: Locaties van windmolens in provincie Flevoland op basis van data uit 2024 (Bron: ESRI Nederland, https://lnkd.in/eXT7Zu-d)

3.2 Verplaatsing van deeltjes door de lucht

Deeltjes kunnen zich op verschillende manieren door de lucht verplaatsen: (1) via turbulente stroming rond de windmolen en (2) door de heersende windrichting.

Turbulente stroming in periode van neerslag

Erosie kan plaatsvinden als gevolg van neerslag (regen, hagel, sneeuw). Deze deeltjes komen in een beperkt gebied terecht rond de windmolens. Een vuistregel is dat het verspreidingsgebied voor microplastics gelijk is aan vijfmaal de rotordiameter. Bij de huidige diameters van de rotorbladen in Flevoland van 52 tot 136 meter wordt een verspreiding verwacht van 260 tot 680 meter in oostnoordoostelijke richting. Bij grotere diameters kan dit beïnvloedingsgebied in de toekomst toenemen (Figuur 3-4).





Figuur 3-4: Locaties van windmolens in 2022 en 2023 (Bron: Wind - Provincie Flevoland) en heersende windrichting

Verspreiding microplastics door de wind

Wanneer deeltjes microplastic (BPA) vrijkomen uit de windmolen, dan wordt dit sterk verdund in de lucht. Dit heeft te maken met het grote volume lucht dat door de windturbine stroomt (het zog). Deze lucht-stroom bedraagt minimaal enkele tientallen miljoenen m^3/uur. De concentratie microplastic en BPA direct achter de rotorbladen wordt daarom sterk verdund en de fijne deeltjes zullen zich verder met de natuurlijke windstroming verspreiden. Rekening houdend met deze verdunningsfactor in de lucht zullen concentraties microplastic en BPA in de lucht direct achter de rotorbladen afnemen tot 0,03 µg/m^3 microplastic en 0,005 ng/m^3 BPA. Dit zijn concentraties veel lager dan de gestelde grenzen in het Besluit activiteiten leefomgeving (Bal) van 1 mg/m^3 (zie paragraaf 2.2).

Om inzicht te krijgen in de verspreiding van microplastics via de lucht naar de omgeving en de grond is gerekend met de Stacks D module in het programma Geomilieu. De volgende aannames zijn gedaan;

- Deeltjesgrootte: kleiner dan 10 µm (PM10)
- Emissie van 14 kg microplastic als PM10 per jaar per windmolen
- Bronhoogte van emissie: 80 meter
- Onderzoeksgebied dat is doorgerekend: 6 bij 10 km.

Uit de berekening volgt dat er een sterke verdunning optreedt en dat in heel Flevoland depositie plaats-vindt. Rond de windmolens is niet een lokale verhoging in depositie te verwachten. De depositie bedraagt tussen de 0,01 en 0,1 gram microplastic per hectare per jaar. Voor BPA is dit nog veel lager: 0,015 tot 0,0015 mg/ha, ofwel 0,15 tot 1,5 ng/m^2. Het betreft een berekening voor één enkele windmolen. Opgeteld voor de 622 windmolens in Flevoland komt dit uit op een totaal van ongeveer 0,1 tot 1 µg/m^2 per jaar.

Met een deeltjesgrootte van PM_{10} hebben we een lichte vorm van microplastic gemodelleerd. De berekening is indicatief. Wanneer met andere deeltjesgroottes wordt gerekend zullen de uitkomsten anders zijn. Als de deeltjes zwaarder zijn zal er meer depositie dichter bij de windmolen plaatsvinden.

3.3 Depositie naar de grond en het watersysteem

In de voorgaande paragraaf is met het theoretisch model uitgerekend dat microplastics en BPA zich over een grote afstand van vele kilometers zouden kunnen verspreiden en dan op de grond terecht zouden kunnen komen. Als dit zo is, zal gezien de grote transportafstand dit een dunne laag van depositie in zeer lage concentraties zijn. Uitgaande van een maximale depositie van 1 µg/m^2 per jaar in een periode van 20 jaar en een accumulatie in de bovenste 50 centimeter van de bodem geeft dit een concentratie van 40 µg/m^3 grond. Maar BPA zal zich ook verder verspreiden naar diepere lagen en oppervlakkig uitspoelen naar het oppervlaktewatersysteem. Dat geeft lagere concentraties in de grond. De verwachte concentraties in grond en (grond)water zijn zo laag, in de orde van nanogrammen per liter, dat deze niet te meten zijn.

4 Aanwezigheid van stoffen in milieu

Hoofdboodschap

- In Flevoland wordt BPA niet aangetroffen in het oppervlaktewater, maar de gebruikte meetmethodes zijn onvoldoende nauwkeurig om uit te sluiten dat de nieuwe Europese KRW-norm wordt overschreden.
- BPA is een stof die relatief vaak in het grondwater in Nederland wordt aangetroffen (19% van de meetpunten op een diepte van ongeveer 10 meter). Het beeld in Flevoland is vergelijkbaar (23%).
- Microplastics en fijnstof in oppervlaktewater en grondwater zijn niet eerder onderzocht in de provincie Flevoland. Fijnstof kan niet apart gemeten worden; Microplastics komen steeds meer in de aandacht te staan en worden in de toekomst mogelijk wel gemeten.

4.1 Oppervlaktewater

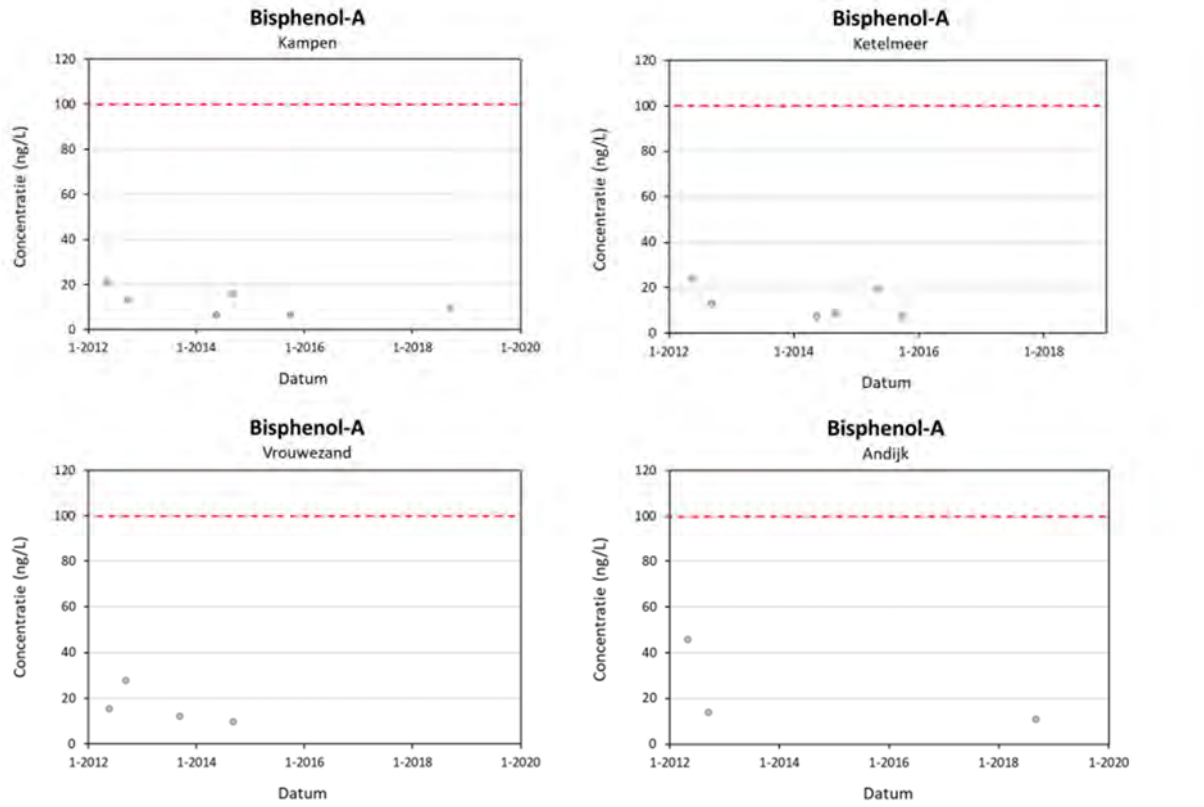
Bisfenol-A (BPA)

De waterkwaliteit wordt door het waterschap gecontroleerd ten behoeve van de Europese Kaderrichtlijn Water. Hiervoor is een speciaal meetnet ingericht. Waterschap Zuiderzeeland heeft in de jaren 2014, 2017 en 2023 op vier KRW Toestand en Trendmonitoringslocaties onderzoek gedaan naar BPA. In alle gevallen waren de meetresultaten lager dan de rapportagegrens van 0,1 µg/L BPA (Waterinformatieloket Zuiderzeeland). Deze rapportagegrens ligt veel hoger dan de nieuwe conceptnorm voor de KRW (een jaargemiddeld maximum van $3{,}4 \times 10^{-5}$ µg/L). In 2024 heeft waterschap Zuiderzeeland analyses naar BPA uitgevoerd met een lagere rapportagegrens van 0,005 µg/l (door laboratorium Eurofins). Twee meetpunten lagen bij ‘oude windmolens’, één meetpunt aan het ‘eind’ van de Lage Vaart en één meetpunt was een KRW Toestand en Trend meetpunt. In de Lage Vaart werd BPA in een concentratie van 0,006 µg/l gevonden. Bij de windmolens werd BPA niet aangetoond. Waterschap Zuiderzeeland investeert nu in het eigen laboratorium om daar BPA nauwkeurig te kunnen meten.

