



## Stoffenproblematiek: van meer stoffen tot minder biodiversiteit en gezondheid

### Samenvatting

De berichtgeving rondom de schadelijkheid van stoffen is enorm. Claims dat vervuiling de vruchtbaarheid van diverse dieren (inclusief mensen) af doet nemen worden afgewisseld met nieuws over neurologische aandoeningen, zoals de ziekte van Parkinson. Verschillende experts achten het aannemelijk dat dit komt door de hoeveelheid chemische stoffen als gewasbeschermingsmiddelen, industriële stoffen en middelen die we thuis gebruiken. In 1962 waarschuwde de Amerikaanse bioloog, Rachel Carson, voor de 'Silent Spring'— een toekomstig voorjaar zonder vogels en andere soorten omdat die door bestrijdingsmiddelen zijn uitgeroeid. Dit signaal wordt gezien als het begin van de mondiale milieubeweging en lijkt nog altijd actueel. In deze trenalert verkennen we de recentste ontwikkelingen, de tegentrends, en de relevantie voor de watersector, bijvoorbeeld als het gaat om de risicoperceptie van klanten en het naleven van de doelen van de Kaderrichtlijn Water.



Base, G. (2001). *The water hole* (p. 22). Penguin Books Australia, Melbourne.



## Trendbeschrijving en achtergrond

In 1962 zorgde het boek 'Silent Spring' (in het Nederlands uitgebracht als 'Dode Lente') voor de aandacht voor de invloed van chemische stoffen op het milieu. Het beschreef hoe bestrijdingsmiddelen concentreren in de voedselketen en uiteindelijk ook zorgen voor gezondheidseffecten op mensen. Het zorgde voor een milieubeleid dat zich richtte op het beperken van milieubelasting door chemische stoffen die ophopen in het milieu. Eind jaren 90 van de vorige eeuw groeide daarnaast het inzicht dat stoffen effecten kunnen hebben op het hormoonstelsel van dieren en ook mensen. In 1996 bracht een andere schrijfster - Theo Colborn - deze kennis samen in het boek 'Our Stolen Future'. Vanaf dat moment richtte het onderzoek en beleid zich steeds meer op hormoonverstorende stoffen, geneesmiddelen en andere stoffen die ook bij lage concentraties effecten kunnen hebben.

Recent kwam een lezing en boek in het nieuws over de toekomstbeelden van de groeiende vruchtbaarheidsproblemen als gevolg van chemische stoffen. Echter, deze studies kennen veel onzekerheid die het wetenschappelijk debat over de verbanden sterk domineren. Immers, om dit soort mogelijke verbanden echt goed te duiden is nog steeds onderzoek nodig. Echter, door de focus op de onzekerheden verdwijnt de boodschap over de bredere problemen en terugkerende patronen vaak naar de achtergrond. In deze trendalert

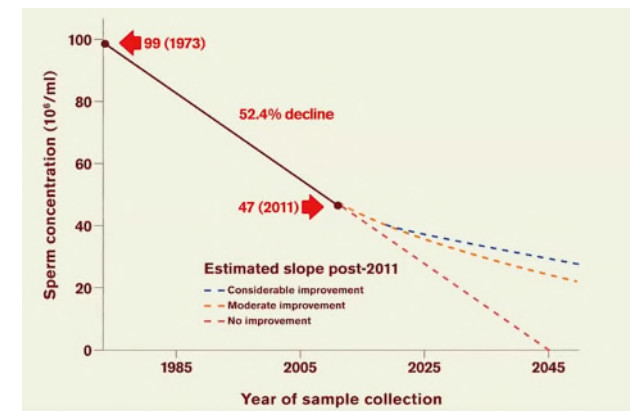
worden daarom een aantal onderzoeken op een rij gezet. Zo kijken we wat bekend is over trends in de vruchtbaarheid en neurologische aandoeningen. Na een beknopt overzicht van de algemene oorzaken wordt ingezoomd op antropogene stoffen, stoffen door de mens gemaakt. Tot slot bespreken we wat bekend is over effecten op het watermilieu en wat voor onderzoeken te verwachten zijn.

In deze trendalert wordt ook een mismatch gesignaleerd: Er is groeiende bewijs voor de negatieve effecten van stoffen die voorkomen in het milieu terwijl de urgentie van het beleid en de publieke belangstelling lijkt achter te blijven. De aandacht voor chemische stoffen en gezondheidseffecten kan zomaar sterk aanwakken, en dat maakt deze mismatch zorgelijk.

De trendalert sluit af met een eerste vertaalslag naar de relevantie voor de watersector. Ook de komende jaren is namelijk te verwachten dat men steeds meer te weten komt over niet alleen een groeiend aantal stoffen in onze leefomgeving maar ook over de negatieve effecten op soorten en andere gezondheidsaspecten voor mensen. Zo zal diepgaande kennis van neurologische, immunologische en hormonale effecten aandacht vragen, maar ook kennis over maatregelen en handelingsperspectief. Dit is zeker relevant omdat de waterkwaliteit op de agenda staat met oog op de doelen van de Kader Richtlijn Water in het jaar 2027.

## Toekomstbeelden vruchtbaarheidsproblemen

In een lezing van de epidemioloog Dr. Shanna Swan, auteur van het boek 'Count Down' over chemicaliën en vruchtbaarheid, zijn recent projecties gepresenteerd van de meta-regressiemodel van Levine et al. (Figuur 6) om drie toekomstbeelden te schetsen voor de gemiddeld totaal aantal zaadcellen van westerse mannen in het jaar 2045. Dit zijn geen positieve scenario's. Swan waarschuwt voor een scenario waarin alle mannen onvruchtbaar zijn geworden en de mensheid met uitsterven wordt bedreigt (Figuur 1).



Figuur 1: Projecties van de gemiddeld totaal aantal zaadcellen van westerse mannen<sup>1</sup>

Dit is niet de eerste studie die claimt dat chemische stoffen zorgen voor een neergaande trend in spermakwaliteit en vruchtbaarheid, en ook niet de eerste keer dat de uitkomsten onderwerp zijn van debat.

<sup>1</sup> HEAL Webinar. (2021). Lezing van epidemioloog Dr. Shanna Swan, auteur van 'Count Down': [https://youtu.be/2C\\_T6wEZ0tk](https://youtu.be/2C_T6wEZ0tk)

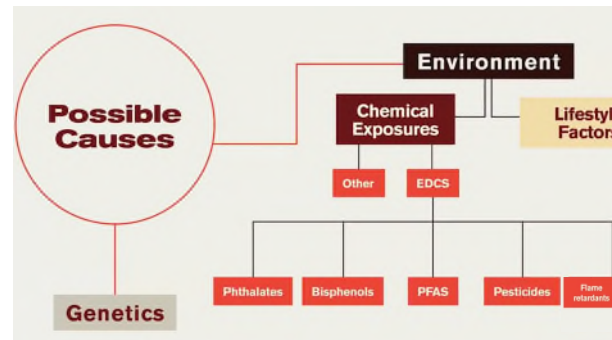


Het is een duidelijk voorbeeld van een studie die een sterk negatief beeld neerzet ('*chemische stoffen laten de mensen uitsterven*') terwijl andere nieuwsitems deze studies juist sterk nuanceren ('*geen bewijs voor oorzaak chemische stoffen op gezondheid*').

De kritiek richt zich erop dat in dit soort studies vaak goede datareeksen ontbreken, mede omdat de meettechnieken in de loop der jaren zijn veranderd en er allerlei externe factoren zijn die mogelijk ook een rol spelen.

### Algemene oorzaken van verminderde vruchtbaarheid

Het is inderdaad zo dat andere factoren dan chemische stoffen (voedingspatroon, medicatie, leefomgeving) ook voor een grote mate de gezondheid bepalen zodat het vaak onduidelijk blijft hoe sterk het effect is van (lage) concentraties van heel veel verschillende stoffen waaraan we langdurig worden blootgesteld. Zo wordt een verscheidenheid aan andere omgevingsinvloeden benoemd die vruchtbaarheid bepalen, zoals bij mensen het op latere leeftijd krijgen van kinderen, stress, roken, en een verhoogde BMI, terwijl ook genetische afwijkingen worden genoemd (Figuur 2).



Figuur 2: Oorzaken van vruchtbaarheidsproblemen bij mensen, waaronder hormoonverstorende stoffen (Swan & Colino, 2021).

Ook onderzoek naar de milieueffecten van stoffen kent dit fenomeen van versturende factoren. Studies aan goed gevoede proefdieren zouden afwijkende resultaten opleveren van studies aan deze dieren in meer (milieu)realistische omstandigheden. Factoren als de voedselrijkdom, predatiedruk, temperatuur en andere fysische parameters zijn net zo belangrijk voor de gezondheid van soorten en daarmee ecosystemen. Hiervoor werd het concept 'Stress-ecologie' geponoerd, die aangeeft dat onderzoek zich moet richten op alle factoren die de overleving van soorten bepaald (Van Straalen, 2003; Van Den Brink, 2008). Zo vraagt het duiden van relaties tussen blootstelling aan stoffen en gezondheidseffecten niet alleen aandacht voor chemische stoffen maar ook voor de wisselwerking met andere factoren.