Detectiegrens, rapportagegrens en signaleringswaarde

De **detectiegrens** is de laagste concentratie waarbij de aanwezigheid van een bepaalde stof in het monster kan worden opgemerkt. De **rapportagegrens** is de laagste getalswaarde van een bepaling van een stof in een laboratorium die nog kwantitatief goed kan worden vastgesteld. De detectiegrens is per definitie gelijk aan of lager dan de rapportagegrens. De hoogte van de rapportagegrens verschilt per analysemethode. De **signaleringswaarde** is een indicatieve waarde van 0,1 µg/l die wordt gehanteerd voor stoffen waar nog geen norm voor het grondwater beschikbaar is.

Om een beeld te vormen van de gemeten concentraties rondom de provincie Flevoland hebben we gekeken naar metingen van RWS bij KRW-monitoringslocaties in de periode 2011 – 2012 (Rijkswaterstaat, 2013) en 2010 – 2020 (Jonker, 2022). De gemiddelde concentratie in Nederlandse zoetwaterlichamen in 2012 was 0,034 µg/L met een maximum van 0,186 µg/L. In de meetreeks 20102020 is voor de KRW-monitoringslocaties Kampen, Ketelmeer, Vrouwezand en Andijk ook BPA meegenomen in het meetpakket (Figuur 4-1; Jonker, 2022). De concentraties BPA die hier zijn waargenomen liggen grofweg tussen 0,01 tot 0,05 µg/L.



Figuur 4-1: Metingen van Rijkswaterstaat Kaderrichtlijn Water (KRW)-monitoringslocaties. De rode lijn geeft de signaleringswaarde weer (0,1 µg/L).

Microplastics

Voor de provincie Flevoland zijn geen meetresultaten voor microplastics bekend. Daarentegen zijn er wel landelijke- en meer regionale datasets beschikbaar. De schatting van de emissies van microplastics in Nederlandse wateren zijn gebaseerd op verschillende beschikbare monitoringsgegevens en modellen, waardoor deze gepaard gaan met grote onzekerheden (RIVM, 2019). Aan de andere kant kunnen de concentraties van microplastics in het milieu wel met genoeg zekerheid gemeten worden (gegeven de toepassing van de juiste technieken). De gemeten concentraties zijn niet homogeen verspreid over oppervlaktewaterlichamen en kunnen dus sterk variëren per meetlocatie (Mintenig et al., 2020). Zo werden in het stroomgebied van de Maas en de Dommel waarnemingen gedaan van 67 tot 11.532 deeltjes/m^3, met een totale massa van 51 tot 7.270 µg/m^3. Redenen voor deze grote verschillen in microplastic concentraties zijn de nabijheid van stedelijk gebied, hogere waterafvoer bij regenachtig weer en de nabijheid van RWZI's (effluent concentraties 941 tot 1.741 deeltjes/m^3).

Fijnstof

Fijnstof is een verzamelnaam voor deeltjes in lucht kleiner dan 10 µm (PM_{10}) en kan bestaan uit verschillende stoffen, waaronder zwaveloxiden, stikstofoxiden, koolstofverbindingen maar ook micro-plastics. Verkeer en industrie zijn de voornaamste bronnen van fijnstof in het milieu en achtergrond-concentraties van fijnstof zijn daarom vaak het hoogst rond verkeersaders en in het stedelijk gebied (Figuur 2-3).

In de provincie Flevoland is de achtergrondconcentratie PM_{10} in 2022 gemiddeld tussen de 14 en 16 µg/m^3, gemeten in lucht. In oppervlaktewater, grondwater of bodem wordt fijnstof niet gemeten. Sommige bestanddelen van fijnstof zijn namelijk wateroplosbaar, terwijl anderen als vaste stof aanwezig

blijven. Zo zal een gedeelte van de fijnstof aanwezig blijven in de fractie zwevend stofgehalte (zoals elementair koolstof en microplastics). Andere verbindingen zoals ammoniak, stikstofoxiden en polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK) zullen in oplossing gaan. Voor PAK en ammoniak wordt gemeten ten behoeve van de KRW. Hiervoor zijn meetgegevens beschikbaar via het Waterinformatieloket Zuiderzeeland. Verwacht wordt dat deze stoffen niet relevant zijn voor emissie vanuit windturbines.

4.2 Grondwater

De kwaliteit van het grondwater wordt bewaakt met een Landelijk Meetnet Grondwater (LMG) beheerd door het RIVM en een Provinciaal Meetnet Grondwater (PMG) van de provincie Flevoland. Een deel van deze meetgegevens wordt gebruikt voor de rapportage voor de Europese Kaderrichtlijn Water (KRW). De kwaliteit van de bodem wordt alleen op verdachte locaties onderzocht, zoals mogelijke bodemsanerings-locaties. Er is geen meetnet dat onderzoek doet naar de algemene bodemkwaliteit van de provincie.

Fijnstof
Fijnstof wordt niet als aparte parameter in het grondwater gemeten. In paragraaf 4.1 is voor oppervlaktewater al uitgelegd wat de redenen hiervoor zijn.

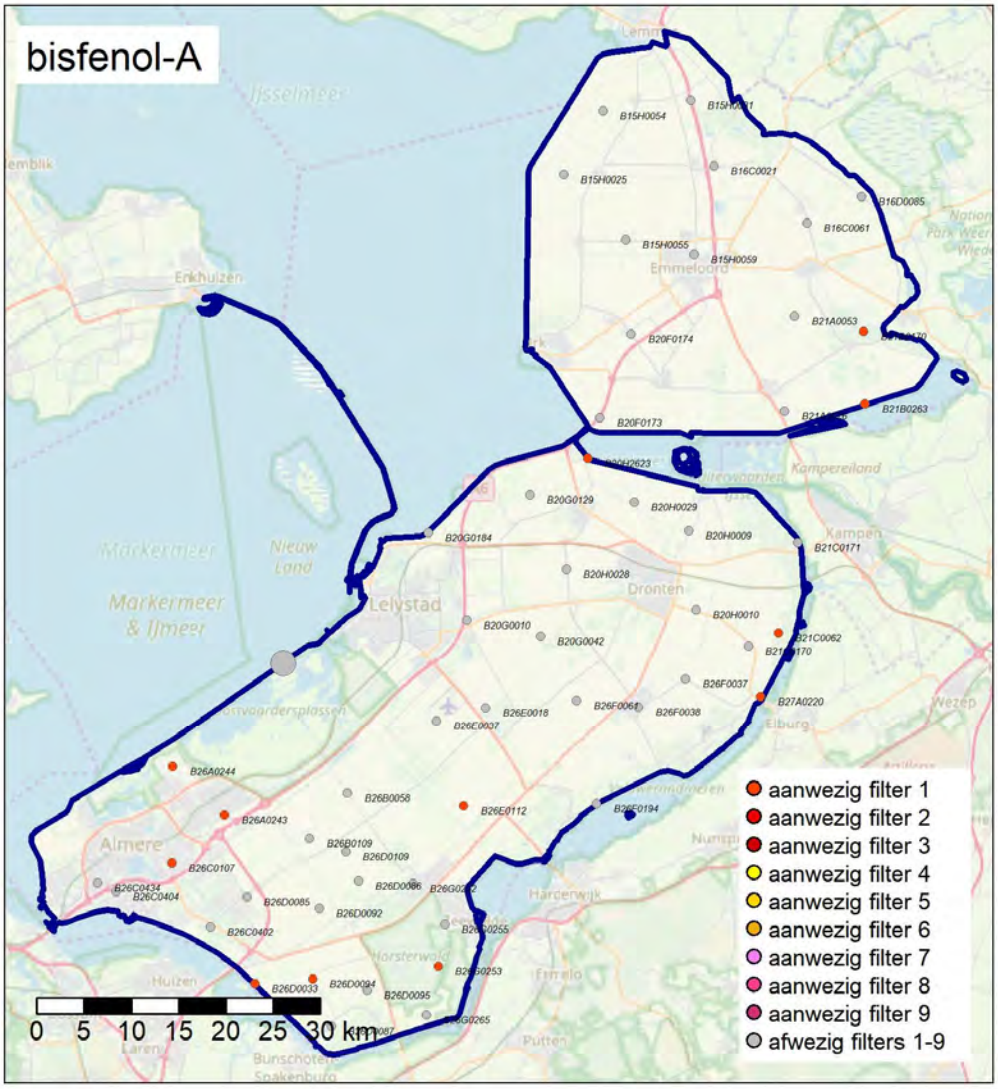
Microplastics
Microplastics worden al langere tijd onderzocht in oppervlaktewater. In grondwater wordt hier nog weinig onderzoek naar gedaan. Pas in 2019 zijn voor het eerst microplastics onderzocht en aangetoond, in dit geval in kalksteen aquifers in Illinois in de Verenigde Staten (Panno et al., 2019).

De EU heeft een voorstel gedaan voor het opstellen van een zogenaamde Watch List (Committee on the Environment, Public Health and Food Safety, 2023). Op deze lijst komen te monitoren stoffen in zowel oppervlaktewater als grondwater die mogelijk een risico vormen voor het milieu. Ook microplastics zijn op deze lijst geplaatst. Tot op heden heeft er in Nederland geen onderzoek plaatsgevonden naar microplastics in grondwater. De verwachting van onderzoeksinstituut KWR is dat grondwater minder microplastics bevat dan oppervlaktewater, maar dit moet in Nederland nog aangetoond worden. We weten hier dus nog onvoldoende van af en achtergrondconcentraties zijn onbekend. Aanvullende monitoring in Nederland moet tot beter inzicht leiden.

Bisfenol-A (BPA)
In 2018 is in Flevoland uitgebreid onderzoek gedaan naar de aanwezigheid van verontreinigende stoffen in het grondwater (Verhagen et al., 2020). Er is alleen onderzoek gedaan in het ondiepe grondwater (tot ongeveer 10 meter diep). Er zijn 39 verschillende vreemde stoffen in het grondwater aangetroffen (van de 118 totaal onderzochte stoffen). Van deze stoffen kwam BPA op de tweede plaats van meest aangetroffen stoffen[3]. BPA is in Flevoland in 12 grondwatermonsters (23%) aangetoond (Figuur 4-3). Er bestaan geen normen, daarom wordt getoetst op een signaleringswaarde (0,1 µg/l). Op één locatie was de gemeten concentratie hoger dan de signaleringswaarde. [4]

[3] Van alle stoffen was EDTA verreweg het meeste aangetroffen.

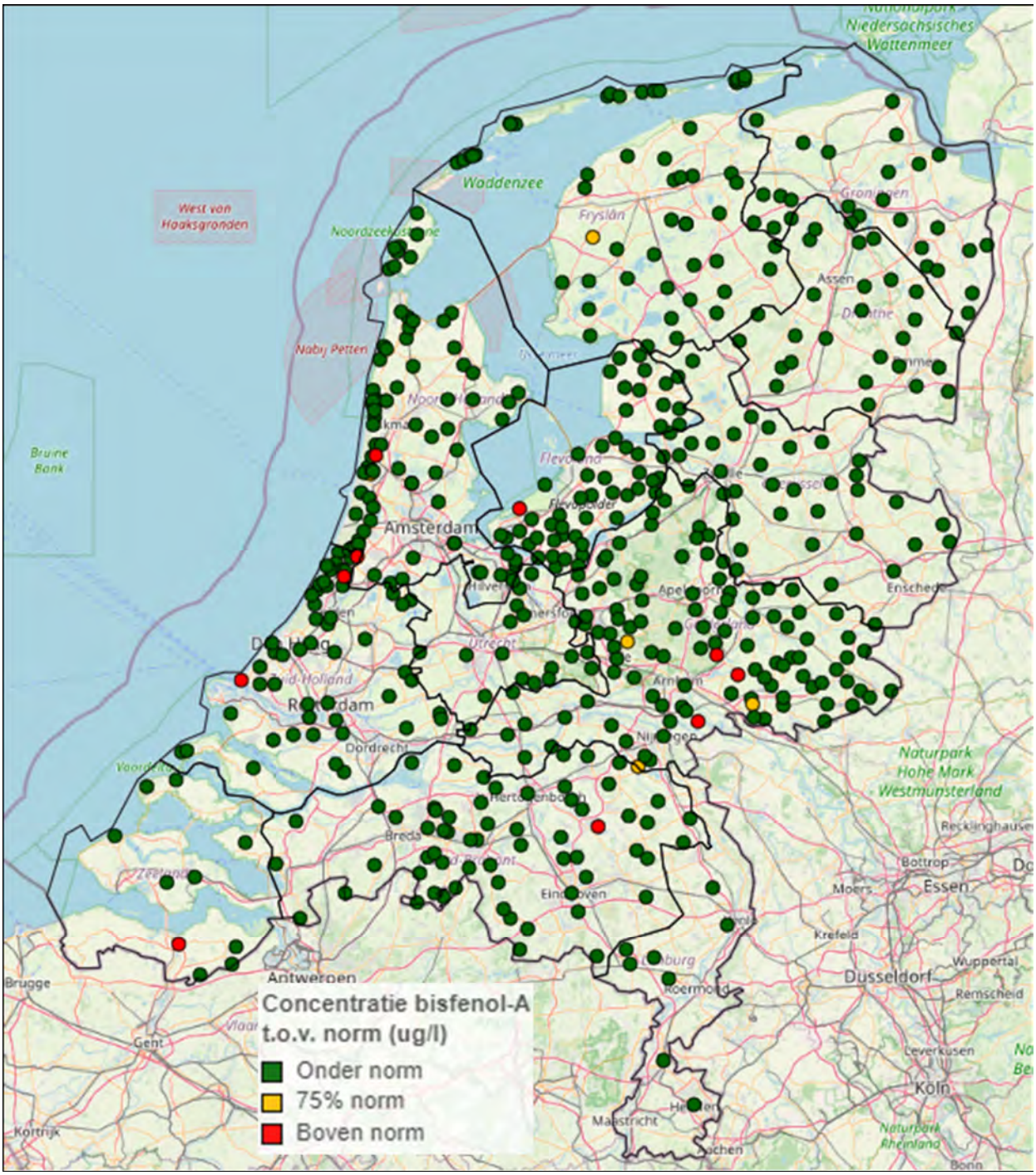
[4] Concentratie was 0,26 µg/l in peilbuisfilter B26A0244-1, ten noorden van Almere



Figuur 4-2: Locaties waar BPA in het grondwater is aangetroffen boven de rapportagegrens in de provincie Flevoland in 2018 (Bron: (Verhagen et al., 2020)). Er is alleen onderzoek gedaan in het ondiepe grondwater (filter 1). Het kaartje toont waar BPA in het ondiepe grondwater is aangetoond

Landelijke beeld

BPA komt dus regelmatig voor in het grondwater van Flevoland. Dit komt overeen met het landelijke beeld. In een onderzoek van meetresultaten van 2016 werd in 19% van de meetlocaties in Nederland BPA aangetroffen (Sjerps, Rosa et al., 2017). Dit landelijke onderzoek is herhaald in 2018-2019 en toen werd in bijna 19% van de onderzochte filters BPA aangetoond (van Loon et al., 2020). Kortom, BPA is breed aanwezig in het grondwater in Nederland. De stof wordt verspreid in Nederland boven de signaleringswaarde aangetroffen (Figuur 4-3). Er is geen ruimtelijk patroon met hogere concentraties in een bepaalde regio of bevolkingsconcentratie.



Figuur 4-3: Locaties in Nederland waar BPA in het grondwater is aangetroffen boven de (signaleringswaarde van 0,1 µg/l). In de figuur moet norm als signaleringswaarde worden gelezen. Er is gebruik gemaakt van meetdata van 2015 -2019 van het Informatiehuis Water.

5 Mogelijk meetprogramma en alternatieve aanpak

In de voorgaande hoofdstukken is bekende kennis samengevat over mogelijke verspreiding van BPA in de vorm van microplastics en fijnstof.

BPA komt in het milieu, zoals grond- en oppervlaktewater voor, omdat dit middel in vele consumenten- en industriële producten gebruikt wordt. Door uitloging en erosie kunnen microplastics vrijkomen uit de bladen van windmolens. Per windturbine is dit ongeveer 1 kg microplastic per jaar; het gehalte aan BPA hierin is kleiner dan 0,01%. BPA kan zich via de lucht over een groot oppervlak verspreiden. Waarschijnlijk zullen de deeltjes in de gehele provincie op de grond en het wateroppervlak terechtkomen (hoofdstuk 3). Aanwezigheid van BPA in lage concentraties in het grondwater (Hoofdstuk 4) is daarom waarschijnlijk een optelsom van veel verschillende bronnen, zoals uitloging uit consumentenproducten, coatings van auto's en schepen en bouwmaterialen (Hoofdstuk 2). Een meetprogramma rond windmolens is alleen zinvol als hiermee aangetoond kan worden dat rond de windmolens significant meer BPA wordt teruggevonden. Op voorhand is dit niet te verwachten omdat de achtergrondbelasting hoog is ten opzichte van de bijdrage van BPA uit windmolens. Uit metingen van waterschap Zuiderzeeland in 2024 bleek ook dat BPA niet in hogere concentraties voorkwam in het oppervlaktewater rond windmolens.

In de motie van de Provinciale Staten (PS) van Flevoland is gevraagd om een onderzoeksvoorstel uit te werken met een meetprogramma om de aanwezigheid van fijnstof, microplastics en BPA in het oppervlaktewater en in de grond rondom windmolens te meten. Op voorhand levert een dergelijk meetprogramma waarschijnlijk weinig informatie op omdat de bijdrage van windmolens erg klein is ten opzichte van andere bronnen en omdat BPA in lage concentraties voorkomt die soms niet meetbaar zijn. Het is daarom waarschijnlijk niet mogelijk om de bijdrage van windmolens uit de metingen te destilleren. Om een idee te hebben van een mogelijke opzet van het meetprogramma en de kosten is een voorbeeld in paragraaf 5.1 uitgewerkt.