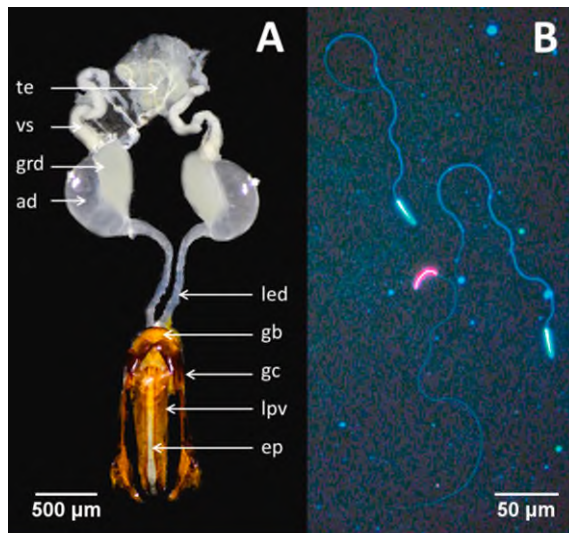
Een levenslange blootstelling aan complexe mengsels van stoffen en de complexiteit van mengseltoxiciteit maakt het echter lastig om de causale verbanden aan te tonen. Zo heeft het RIVM recent geconcludeerd dat, terwijl verschillende studies wijzen op gevolgen van bepaalde nanomaterialen voor vruchtbaarheid, de onderzoeksmethodes niet gestandaardiseerd zijn en de conclusies onzeker.

### Chemische stoffen als oorzaak

Hieronder zoomen we als voorbeelden in op de studies die verbanden onderzoeken tussen stoffen en vruchtbaarheid. Allereerst een studie naar neonicotinoïde (thiamethoxam) op de vruchtbaarheid van de solitaire levende gehoornde metselbij uit Midden-Europa. Neonicotinoïden zijn een groep neuro-actieve insecticiden. Er is voor dit voorbeeld gekozen omdat de achterliggende mechanismes specifiek en helder zijn uitgewerkt. In een trendalert uit 2014, *Neonicotinoïden in water*, staat meer informatie over thiamethoxam en de ontwikkelingen omtrent dit type insecticiden. Uit een recent Zwitsers onderzoek blijkt dat blootstelling aan thiamethoxam een significant negatieve impact heeft op vruchtbaarheid van metselbijen (Strobl et al., 2021). Thiamethoxam belemmert de migratie van sperma van de testikels naar de zaadblaasjes (Figuur 5). De levensvatbaarheid van de zaadcellen zelf wordt door thiamethoxam verminderd via oxidatieve stress, minder zaadvloeistofeiwitten, en de verminderde functie van mitochondriën in de sperma.



Alle kenmerken van gezond metselbijsperma waren in behandelingsgroepen die waren blootgesteld aan thiamethoxam lager dan in de controlegroep. De totale hoeveelheid sperma was gemiddeld 57% lager dan die van de controlegroep en de levensvatbaarheid van het aanwezige sperma was ook lager (gemiddeld 42% minder levensvatbare zaadcellen in het sperma). Door al deze negatieve effecten opgeteld verminderde de totale hoeveelheid levensvatbaar sperma met ongeveer 90%.



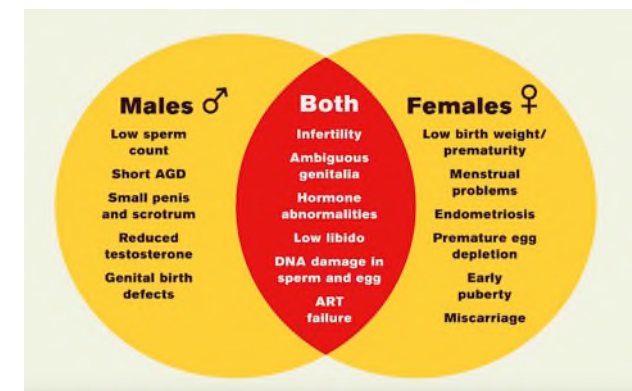
Figuur 3: De mannelijke genitaliën (A) en sperma (B) van de gehoornde metselbij met testes (te), vesica seminalis (vs), accessoire klier (ad), glanuaire klier (grd), laterale ejaculatiebuis (led), gonobase (gb), gonocoxites (gc), laterale penisklep (lpv) en de endophallus (ep). De sperma is gekleurd zijn met een fluorescerende kleurstof voor levend sperma (blauw) en dode sperma (rood).

Ook grote zoogdieren zoals orka's blijken verminderd vruchtbaar te kunnen worden door vervuiling. In dit geval door de hoeveelheid polychloorbifenylen (PCBs) in de voedselketen. Ondanks dat het gebruik van PCB's in veel landen al decennia verboden is, zijn deze stoffen nog alomtegenwoordig. Dit komt vooral omdat zij slecht afbreken in het milieu en goed oplossen in vet waardoor zij zich makkelijk in de voedselketen verplaatsen. Bij grote, lang levende roofdieren, zoals orka's, die bovenaan de voedselketen staan kunnen relatief grote hoeveelheden PCB's ophopen in het vetweefsel (Desforges et al., 2018).