Er zijn ook alternatieve onderzoeksmethoden die met een andere en soms bredere blik naar de problematiek kijken. Deze onderzoeksmethoden worden beschreven in de volgende paragrafen.

5.1 Een meetprogramma voor grondwater en oppervlaktewater

De relatie tussen windmolens en de aanwezigheid van BPA in het milieu kan gecontroleerd worden met een getrapt meetprogramma. In de eerste meetronde wordt gecontroleerd of er mogelijk invloed van de windmolens terug te zien is in de metingen. Als er toch aanwijzingen zijn dat dit mogelijk wel het geval is kunnen de metingen uitgebreid worden naar meer locaties of met een meer gedetailleerd meetprogramma in de locaties waar verhogingen zijn aangetroffen. Een eerste meetprogramma kan er als volgt uitzien:

- Een meetraai met vijf meetpunten van dichtbij de windmolen tot verder weg. Metingen worden gedaan van de bodemkwaliteit en het grondwater. Voor meting van het grondwater worden peilbuizen geplaatst met filters tot drie meter onder het maaiveld. Op voorhand zal er waarschijnlijk beïnvloeding zijn van andere windmolens, omdat de dichtheid aan windmolens in Flevoland hoog is en molens vaak in een raai zijn geplaatst (zie Figuur 3-3). In de raai wordt gecontroleerd of concentraties significant afnemen verder weg van de locatie van de windmolen. Er moet rekening worden gehouden met mogelijke invloed van andere windmolens in de directe nabijheid van de meetlocatie.
- Een enkele meetraai geeft onvoldoende zekerheid. Eenzelfde meetraai moet ook bij andere meetlocaties worden uitgevoerd. We gaan uit van vijf meetlocaties.
- Bij de selectie van meetraaien moet rekening worden gehouden met de representativiteit van de locatie. Verschillende hoogte van de windmolens, gebruikte coating, ligging ten opzichte van elkaar, bodemopbouw en geohydrologische situatie kunnen van invloed zijn op de meetresultaten.

- Om voldoende zekerheid te hebben over de achtergrondconcentraties zijn ook metingen nodig van een referentielocatie die niet beïnvloed is door windmolens. We gaan uit van twee referentielocaties. Een dergelijke locatie is in Flevoland moeilijk te vinden, omdat er veel windmolens staan in Flevoland (Figuur 3-4).
- Metingen in oppervlaktewater. Bij voorkeur is dit een locatie met weinig doorstroming en weinig aanvoer van bovenstrooms. Als dit wel het geval is moet rekening worden gehouden met de aanvoer van milieuvreemde stoffen van bovenstrooms, de verspreiding in benedenstroomse richting en transportprocessen onderweg. Er worden twee meetpunten voorgesteld per meetlocatie (totaal 14 monsters in oppervlaktewater).
- Zeven meetraaien met elk vijf meetpunten geven 35 meetlocaties. Hier wordt (voorlopig) eenmaal de concentratie BPA in grond, grondwater en oppervlaktewater gemeten.
- Metingen zijn gericht op BPA omdat dit een bekende risicostof is in grondwater en oppervlaktewater. Er moet een laboratorium worden uitgekozen dat deze stof met voldoende nauwkeurigheid kan meten. Analyse op microplastics is achterwege gelaten omdat dit te weinig onderscheidend zal zijn ten opzichte van andere bronnen en omdat dit moeilijk te meten is in oppervlaktewater en grondwater. Analyse van fijnstof is relevant in het compartiment lucht (inhalatie mens) en niet in grond en (grond)water. Daarom is dit ook achterwege gelaten.

Kortom een dergelijk onderzoek is niet eenvoudig en vraagt een cyclische aanpak. Een goede monitoringstrategie vergt eerst verkennend onderzoek waarna het meetplan verder verfijnd kan worden als de eerste data verzameld is. Verder moet er een deugdelijke statistische analyse gebruikt worden om met bovengenoemde factoren rekening te kunnen houden.

Kosten eenmalige bemonstering

De kosten van een eenmalige bemonstering en analyse op alleen BPA in grond en grondwater is geschat op ongeveer 40.000 euro (Tabel 5-1). Hiernaast moet ook rekening worden gehouden met de opzet van een meetplan en de (statistische) analyse en rapportage. Deze aanvullende kosten zijn naar verwachting ongeveer 30.000 euro.

Bij de kostenraming kunnen de volgende opmerkingen worden gemaakt:

- Voor de voorbereiding is nu een bedrag van 500 euro aangehouden per meetpunt. Op voorhand zijn deze kosten moeilijk te schatten. Overleg met de landeigenaar over toestemming en voorwaarden voor het uitvoeren van het werk kunnen veel tijd in beslag nemen.
- De grootste kostenpost zijn de analysekosten voor BPA (32.000 euro). We hebben prijzen opgevraagd bij verschillende laboratoria en deze verschillen sterk en zijn mede afhankelijk van de geleverde rapportagegrens (Tabel 5-2). Concentraties beneden deze grens kunnen niet betrouwbaar bepaald worden door het laboratorium en worden niet meegeleverd. We hebben gekozen voor de meest nauwkeurige rapportagegrens (0,005 µg/l) omdat de hogere rapportagegrens (0,2 µg/l) waarschijnlijk nauwelijks verhoogde waarden zal opleveren en daarom weinig nuttige informatie oplevert. Bij de prijzen is geen rekening gehouden met kortingen die verkregen kunnen worden bij het laboratorium, bijvoorbeeld via een raamcontract. Prijzen voor analyse van BPA in water kunnen dan mogelijk teruggebracht worden tot € 150 euro per monster.

Tabel 5-1: Globale kosten van eenmalige bemonstering en analyse op BPA op grond, grondwater en oppervlaktewater bij zeven meetlocaties

Onderdeel	Aantal	Kostprijs	Totale kosten
Voorbereiding	7	500	3500
Klic melding	7	100	700
Reiskosten	1	700	700
Boring en peilbuis plaatsen (3 m -mv)	35	200	7000
Inmeten peilbuis	35	10	350
Beschermkoker peilbuis	35	20	700
Monstername oppervlaktewater	14	30	420
Monstername grondwater	35	50	1750
Monstername grondmonster bovengrond	35	20	700
Analyse op Bisfenol-A grondwater	35	555	19425
Analyse op Bisfenol-A grond	35	147	5145
Analyse op Bisfenol-A oppervlaktewater	14	555	7770
Totaal			**40.390**

Tabel 5-2 Opgegeven prijzen per laboratorium voor BPA in grond en water

Medium	Rapportagegrens	Prijs (€ excl BTW)
Water	0,2 ug/l	147
Water	0,005 ug/l	555
Grond	0,01 mg/kg	147

5.2 Alternatief 1: Brede meetcampagne in de provincie

Een meetprogramma met alleen focus op de gebieden rond de windmolens levert een gefragmenteerd beeld op van de problematiek. Daarom is een alternatief om een breed onderzoek te doen naar de aanwezigheid van BPA en microplastics in grond, oppervlaktewater en grondwater in de gehele provincie. Dit geeft een totaalbeeld van de aanwezigheid van BPA en zo kunnen mogelijke hotspots gesignaleerd worden. Naast windmolens kunnen ook meetpunten worden gebruikt die in de buurt staan van wegen (afspoelend wegwater), jachthavens (uitloging van schepen), RWZI's (lozing van effluent) en landbouwgebieden (gebruik van microplastics in kunstmest). Doel van dit meetprogramma is om een breed beeld te krijgen van de verspreiding van BPA en microplastics en hun achterliggende bronnen.

Voor het meetprogramma kan gebruik worden gemaakt van reguliere meetpunten zoals het meetnet van de provincie (Provinciaal Meetnet Grondwaterkwaliteit), het RIVM (Landelijk Meetnet Grondwaterkwaliteit), en het waterschap. Het meetnet kan aangevuld worden met nieuwe meetpunten. De meetnetten van provincie en RIVM meten de grondwaterkwaliteit op een diepte van globaal 10 tot 25 meter onder maaiveld. Metingen op enkele meters diepte vlak onder de grondwaterspiegel zullen een meer actueel beeld geven van de problematiek.

Deze aanpak vergt een grotere meetinspanning dan alleen metingen rond windmolens, maar geeft wel een meer compleet beeld van de aanwezigheid van BPA en microplastics in het milieu. De kosten van een dergelijk meetprogramma zijn waarschijnlijk een factor vier groter dan het meetprogramma alleen gericht op de windmolens.

5.3 Alternatief 2: risicogerichte benadering

Het tweede alternatief is een meer theoretische en risicogerichte benadering. Op basis van de totale hoeveelheid stoffen die kan eroderen van de windmolens kan een risico-inschatting worden gemaakt van gezondheidskundige en ecologische risico's. Een dergelijk onderzoek kan het beste door kennisinstituten worden uitgevoerd zoals RIVM, TNO, aangevuld met kennis van de windmolenproducenten en de GGD.

Dit onderzoek sluit aan op het voorstel van het RIVM (Hof, Bodar, et al., 2023): "*Op basis van modelleren een risicobeoordeling maken voor de stoffen die kunnen uitlogen uit de specifieke turbine coatings. Het is mogelijk om een schatting te maken van de hoeveelheid stof die uitloogt. Met behulp van verspreidingsmodellen kan vervolgens een concentratie in het milieu worden berekend. Deze concentraties kunnen dan worden vergeleken met normen om de risico's voor mens en milieu te beoordelen".*

RIVM acht dit een zinvol onderzoek, maar geeft ook de volgende kanttekeningen:

- Er is meer informatie nodig vanuit de producenten over de samenstelling van de coatings op de windturbines;
- Aanvullend zijn ook preciezere gegevens over slijtage en/of het gebruik van specifieke erosiewerende coatings nuttig;
- Het ontbreekt aan normen/risicogrenzen voor BPA in Nederland waardoor een duiding van de risico's lastig is. Mogelijk zijn bruikbare risicogrenzen (of vergelijkbare waarden) voor BPA te vinden in andere bronnen, bijvoorbeeld EU-RAR BPA, maar dit vraagt een nadere analyse.

5.4 Alternatief 3: big data deskanalyse

Meetdata van grondwater en oppervlaktewater in geheel Nederland worden verzameld. Het gaat dan met name om BPA, van microplastics is nog weinig data beschikbaar. Met deze data kan een vlakdekkend beeld worden gekregen van mogelijke hotspots. Zo kan worden nagegaan of er ook significante afwijkingen zijn in meetresultaten in gebieden waar veel windmolens staan. In voorliggend rapport staat al een kaart met gemeten concentraties BPA in grondwater (Figuur 4-3). Om goede conclusies te kunnen trekken is een betere uitsplitsing nodig naar diepteniveau van meten en moet rekening worden gehouden met verschillende rapportagegrenzen. Voor oppervlaktewater kan een soortgelijke analyse gedaan worden. In tegenstelling tot de grondwaterdata zijn meetdata voor oppervlaktewater verspreid opgeslagen bij verschillende waterschappen. Dit vraagt veel inspanning om alle Nederlandse data bij elkaar te brengen. De vraag is of deze aanpak zinvol is omdat gegevens in oppervlaktewater beperkt beschikbaar zijn en in grondwater vaak onder de rapportagegrens liggen.

5.5 Alternatief 4: laboratoriumtesten

In het laboratorium wordt nader onderzocht hoeveel materiaal erodeert. Aanname is dat dit materiaal in het milieu terechtkomt. Met dit onderzoek wordt niet in beeld gebracht waar dit precies plaatsvindt. Een dergelijk onderzoek moet uitgevoerd worden door een onderzoeksinstituut met voldoende testfaciliteiten. De verantwoordelijkheid hiervoor zou primair bij het bedrijfsleven moeten liggen ("product stewardship"). Meer inzichten over de mate van slijtage van de turbinebladen kunnen dan ingebracht worden in de risicogerichte benadering (Alternatief 2).

6 Conclusies en aanbevelingen

Dit hoofdstuk geeft de conclusies (paragraaf 6.1), een uitspraak van de waarde van de gegeven conclusies voor andere provincies (paragraaf 6.2) en aanbevelingen voor een meetprogramma en mogelijke alternatieven (paragraaf 6.3).

6.1 Conclusies

Hoofdboodschap

- De emissies van microplastic en BPA uit windmolens zijn marginaal ten opzichte van de emissies uit andere bronnen zoals verkeer, industrie en landbouw.
- BPA en microplastics kunnen zich in de lucht als fijnstof gedragen en verspreiden zich diffuus over een groot gebied over de gehele provincie. Er wordt geen lokale verhoging in depositie rond de windmolens verwacht.
- De concentratie BPA ten gevolge van emissie uit windmolens is waarschijnlijk zo laag dat dit niet meetbaar is in het bodem- en watersysteem.

Over de bronnen:

- Schatting is dat alle windturbines op land in Nederland samen jaarlijks voor 2,700 kg microplastics in het milieu emitteren. Dit is naar schatting 0,0005% van de totale emissies microplastics.
- BPA en microplastics kunnen zich in de lucht als fijnstof gedragen. Voorname bronnen van fijnstof zijn verkeer, industrie en veehouderijen.
- BPA wordt toegepast in veel producten. De hoeveelheid BPA in windmolenbladen is erg klein omdat in de bladen een epoxyhars wordt gebruikt waarin het gebruikte BPA een chemische reactie heeft ondergaan en vrijwel geheel is omgezet.

Over de verspreiding door de lucht naar bodem en water:

- Emissie van microplastic en BPA vindt plaats uit de coatings van de rotorbladen. De coatings verschillen en informatie over de exacte samenstelling is beperkt aanwezig.
- Emissie van microplastic en BPA deeltjes vindt plaats door de lucht over een groot gebied (vele kilometers) rond de windmolens. Microplastic kan zich verspreiden in hele kleine deeltjes (fijnstof) en grotere deeltjes (tot 5 mm).
- Emissie per windmolen is maximaal 14 kg microplastic en 2 gram BPA per windmolen per jaar. Het is meer waarschijnlijk dat dit ongeveer 1 kg microplastic en 0,2 gram BPA per windmolen per jaar is.
- De deeltjes microplastic worden sterk verdund in de lucht dat door de windturbine stroomt (het zog). Concentraties microplastic en BPA in de lucht direct achter de rotorbladen nemen af tot 0,03 µg/m^3 microplastic en 0,005 ng/m^3 BPA.
- Microplastic inclusief BPA verspreidt zich diffuus over het land en wateroppervlak van de provincie. De maximale emissie BPA (uitgaande van 14 kg microplastic per jaar) van alle windmolens in Flevoland per jaar is 0,1 tot 1 µg/m^2. Er wordt geen lokale verhoging rond de windmolens verwacht.
- De verwachte verhoogde concentraties BPA in de grond en het watersysteem zijn in de orde van nanogrammen per liter grond of water en zijn zo laag dat deze niet te meten zijn.

Over de aanwezigheid van stoffen:

- In Flevoland wordt BPA niet aangetroffen in het oppervlaktewater, maar de gebruikte meetmethodes zijn onvoldoende nauwkeurig om uit te sluiten dat de nieuwe Europese KRW-norm wordt overschreden.

- BPA is een stof die relatief vaak in het grondwater in Nederland wordt aangetroffen (19% van de meetpunten op een diepte van ongeveer 10 meter). Het beeld in Flevoland is vergelijkbaar (23%).
- Microplastics en fijnstof in oppervlaktewater en grondwater zijn niet eerder onderzocht in de provincie Flevoland. Fijnstof kan niet apart gemeten worden. Microplastics komen steeds meer in de aandacht te staan en worden in de toekomst mogelijk wel gemeten.

6.2 Bruikbaarheid van dit rapport voor andere provincies

Dit rapport geeft een beeld van de bronnen en aanwezigheid van BPA, microplastic en fijnstof. De beschrijving van bronnen is generiek en is ook van toepassing op de rest van Nederland. Ook voor andere provincies geldt dat de bijdrage van BPA en microplastics in windmolens slechts een klein deel uitmaakt van de totale bijdrage in het milieu. Verschil met Flevoland ten opzichte van andere provincies is dat windmolens hier relatief veel voorkomen. De bijdrage van windmolens zal in Flevoland relatief groter zijn, maar naar verwachting nog steeds niet meetbaar zijn. De verwachting is dat ook met een apart meetprogramma rond windmolens in andere provincies geen significant verband wordt gevonden tussen windmolens en BPA in het milieu.

6.3 Aanbevelingen

Vanwege de voortdurende maatschappelijke zorgen vanuit de maatschappij, ook van buiten Flevoland, over de risico’s van windmolens op het milieu is het goed om hier nader aandacht aan te besteden.

Dit kan op de volgende manieren:

- Met een (getrapt) meetprogramma rond vijf windmolenlocaties en twee referentielocaties gericht op BPA. We denken op voorhand dat er geen verband tussen windmolens en de omliggende milieukwaliteit zal worden gevonden, gezien de relatief grote bijdrage van andere bronnen van BPA. Een meetprogramma kan dit beeld ondersteunen en zo mogelijk geruststellen. Indien er wel aanwijzingen zijn voor verhoogde concentraties rond windmolenlocaties dan kan het meetprogramma worden uitgebreid om nader onderzoek te doen.
- Met een provinciedekkend meetprogramma (Alternatief 1) gericht op BPA en microplastics. Voordeel van deze aanpak is dat er een meer compleet beeld wordt verkregen van de aanwezigheid van BPA, dat er beter conclusies kunnen worden getrokken over de ruimtelijke verbreiding van BPA en microplastics in grondwater en oppervlaktewater. Zo kunnen beter verbanden worden gelegd tussen de belangrijkste bronnen van BPA en de aanwezigheid van deze stof in het milieu en geeft dit meer handelingsperspectief om milieurisico’s te beperken. Dit geldt ook voor de aanwezigheid van microplastics. Dit vormt waarschijnlijk een groter risico dan BPA. Tot op heden is er nog weinig onderzoek gedaan naar de aanwezigheid van microplastics in grond- en oppervlaktewater.
- Het ontbreekt nog aan voldoende inzicht in de slijtage van windturbinebladen. Windmolenproducenten kunnen helpen door testresultaten te delen.
- Met een theoretische risicogerichte benadering (Alternatief 2) kan een risico-inschatting worden gemaakt van de gezondheidskundige en ecologische risico’s. Het bedrijfsleven kan helpen met het aandragen van testresultaten over materiaaleigenschappen (Alternatief 4).
- Een bigdata analyse (Alternatief 3) omdat er (nog) te weinig gegevens zijn.