Bij mannelijke orka's zijn hogere concentraties van PCB's in verband gebracht met kleinere zaadblaasjes, epididymis en testikels, verlaagde aantallen (levensvatbare zaadcellen in) sperma, en verminderde testosteronniveaus. Bij vrouwelijke orka's zien we een verhoogd verlies aan embryo's en verhoogde kalversterfte. Naast de impact op het individu kunnen PCB's ook (lokaal en indirect) zorgen voor het instorten van een orkapopulatie doordat ze zich onvoldoende voortplanten om de minimum levensvatbare populatieomvang in stand te houden.

We gaan verder in op de verschillende kenmerken van vruchtbaarheidsproblemen bij mensen: mannen en vrouwen (Figuur 4). Tot nu toe in deze trendalert betreffen alle voorbeelden de zaadcellen van mannen. Vruchtbaarheidsstudies onder vrouwen komen relatief weinig voor. Vruchtbaarheid is bij vrouwen moeilijker te beoordelen dan bij mannen. De ovariële cyclus is daarom

niet zo volledig onderzocht als de spermatogenese bij mannen. Bovendien is er vaak voor gekozen alleen de mannen te onderzoeken, omdat bepaalde stoffen, zoals bestrijdingsmiddelen in het verleden vooral door mannen werden gebruikt. Er is echter wel vastgesteld dat de menstruatiecyclus beïnvloedt wordt door blootstelling aan chemicaliën zoals benzeen en polychloorbifenylen (PCB's). Er zijn ook aanwijzingen dat hoge blootstelling aan bepaalde pesticiden ovariële disfunctie kan veroorzaken (onder meer te zien in gemiste menstruaties en intermenstruele bloedingen). In Amerika en China is slechte luchtkwaliteit in verband gebracht met hogere aantallen miskramen in de eerste trimester. Bepaalde chemicaliën kunnen de placenta binnendringen en het DNA beschadigen.



Figuur 4: Kenmerken van vruchtbaarheidsproblemen bij mannen en vrouwen (Swan & Colino, 2021).

Zonder verder in te zoomen op allerlei andere studies en individuele soorten kunnen we een bredere trend constateren: Door milieuvervuiling met antropogene



stoffen staat de gezondheid van diverse diersoorten onder druk.

Immers, naast de vruchtbaarheidsproblemen bij zowel mannen als vrouwen zijn verbanden gevonden tussen toxische en/of hormoonverstorende stoffen en verhoogde incidentie van borstkanker en andere hormoongevoelige kankers, abnormale groeipatronen en neurologische ontwikkelingsachterstanden bij kinderen, en veranderingen in het immuunsysteem. Omdat de neurologische aandoeningen in Nederland recentelijk veel aandacht krijgen, zoomen we in de volgende alinea daar kort op in.

### Trends in neurologische aandoeningen

In de nieuwe coalitieakkoord 2021-2025 staat het volgende gemeld over bestrijdingsmiddelen: *“We intensiveren de ingezette omslag naar geïntegreerde gewasbescherming door het stellen van tussendoelen, bevorderen van innovatie en precisielandbouw, stimuleren van groene alternatieven en loskoppelen van verkoop en advies. We stemmen de normen voor het gebruik van middelen af op de Kaderrichtlijn Water. We doen onderzoek naar gezondheidseffecten bij boeren en omwonenden.”* Dit laatste zinsnede [naderhand onderstreept] was een van de aanleidingen voor deze trendalert. Waarom wordt hier specifiek naar verwezen in de coalitieakkoord?

Eind 2021 stond Prof. Bas Bloem, hoogleraar neurologie van het Radboud UMC, in de nieuws rondom het besluit van het RIVM om verband tussen bestrijdingsmiddelen

en de ziekte van Parkinson mee te nemen in het toelaten van nieuwe chemicaliën. In 2012 werd Parkinson erkend als beroepsziekte van boeren door de Franse overheid, maar in Nederland wordt jarenlang gevraagd om meer bewijs. Dit terwijl Prof. Roel Vermeulen, hoogleraar Epidemiologie aan het Utrecht UMC, al heeft geconstateerd dat boeren die met bestrijdingsmiddelen werken 60 procent meer kans op Parkinson hebben. Deze kennis is breed gedeeld tijdens een uitzending van ZEMBLA in 2019. In deze uitzending vertelde Prof. Martin van den Berg, hoogleraar Toxicologie aan de Utrecht Universiteit, dat ook de meest verkochte schimmelbestrijdingsmiddelen in Nederland de kans op Parkinson vergroten.