7 Literatuur

AKZO Nobel. (2020). *Safety datasheet. RELEST Wind HS Topcoat RAL7035 I306-7135*. AKZO Nobel.
Bakker, J., Te Biesenbeek, J. D., Boon, P., Bos, P., Van Broekhuizen, F., Geertsma, R., Geraets, L., De Jong, W., Mennes, W., Palmen, N., Piersma, A., Schuur, G., Sijm, D., Van der Ven, L., Verbist, K., Wouters, M., & Zellmaker, M. (2014). *Bisphenol A Part 1. Facts and figures on human and environmental health issues and regulatory perspectives* (601351001/2014). RIVM.

Bool, M. (2021). *Reducing intentionally added microplastics in the Dutch Agricultural Innovation System A contribution to mitigate plastic pollution?* [Master Thesis]. Science, Management & Innovation master specialization Faculty of Science, Radboud University Nijmegen.

Committee on the Environment, Public Health and Food Safety. (2023). *REPORT on the proposal for a directive of the European Parliament and of the Council amending Directive 2000/60/EC establishing a framework for Community action in the field of water policy, directive 2006/118/EC on the protection of groundwater against pollution and deterioration and Directive 2008/105/EC on environmental quality standards in the field of water policy* (A9-0238/2023).

European Environment Agency. (2024). *Interview. EEA onderzoekt openbare blootstelling aan bisfenol A*.
Freriks, I., Van Oversteeg, C., & Zemmelink, H. (2023). *Op weg naar microplastics monitoring in rivieren*. Rijkswaterstaat.

Hof, M., Bakker, J., & Spanbroek, N. (2023). *Beoordeling mogelijke risico's van chemische stoffen en plastic deeltjes van windturbines op zee*. https://doi.org/10.21945/RIVM-2022-0241

Hof, M., Bodar, C., & de Kort, T. (2023). *Eerste inzicht in emissies van chemische stoffen bij wind op land (Resultaten quickscan)* (2022–0235). RIVM. https://doi.org/10.21945/RIVM-2022-0235

Jonker, M. T. O. (2022). *Geneesmiddelen en matig polaire verbindingen in de Rijkswateren: Visualisatie monitoringdata 2010-2020*. Institute for Risk Assessment Sciences, Universiteit Utrecht.
Katsaprakakis, D. Al., Papadakis, N., & Ntintakis, I. (2021). A Comprehensive Analysis of Wind Turbine Blade Damage. *Energies*, 31.

Mintenig, S. M., Kooi, M., Erich, M. W., Primpke, S., Redondo- Hasselerharm, P. E., Dekker, S. C., Koelmans, A. A., & Van Wezel, A. P. (2020). A systems approach to understand microplastic occurrence and variability in Dutch riverine surface waters. *Water Research*, *176*, 115723. https://doi.org/10.1016/j.watres.2020.115723

Panno, S. V., Kelly, W. R., Scott, J., Zheng, W., McNeish, R. E., Holm, N., Hoellein, T. J., & Baranski, E. L. (2019). *Microplastic Contamination in Karst Groundwater Systems*. *2*.

Quik, J., Faber, M., Ridder, J., & Waaijers-van der Loop, S. (2023). *Wat weten we over microplastics in het milieu? Kennisagenda Microplastics in het milieu* (2022–0188). RIVM. https://doi.org/10.21945/RIVM-2022-0188

Rijkswaterstaat. (2013). *Evaluatie screening RWS 2011-2012, rapportage screeningsonderzoek van microvertonreinigingen in de Nederlandse oppervlaktewateren van Rijkswaterstaat* (A309550). Rijkswaterstaat, KWR Watercycle Research Institute.

RIVM. (n.d.). *Wat is fijnstof?* Retrieved March 18, 2024, from https://www.infomil.nl/onderwerpen/lucht-water/luchtkwaliteit/thema%27/fijn-stof/fijn-stof/

RIVM. (2019). *Factsheet microplastics in Nederlandse wateren*. https://www.rivm.nl/sites/default/files/2019-06/Factsheet%20Microplastics%20in%20Nederlandse%20wateren.pdf

Rutgers, M., Faber, M., Waaijers-van der Loop, S., & Quik, J. (2022). *Microplastics in soil systems, from source to path to protection goals. State of knowledge on microplastics in soil* (2021–0224). RIVM. https://doi.org/10.21945/RIVM-2021-0224

Sjerps, Rosa, Maessen, Mario, Raterman, Bernard, Ter Laak, Thomas, & Stuyfzand, Pieter. (2017). *Grondwaterkwaliteit Nederland 2015-2016 Chemie grondwatermeetnetten en nulmeting nieuwe stoffen* (KWR 2017.024).

Urbanus, J. H., Brunner, A., Boersma, A., Henke, S., Kooter, I., Lensen, S., Parker, L., Schwarz, A., Imhof, P., Dortmans, A., & Wijngaard, M. (2022). *Microplastics are everywhere: 70% reduction achievable* [Whitepaper]. TNO.

van Loon, A., Pronk, T., Raterman, B., & Ros, S. (2020). *Grondwaterkwaliteit Nederland 2020: Anorganische parameters, bestrijdingsmiddelen, farmaceutica en overige verontreinigende stoffen in de grondwatermeetnetten van de provincies*. KWR.

Verhagen, F., Kleingeld, E., & Avis, L. (2020). *Grondwaterkwaliteit provincie Flevoland*.

Vermeirssen, E. L. M., Dietschweiler, C., Werner, I., & Burkhardt, M. (2017). Corrosion protection products as a source of bisphenol A and toxicity to the aquatic environment. *Water Research*, *123*, 586–593. https://doi.org/10.1016/j.watres.2017.07.006

Verschoor, A. J. (2015). *Towards a definition of microplastics* (2015–0116). RIVM.

Verschoor, A. J., & De Valk, E. (2018). *Potential measures against microplastic emissions to water* (2017–0193). RIVM. https://rivm.openrepository.com/rivm/handle/10029/622058

Vestas. (2022). *Vestas Prohibited and Restricted Substance Management*.

Bijlage 1

Review RIVM

RIVM-reactie op RHDHV-rapport ‘Risico’s windmolens. Emissies van stoffen naar de omgeving’

Definitieve versie, 21 augustus 2024

Opdrachtgever: provincie Flevoland
Financiering: Ministerie van Economische Zaken (RVO bijdrage RIVM aan Expertpool RES 22)
Auteurs: [redacted], [redacted] en [redacted]

1. Inleiding

De Provinciale Staten Flevoland heeft in november 2023 een motie aangenomen waarin om meer duidelijkheid wordt gevraagd over de aanwezigheid van bisfenol A (BPA), microplastics en fijnstof nabij windturbines in Flevoland. In opdracht van de provincie Flevoland is door RoyalHaskoningDHV (RHDHV) een concept-rapport opgesteld, getiteld ‘Risico’s windmolens. Emissies van stoffen naar de omgeving’. Dit rapport beschrijft de (on)mogelijkheden voor het uitvoeren van een onderzoek naar de emissies en risico’s van bovengenoemde stoffen/deeltjes als gevolg van de erosie van windturbines. De provincie Flevoland heeft vervolgens het RIVM gevraagd om een technisch-wetenschappelijke reactie op het RHDHV-rapport (versie 1 juli 2024). Het gaat om de volgende vier specifieke vragen:

1. Heeft RHDHV in hun concept-rapport relevante literatuurbronnen gebruikt? Zo nee, welke relevante informatie ontbreekt?
2. Heeft RHDHV het RIVM correct geciteerd daar waar naar RIVM onderzoek wordt verwezen?
3. RHDHV stelt naast de in het concept-rapport beschreven meetprogramma ook alternatieve methoden voor:
   - Risicogerichte benadering,
   - Big data analyse,
   - Laboratoriumtesten.

Hoe beoordeelt het RIVM het nut en de haalbaarheid van dit meetprogramma en deze alternatieven methoden in het licht van de gestelde vragen door Provinciale Staten?

4. Ziet het RIVM nog andere mogelijkheden om een antwoord te krijgen op de door de Provinciale Staten gestelde vragen?

2. RIVM reactie

Algemeen

Het RIVM beperkt zich tot het beantwoorden van de vier vragen die zijn gesteld vanuit de Provincie Flevoland. We geven geen inhoudelijk of redactioneel detail-commentaar (paginagewijs) op het rapport. Hetzelfde geldt voor financiële aspecten, zoals de geschatte kosten voor het meetprogramma en de alternatieve onderzoeksmethoden.

De aangenomen motie die de aanleiding vormt van dit onderzoeksvoorstel richt zich ‘enkel’ op de zorg over de aanwezigheid van BPA, microplastics en fijnstof in de leefomgeving nabij windturbines. Het RHDHV-voorstel breidt dit uit met ook de gevaars- en risicoaspecten als gevolg van de mogelijke aanwezigheid van de stoffen/deeltjes in de leefomgeving. Het RIVM reageert nu ook op deze aspecten, maar het is uiteindelijk aan de provincie om te bepalen hoe ver het onderzoek moet

strekken. Op zich denken we dat het goed is om, wanneer BPA wordt aangetroffen, de concentraties te vergelijken met de aanwezige risicogrenzen/normen (zie ook hieronder).

Windenergie is een belangrijk onderdeel van de ingezette energietransitie. Het staat voorop dat deze transitie op een veilige manier moet gebeuren en het RIVM onderschrijft daarom het Safe-and-Sustainable-by-Design principe. Het is daarbij belangrijk dat de veiligheidsaspecten, i.c. de risico's van stoffen/deeltjes, in het juiste perspectief worden gezet ten opzichte van de duurzaamheidsaspecten, zoals CO_2-reductie. Dit geldt ook voor afwegingen ten aanzien van de gebruiksfase van windturbines.

We denken dat de uitkomsten van het meetprogramma (zie onder) in Flevoland in indicatieve zin representatief zijn voor de situatie elders in Nederland. Vanzelfsprekend kunnen er verschillen zijn als gevolg van de lokale bodemsamenstelling en geohydrologie, ouderdom windturbine, type windturbine, etc.

Ad 1

Het RIVM heeft in het kader van deze opdracht geen aanvullend literatuuronderzoek uitgevoerd. Het is daarom niet mogelijk om met zekerheid te stellen dat 'alle' relevante (inter)nationale informatie is meegenomen door RHDHV. Desondanks lijken de nu gebruikte literatuurbronnen een voldoende basis te kunnen bieden om conclusies te trekken.

Punt is en blijft dat de producenten van windturbines belangrijke informatie hebben over de samenstelling en coatings van de bladen van windturbines, maar deze gegevens tot op heden niet of onvoldoende beschikbaar lijken te stellen. Dit belemmert een goede inschatting van de emissies naar de leefomgeving en de bijbehorende risico's voor mens en milieu.

Ad 2

De verwijzingen naar eerder uitgevoerd RIVM-onderzoek naar de emissies van stoffen en deeltjes door erosie van windturbinebladen zijn grotendeels correct. In twee gevallen (zie Bijlage 1) hebben we een correctie gemaakt in de overgenomen getallen uit het RIVM-rapport "Eerste inzicht in emissies van chemische stoffen bij windturbines op land". Deze correcties hebben geen invloed op de bevindingen. De verwijzingen naar meer algemene RIVM-rapporten over BPA en emissies/risico's van microplastics zijn juist.

Ter info: In het RHDHV rapport wordt verwezen naar de informatiepagina over BPA van het RIVM. Het RIVM heeft deze pagina onlangs geactualiseerd naar aanleiding van de recente European Food Safety Authority (EFSA)-opinie over BPA: Bisfenol A (BPA) | RIVM

Ad 3

Meetprogramma

In de inleiding van hoofdstuk 5 schrijft RHDHV het nut van een onderzoek min of meer weg, omdat de verwachting is dat er geen BPA-verhoging rondom windturbines waarneembaar is. Vervolgens wordt 'om toch een idee te hebben' de opzet van een meetprogramma geschetst, inclusief alternatieve aanpakken. We denken dat het sowieso zinvol is om een (getrapt) meetprogramma voor te stellen en uit te voeren, ondanks dat er geen verhoging van BPA te verwachten is rondom windturbines. Dit om gehoor te geven aan de steeds terugkerende zorgen vanuit de maatschappij, ook van buiten Flevoland, over dit onderwerp. Belangrijk is wel om van begin af aan duidelijk te zijn

naar derden over wat dit meetonderzoek wel en niet oplevert. We benadrukken dat de aanwezigheid van BPA niet één-op-één gekoppeld is aan risico's voor mens en milieu (zie boven). Bovendien ontbreken op dit moment normen/risicogrenzen in Nederland voor BPA in grond en grondwater, en de in KRW-verband voorgestelde oppervlaktewaternorm is aanmerkelijk lager dan de detectie-/rapportagegrens voor BPA.

RHDHV richt zich in het voorgestelde meetprogramma primair op BPA en niet of nauwelijks op microplastics en fijnstof. Dat vinden we een logische keuze, omdat BPA de meest zinvolle 'marker' lijkt te zijn voor dit doel (met bijbehorende beperkingen). Microplastics en fijnstof zijn vanuit analytisch oogpunt absoluut niet geschikt, omdat metingen in de milieucompartimenten grond en (grond)water te complex zijn en een veel te gering onderscheidend vermogen zullen hebben. Verder zijn de risico's van fijnstof vooral relevant in het compartiment lucht (inhalatie mens) en totaal niet in grond en (grond)water.

De keuze voor BPA metingen in de milieucompartimenten grond en grondwater lijkt valide.

RHDHV verwijst naar recente metingen in oppervlaktewater door Waterschap Zuiderzeeland. Deze laten zien dat de BPA-concentraties in Flevoland op één uitzondering na niet meetbaar zijn, ook in de nabijheid van windmolens. Dit is een goed uitgevoerd onderzoek, maar beperkt van omvang. We denken dat het daarom nuttig is om naast de voorgestelde metingen in grond en grondwater ook nog enkele metingen te doen in nabijgelegen oppervlaktewater. Waar mogelijk zou dan meetpunten moeten worden genomen in wateren met geringe doorstroming om de beïnvloeding door andere bronnen zo klein mogelijk te houden.

De geschetste opzet van het meetprogramma met de meetraaien, bemonsteringsfrequentie, etc. lijkt valide als eerste screening. Afhankelijk van de uitkomsten zou dan later eventueel een vervolgonderzoek kunnen plaatsvinden. Bij negatieve resultaten, d.w.z. geen BPA aangetroffen of geen verschil met referentiepunten/achtergrond, lijkt zo'n follow-up niet aan de orde.

Een kanttekening bij de geschetste opzet van het meetprogramma is dat we ons afvragen of de beïnvloeding door andere windturbines moet worden uitgesloten. Vergroot dit niet de kans om BPA terug te vinden bij de metingen en zijn daar dus de mogelijke risico's het grootst?

Risicogerichte benadering

De door RHDHV voorgestelde risicogerichte benadering lijkt in eerste instantie op wat het RIVM in het onderzoeksrapport uit 2023 heeft voorgesteld, namelijk "*Op basis van modelleren een risicobeoordeling maken voor de stoffen die kunnen uitlogen uit de specifieke turbine coatings (zie bovenstaande bullet). Het is mogelijk om een schatting te maken van de hoeveelheid stof die uitloogt. Met behulp van verspreidingsmodellen kan vervolgens een concentratie in het milieu worden berekend. Deze concentraties kunnen dan worden vergeleken met normen om de risico's voor mens en milieu te beoordelen".*

Deze onderzoekslijn acht het RIVM in dit verband zinvol, maar staat of valt met meer informatie vanuit de producenten over de samenstelling van de coatings op de windturbines. Preciezere gegevens over slijtage en/of het gebruik van specifieke erosiewerende coatings zijn ook nuttig. Verder ontbreken diverse normen/risicogrenzen voor BPA in Nederland (zie boven) waardoor een duiding van de risico's lastig is. Mogelijk zijn bruikbare risicogrenzen (of vergelijkbare waarden) voor BPA te vinden in andere bronnen, bijvoorbeeld EU-RAR BPA, maar dit vraagt een nadere analyse.

RHDHV noemt verder het belang van het meenemen van cumulatieve aspecten door blootstelling aan BPA via andere bronnen, en van het rekening houden met blootstellingspaden zoals inname van

via gras-koe-melk-mens. We denken dat dit additionele aspecten zijn die op zich waardevol zijn, maar het voor dit screeningsdoel onnodig complex maken.

Big data analyse

Het idee achter een big data analyse is dat op basis van 'alle' aanwezige BPA-meetresultaten in Nederland wordt gekeken of er een verband is tussen BPA-concentraties en de nabijheid van windturbines. Het aantal BPA-metingen in oppervlaktewater is naar verwachting zeer beperkt en bovendien deels verouderd, dus de kans is zeer klein dat daar causale verbanden worden gevonden. Voor grondwater zijn er meer gegevens beschikbaar en ook meer recentere gegevens. Figuur 4-3 in het RHDHV-rapport waarin veel grondwater meetresultaten voor BPA zijn weergegeven, lijkt echter niet onderscheidend. Nagenoeg alle meetwaarden liggen immers beneden de signaleringswaarde van 0,1 ug/L.

Het RIVM acht een big data analyse weinig of niet kansrijk om een antwoord te krijgen op de onderzoeksvraag.