Op de nieuwe website van het Centrum Gezondheid en Maatschappij van het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (VZinfo.nl) is echter vermeld dat er momenteel geen duidelijke trend te ontdekken is in de Parkinsoncijfers tussen 1991 en 2014. Voor deze trendalert kunnen we dus geen uitspraak doen over een toename of afname in de aantal patiënten. Wel zien we steeds meer aandacht voor de gevolgen van het gebruik van bepaalde stoffen voor de gezondheid. Zo heeft de Parkinson Vereniging van Nederland begin 2022 een bezwaarschrift ingediend bij het college voor de toelating van gewasbeschermingsmiddelen en biociden (CtGB). Het bezwaarschrift ging om de toelating van een tiental glyfosaathoudende middelen, waaronder Roundup. De toelating van deze middelen werd door het college met twee jaar verlengt terwijl bij EFSA een omvangrijke procedure loopt over de risico's daarvan.

Hierbij gaat het zowel om het risico op Parkinson, als om het risico op verminderde vruchtbaarheid onder mannelijke zoogdieren (recent aangetoond door Liu et al., 2022). Het RIVM concludeerde echter dat er nog geen gevalideerde methode is voor het vaststellen van de relatie tussen middelen zoals glyfosaat en neurodegeneratieve ziekten zoals Parkinson (Heusinkveld H. et al. 2021). Het voorzorgsprincipe, dat kan worden toegepast wanneer er onzekerheid bestaat over de effecten van bepaalde stoffen, lijkt hierbij momenteel niet toegepast te worden.

### Causale verbanden en beleid

De bewijslast dat chemische stoffen op lage concentraties negatieve effecten kunnen hebben op het hormoonstelsel is groeiende. Vooral eind jaren 90 van de vorige eeuw groeide het inzicht dat stoffen effecten kunnen hebben op het hormoonstelsel van dieren en ook mensen. Vanaf dat moment richtte het onderzoek en beleid zich steeds meer op hormoonverstorende stoffen, geneesmiddelen en andere stoffen die ook bij lage concentraties effecten kunnen hebben. Uitkomsten van toxiciteitsstudies vormen de basis voor het (Europese) stoffenbeleid, zoals REACH in de EU. Echter, pas recent zorgen de studies die aantonen dat stoffen daadwerkelijk kunnen inwerken op het hormoonstelsel, voor restricties in beleid.

Van de stof bisfenol A (BPA) is op 21 december 2021 het Europees Hof definitief aangemerkt als ‘zeer zorgwekkende stof’, gebaseerd op studies die laten zien dat deze stoffen inwerken op het hormoonstelsel. Dit



betekent dat er strenge emissie-eisen op gehouden worden en dat dat de industrie eerst toestemming moet vragen om de stof te gebruiken. De verspreiding van BPA in het aquatische milieu gaat grotendeels via het RWZI-effluent, maar er is weinig data bekend over concentraties in afval- en oppervlaktewater. In dat kader is van belang dat ook de komende drinkwaterwet- en regelgeving een monitoringsverplichting vraagt voor de stof BPA en kan een (hernieuwde) risicobeoordeling verwacht worden.

In tegenstelling tot de apocalyptische scenario's, zoals uitsterving van de mens doordat we onvruchtbaar worden, is het BPA beleid een voorbeeld van de positieve ontwikkelingen, alhoewel het ook een voorbeeld is van de traagheid van het beleid. Immers, al sinds de jaren 1930 is bekend dat BPA het vrouwelijke hormoon oestrogeen kan nabootsen en sindsdien is er veel onderzoek gedaan over de effecten van BPA op vruchtbaarheid. Een voorbeeld waarin bij de toelating van de stof het voorzorgsprincipe dus niet is toegepast.

Terwijl de emissie van BPA steeds meer wordt beperkt (in de EU) wordt gewaarschuwd voor de vervangers van BPA, die een mogelijk vergelijkbare hormoonverstorende werking en toxiciteit hebben. Het is immers vaak zo dat problematische stoffen vervangen worden met een stoffen die een vergelijkbare molecuulstructuur hebben, waardoor het effect op mens en milieu ook

vergelijkbaar is. Dit proces van 'spijtige substituties' geeft ook aanleiding om Swan's 'no improvement' scenario (Figuur 1; rode lijn) serieus te nemen en zo blijft uitsterven door onvruchtbaarheid een reële scenario. 'No improvement' betekent dat we door zouden blijven gaan met de huidige manieren van risicobeoordeling en gebruik van chemische stoffen.

### Publiek besef

Het is bijzonder lastig om als individuele burger en leek meer inzicht te krijgen in de effecten van milieuvuiling in de leefomgeving op de eigen gezondheid. Mensen lezen wel nieuwsberichten, zoals over de groeiende hoeveelheid stoffen in onze leefomgeving, zoals de hoeveelheid stoffen op groenten en fruit<sup>2</sup>. Uit ander onderzoek met 10.000 respondenten blijkt dat sinds de coronapandemie 44% van de Nederlanders zich meer zorgen maakt om het milieu.<sup>3</sup> In de perceptie van mensen ontstaat dus een relatie tussen milieuproblemen en gezondheidsrisico's - een gevoel dat wellicht ook sterker wordt door voeding met nieuwsberichten over stoffen en risico's.

Het is dan ook bijna niet te voor te stellen dat de Nederlandse bevolking gezondheidsrisico's als vruchtbaarheidsproblemen en neurodegeneratieve aandoeningen zullen blijven accepteren als het eenduidig bewezen wordt dat deze gerelateerd zijn aan bepaalde stoffen die de overheid toelaat voor gebruik,

en daarbij in het milieu kunnen terechtkomen. Recent zien we hier voorbeelden van in de omgeving van TATA steel waar bewoners protesteren tegen de emissies van stoffen omdat deze worden gerelateerd aan gezondheidsrisico's<sup>4</sup> en in de regio Zeeland, waar de gemeenteraden van Borsele, Kapelle, Reimerswaal, Hulst en Sluis een breed bevolkingsonderzoek willen om te kijken of de aanwezigheid van PFAS in de Westerschelde tot gezondheidsproblemen leidt.<sup>5</sup> Films zoals *Dark Waters* (2019) kunnen het publiek besef vergroten en de verantwoordelijke instanties dwingen informatie te geven over specifieke stoffen op specifieke locaties.<sup>6</sup> Ondanks dergelijke voorbeelden, is het publieke verzet nog beperkt, zo lijkt het.

## Relevantie

### Zijn de risico's reeds op de radar in de watersector?

De risico's die toxische en/of hormoonverstorende stoffen met zich meebrengen, voor zowel de biodiversiteit als de gezondheid, staan voor de specialisten in de watersector al langer in de belangstelling.

Hormoonverstoring van dieren in het aquatische milieu, onder meer door RWZI effluent, is al decennia geleden aangetoond in Nederland, bijvoorbeeld bij vissen zoals brasems (Vethaak et al., 2002 en Gerritsen et al., 2003).

<sup>2</sup> 'Mogelijk schadelijke pesticiden op fruit en groenten fors toegenomen' | NOS.

<sup>3</sup> <https://www.essity.nl/nieuws/persberichten/nederlander-maakt-zich-meer-zorgen-om-klimaat-sinds-corona/>

<sup>4</sup> <https://www.rivm.nl/tata-steel>

<sup>5</sup> <https://nos.nl/artikel/2427368-gemeenten-rond-westerschelde-houden-vast-aan-bevolkingsonderzoek-pfas>

<sup>6</sup> <https://www.rivm.nl/pfas/dark-waters-film-over-pfas>

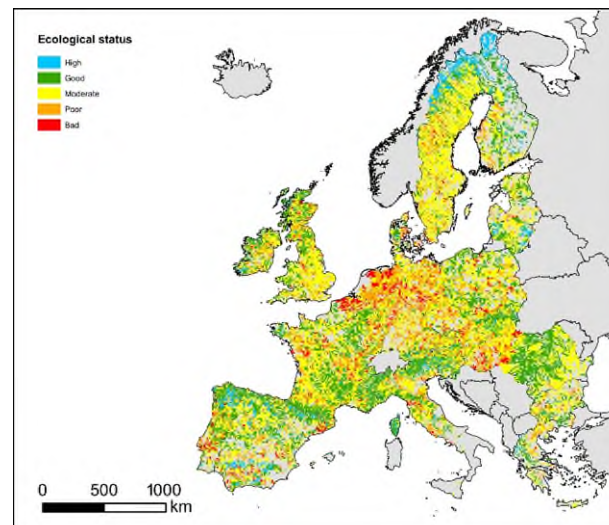


De schuldige stoffen zijn industriële chemicaliën, bestrijdingsmiddelen uit de landbouw en medicijnresten en bestanddelen van de anticonceptiepillen. Ook in Duitsland is aangetoond dat populaties mosselen en kreeftjes verminderde reproductiecijfers en een gestoorde man:vrouw ratio hebben wanneer ze naast een RWZI leven (Harth et al., 2019). De verbanden met specifieke stoffen worden hiernaast verder onderzocht. Bijvoorbeeld, glyfosaat veroorzaakt fragmentatie van het DNA in spermacellen van de regenboogforel, met negatieve gevolgen voor de populatieomvang (Akça, 2021).

Al met al baren de onderzoeken over de risico's van hormoonverstorende, neurotoxische en andere giftige stoffen zorgen met betrekking tot hun impact op de gezondheid van het aquatisch milieu. Toch lijkt dit nog maar weinig aan bod te komen in het publieke debat over het gebruik van deze stoffen. Een mogelijke verklaring hiervoor kan zijn dat er in de afgelopen decennia ook een verbetering van de waterkwaliteit heeft plaatsgevonden t.o.v. de jaren '70 en '80 van de vorige eeuw. Ook lijkt men er voor de toekomst vanuit te gaan dat de vergaande zuivering van RWZI effluent veel van de voorgenoemde problemen gaat oplossen.