Laboratoriumtesten

RHDHV stelt laboratoriumonderzoek voor naar de hoeveelheid materiaal dat erodeert bij windturbines. Een nadere omschrijving van dit onderzoek ontbreekt echter waardoor het RIVM niet in staat is om hier een reactie op te geven. We vragen ons bovendien af of dit onderzoek wel vanuit de overheid moet worden geïnitieerd. De verantwoordelijkheid hiervoor zou primair bij het bedrijfsleven moeten liggen (product stewardship). Voor alle duidelijkheid: zoals eerder gemeld is betere informatie welkom over de mate van slijtage van de turbinebladen.

Bijlage 1. Correcties RHDHV-rapport (versie 1 juli 2024)

Pagina 10. N.B. Dit betreft een fout in het RIVM-rapport.

Uitloging van coating

De mate van uitloging en verspreiding van uitgeloogde producten is sterk afhankelijk van de gebruikte coating. Op basis van wetenschappelijke studies heeft het RIVM een overzicht gemaakt van de mate van uitloging van BPA bij verschillende coatings van staal (Hof, Bodar, et al., 2023). Conclusie was dat de uitloging voor 15 van de geteste 16 epoxy-coatings, minimaal was, dat wil zeggen niet of nauwelijks te meten. Maar voor één coating was de uitloging hoog (~~100~~ 15 mg/m^2/dag), een factor ~~5000~~ 280 hoger dan de andere producten. Depositie van uitgeloogd BPA kan plaatsvinden nabij de windmolen (directe uitstoot, Paragraaf 2.2) of het verspreidt zich diffuus doordat de uitloging plaatsvindt na erosie. Deeltjes (met bijvoorbeeld BPA) verspreiden zich dan eerst in het milieu en zullen moeilijk terug te herleiden zijn naar de bron.

Pagina 11.

kan komen per windturbine (Hof, Bodar, et al., 2023). Voor alle windturbines op land in Nederland (2.679 in het rapportagejaar) telt dit op tot 2.700~~27~~ kg/jaar. Daarbij maakt het RIVM de kanttekening dat, afhankelijk van de toepassing van LEP, deze schatting aan de hoge kant is.

PROVINCIE FLEVOLAND

PROVINCIALE STATEN

MOTIE VREEMD AAN DE ORDE VAN DE DAG

Artikel 21.c van Reglement van Orde Provinciale Staten van Flevoland

Motie nr.: 2

(In te vullen door de griffier)

Onderwerp: Bodemonderzoek Bisfenol A

Agendapunt: 11

Aan de voorzitter van Provinciale Staten

Provinciale Staten van Flevoland

in vergadering bijeen op: 01 november 2023

Constaterende dat:

- In 2014 en 2017 bisfenol A in Flevolandse wateren is aangetroffen;
- In 2018 tijdens de meetronde, 1 meetpunt boven de signaleringswaarde van 0,1 µg/l. uit is gekomen (0,26ug/l in B26A0244-1, ten noorden van Almere);
- In 2021 een Noorse studie waarschuwt voor de hormoon verstorende en kankerverwekkende eigenschappen van bisfenol A1;
- Factcheck Vlaanderen dit onderzoek corrigeerde en via Rotorbladspecialisten Vleemo, een Vlaams windenergiebedrijf, tot de conclusie kwam dat het vrijkomend materiaal van windmolenwieken 640 gram per molen per jaar bedraagt;
- Het RIVM in haar onderzoeken tevens bevestigt dat windmolens eroderen;
- RTL nieuws in haar nieuwsbericht van 18 juni j.l. constateert dat fabrikanten geen inzage willen verschaffen in de samenstelling van de gebruikte coating;
- Bisfenol A door het RIVM aangemerkt wordt als ZZS (Zeer Zorgwekkende Stof);
- Uit de technische sessie over dit onderwerp op 11 oktober j.l. naar voren is gekomen dat de voorgestelde norm voor de rapportagegrens van BPA in het oppervlaktewater een jaargemiddeld gehalte van 34 × 10-6 µg/l (34 miljoenste x miljoenste gram/l) wordt voorgesteld en door het Waterschap als onmeetbaar wordt geacht;
- De ESFA adviseert de norm voor inname van BPA 20.000x te verlagen;
- Het waterschap jaarlijks grondwater-metingen verricht;
- Het Waterschap maandelijks onderzoek doet naar chemie in het oppervlaktewater;
- De Omgevingsdienst onderzoek kan doen naar fijnstof rondom windmolens;
- Exploitanten van windmolens onderhoudsrapporten kunnen verkrijgen met daarin de jaarlijkse erosie aan microplastics, fijnstof en BPA op basis van gewichtsverlies vermeld;
- Exploitanten toegang hebben tot gegevens betreffende de hoeveelheid epoxyhars en BPA per molenwiek;
- De wet Bodembescherming stelt dat er een zorgplicht geldt vanuit de Omgevingsdienst, wanneer er sprake is van mogelijk ernstige bodemverontreiniging die risico's vormen voor mens, het ecosysteem en het grondwater;

Overwegende dat:

- Er in de gemeente Almere vragen gesteld zijn over metingen naar bisfenol A, waaruit naar voren kwam dat er sinds het laatste onderzoek geen metingen meer gedaan zijn naar deze schadelijke stof;
- Er dichtbij windmolens woningen worden gebouwd;
- Bewoners van deze woningen vanwege hun geringe afstand tot windmolens een hoger risico lopen om in aanraking te komen met bisfenol A;
- Bisfenol A, bij extreem kleine hoeveelheid, vele liters water verontreinigt
- De nieuwe voorgestelde norm vanuit het waterschap 1000000x lager ligt dan de huidige norm;
- Indien de voorstelde norm in werking treedt, alle monster de norm overschrijden;
- Er vanuit het waterschap geen uitsluitsel gegeven kan worden dat het gehalte BPA in het oppervlakte automatisch tussen de 0 en 0,1 µg/l ligt;
- Er windmolens staan in onze Flevolandse wateren, welke kunnen worden aangewend als waterbron in tijden van nood;
- Het in belang van de volksgezondheid is dat duidelijk wordt in welke mate deze gevaarlijke stof zich in ons milieu bevindt en in welke mate windmolens hieraan bijdragen.

X Verzoeken het college (dictum) / ☐ Dragen het college op (dictum) / ☐ Spreken uit (dictum)

- Te komen met een voorstel voor onderzoek om de aanwezigheid van fijnstof, microplastics en BPA in het oppervlaktewater en in de grond rondom windmolens te meten;
- Dit onderzoeksvoorstel tevens te richten tot op welke afstand van windmolens bisfenol A wordt aangetroffen en in welke mate windmolens bijdragen aan de uitstoot van fijnstof, microplastics en BPA;
- Dit voorstel voor te leggen aan Provinciale Staten;
- Dit voorstel tevens te voorzien van een passende dekking in de Zomernota 2024;
- De uitkomsten van dit onderzoek te delen met de Provinciale Staten.

en gaan over tot de orde van de dag.

1. https://www.windwiki.nl/leading-edge-erosion-and-pollution-from-wind-turbine-blades/
2. https://www.rivm.nl/fact-sheet-bisfenol-a-bpa
3. https://www.rtlnieuws.nl/economie/artikel/5396751/mogelijk-gevaarlijke-stoffen-coating-windmolens-rivm-noordzee
4. https://www.rivm.nl/sites/default/files/2022-06/Chemische_stoffen_bij_windturbines_op_zee_TG.pdf
5. https://www.efsa.europa.eu/en/topics/topic/bisphenol
6. https://openresearch.amsterdam/nl/page/86261/quickscan-rivm-impact-stoffenwind-op-zee
7. https://factcheck.vlaanderen/factcheck/windturbines-verliezen-geen-62-kg-per-turbine-aan-microplastic
8. https://www.foodpackagingforum.org/news/france-bans-bpa#:~:text=On%20January%201%2C%202015%20the,into%20direct%20contact%20with%20food.
9. https://www.almeredezeweek.nl/nieuws/algemeen/55607/zorgen-om-bisfenol-a-in-flevolandse-wateren

Naam initiatiefnemer: R. Woensdregt (FvD), W. Jansen (SterkLokaalFlevoland), M.G.J.H. van Rooij (50PLUS)

Handtekening initiatiefnemer:

De motie wordt ondersteund door:

PARTIJ	NAAM ONDERTEKENAAR	HANDTEKENING
BBB		
VVD voor Flevoland		
Partij voor de Vrijheid		
Partij van de Arbeid		
GroenLinks		
ChristenUnie		
D66 Bevoland		
CDA Flevoland		
JA21		
Partij voor de Dieren		
Forum voor Democratie		
SP		
SGP		
Sterk Lokaal Flevoland		
50PLUS		

Stemverhouding	Voor	Tegen
Totaal		
BBB		
VVD		
PVV		
PvdA		
GroenLinks		
ChristenUnie		
D66		
CDA		
JA21		
PvdD		
Forum voor Democratie		
SP		
SGP		
SterkLokaalFlevoland		
50PLUS		
De motie is:	Aangenomen	Verworpen

Aldus besloten in de openbare vergadering van Provinciale Staten van 01 november 2023.

Statengriffier,
mr. A. Kost

Voorzitter voor deze,
T.A. Smetsers
vicevoorzitter