Echter, Nederland kleurt nog steeds 'rood' als het gaat om het behalen van een goede ecologische toestand naar de doelen van de Kader Richtlijn Water (Figuur 5).

Zo volgt uit een uitgebreide berekening naar de stressfactoren op de ecologie volgde dat naast de factoren als hydromorfologie (ca. 40%) en voedingstoffen (ca. 34%) ook ca. 26% kon worden verklaard door het voorkomen van toxische stoffen (Lemm et al., 2021). Deze 'toxische druk' geeft ook voeding aan de discussies over hoe de beoordeling voor wetgeving en beleid om zou moeten gaan met mengseltoxiciteit (het voorkomen van meerdere stoffen), terwijl de risicobeoordelingen nu nog uitgaan van beoordelingen per stof apart.



Figuur 5: Ecologische status in Europa (uit: Lemm et al., 2021).

Op Europees niveau bestaat de Kaderrichtlijn Water sinds 2000 en vorige jaar is het EU-‘zero pollution action plan’ gepresenteerd, alsook de ambitie voor een ‘toxic-free environment’. Dit plan is opgenomen in de EU Green Deal en sluit aan op de herziening van de Richtlijn Industriële Emissies, de Richtlijn Prioritaire Stoffen, en de Strategie voor Duurzame Chemische Stoffen. De ambities zijn hoog, bijvoorbeeld de Europese commissie wil het gebruik van pesticiden gehalveerd hebben in 2030.<sup>7</sup>

Een recent voorbeeld van een responsstrategie is een ketenaanpak ingericht met aandacht voor de toelatings-, gebruiks- en zuiveringsfase voor geneesmiddelen en bij andere stoffen is dat onderwerp van studie (Kennisimpuls: Ketenverkenner). Betere zuiveringen en strengere toelatingseisen aan stoffen zullen op de langere termijn waarschijnlijk leiden tot een daling in de concentraties van hormoonverstorende en toxische stoffen in het oppervlaktewater. Dit geeft ook hoop op een positieve toekomstbeeld.

Aan de andere kant zien we een bijzonder sterke lobby vanuit de chemische industrie en landbouwsector<sup>8</sup>. In de trendalert ‘Lobbycratie: Overheid die buigt onder druk’ uit 2020 werd bijvoorbeeld gesignaleerd dat de European Chemical Industry Council het meeste geld heeft uitgegeven aan lobby van alle belanghebbenden. Deze lobbyactiviteiten vielen precies samen met het

<sup>7</sup> <https://nos.nl/index.php/artikel/2433622-europese-commissie-wil-gebruik-pesticiden-gehalveerd-hebben-in-2030>

<sup>8</sup> Een recent voorbeeld: <https://www.melkveebedrijf.nl/veevoer-melkvee/grasland/glyfosaatverbod-op-pachtgronden-brabantse-delta-afgewend/>



schrijven van de Green Deal door de Europese commissarissen.

Bovendien loopt de watersector zelf achter met de implementatie van alle maatregelen voor de Kaderrichtlijn Water. In 2022 voldoet maar 1 procent van de wateren in Nederland aan alle KRW doelen en is een watercrisis in 2027 een reëel scenario.<sup>9</sup> Echter, veel van de acties die nodig zijn liggen buiten de controlesfeer van de watersector. Daarom is een sterkere lobby naar het bevoegd gezag (Rijk, provincies, gemeentes) op korte termijn noodzakelijk. De mogelijkheid kaders te stellen m.b.t. het gebruik en de lozing van chemische stoffen door waterbeheerders zou ook helpen. Sterke lobby vanuit de watersector naar 'Europa' is ook nodig. Deze noodzaak wordt versterkt door de mogelijkheid van een negatieve opinie rondom het onderwerp: Als het publiek verbanden legt tussen waterkwaliteit en gezondheidsrisico's zoals vruchtbaarheidsproblemen dan kan dit grote gevolgen hebben en bijvoorbeeld het vertrouwen in drinkwater en de drinkwaterbedrijven schaden. Het is belangrijk om op te komen voor de publieke gezondheid, namens het publiek.

### Exposoomonderzoek als strategie?

Diverse Nederlandse partijen als het RIVM en de Universiteit Utrecht zijn recentelijk begonnen met een Strategische Programma Blootstelling en Gezondheidseffecten.<sup>10</sup> In dit programma wordt gekeken

naar nieuwe biomarkers voor de gezondheidsstatus van mensen en ook nieuwe technieken om (combinaties van) blootstelling (gedurende de levensloop) te meten. Denk aan immunologische biomarkers, nieuwe omics, en nieuwe sensortechnieken zoals smartwatches. Dit soort 'exposoomonderzoek' wordt vaak besproken in relatie tot luchtkwaliteit. Ook in Vlaanderen wordt al jarenlang gezondheidsstatus met steekproeven gemonitord inclusief bloedmetingen van omwonenden. De relatie tussen de gezondheidseffecten en de emissies wordt veel concreter en begrijpelijker als de stoffen in het bloed worden gemeten.<sup>11</sup> Zou exposoomonderzoek een middel kunnen zijn om een bronaanpak van zorgwekkende stoffen hoger op de agenda's te krijgen? Denk hier ook aan het publieke besef, bijvoorbeeld door middel van citizen science. Het is belangrijk om daarbij te blijven communiceren dat drinkwater veilig is als het gaat om hormoonverstorende en neurotoxische stoffen.

### Tot slot

Tot nu toe lijkt het voorzorgsprincipe niet altijd toegepast te worden op chemisch stoffen en wordt er geregeld een beroep gedaan op aanvullend onderzoek. Het ontbreekt vaak aan kennis over blootstellingsniveaus en er is veel debat over de onderzoeksresultaten. Echter, mogelijk ondermijnt (hoe onderzoekers omgaan met) de complexiteit van dergelijke blootstellingsonderzoeken de (toepasbaarheid van de) uitkomsten van deze onderzoeken. Trage handelen lijkt het voorkomen van

bepaalde stoffen in het milieu te normaliseren en de eventuele gezondheidseffecten te bagatelliseren. Het uitblijven van publieke ophef over deze gezondheidseffecten draagt mogelijk bij aan deze status quo.

Een andere ongewenste richting is overigens 'chemofobie'; het fenomeen dat men voor aanwezigheid van chemische stoffen angst ontwikkelt. Dit zou namelijk het vertrouwen in drinkwater kunnen aantasten als meer bekend wordt over de concentraties in water zonder gezondheidsrisico. Het concept 'risicoperceptie' zal dan ook blijvende aandacht vragen. Kortom, het is vanuit een onderzoeksperspectief zaak om trends te volgen en kennis te bundelen. Speciale aandacht gaat hier naar het exposoomonderzoek naar associaties, de causale verbanden tussen effecten en mengsels van stoffen, specifieke gezondheidseffecten en trends in onderzoek om de potentiële impacts in kaart te brengen. Want ondanks dat deze stoffen op korte termijn vooral effect lijken te hebben op het individu, kunnen ze over langere tijdsspanne desastreuze effecten hebben op populaties als geheel (inclusief mensen).

Vanuit perspectief voor de watersector zal een stevige lobby nodig zijn om maatschappelijke en politieke keuzes te benadrukken die het voorzorgsprincipe benutten en de emissies van stoffen naar het milieu nog steviger doen verminderen.

<sup>9</sup> <https://www.h2owaternetwerk.nl/h2o-actueel/minister-stevige-uitdaging-om-krw-maatregelen-tijdig-uit-te-voeren>

<sup>10</sup> <https://www.rivm.nl/over-het-rivm/strategisch-programma-rivm/blootstelling-en-gezondheidseffecten> en [Decoding the exposome, the biggest influencer on health - In depth - Utrecht University \(uu.nl\)](https://www.rivm.nl/over-het-rivm/strategisch-programma-rivm/blootstelling-en-gezondheidseffecten)

<sup>11</sup> <https://www.binnenlandsbestuur.nl/ruimte-en-milieu/gezondheidsraad-heeft-advies-uitgebracht-over-exposoomonderzoek>





## Meer informatie

- Jing-Bo Liu, Kai Chen, Zi-Fa Li, Zhen-Yong Wang, LinWang. Glyphosate-induced gut microbiota dysbiosis facilitates male reproductive toxicity in rats (2022). *Science of the Total Environment*, Volume 805, 20 January 2022, 150368. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.150368>
- <https://www.trouw.nl/duurzaamheid-natuur/trillende-handen-dementie-depressie-landbouwgif-is-zo-onschuldig-niet~b504ed39/?referrer=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F>
- Heusinkveld H. et al. 2021. Gewasbeschermingsmiddelen en neurodegeneratieve ziekten: mogelijkheden om de toelatingsvereisten te verbeteren. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, RIVM rapport 2021-0153
- Sánchez-Bayo, F., & Wyckhuys, K. A. (2019). Worldwide decline of the entomofauna: A review of its drivers. *Biological conservation*, 232, 8-27.
- <https://scientias.nl/wetenschappers-waarschuwen-diersoorten-kunnen-onvruchtbaar-worden-door-klimaatverandering/>
- Sales, K., Vasudeva, R., Dickinson, M. E., Godwin, J. L., Lumley, A. J., Michalczyk, Ł., ... & Gage, M. J. (2018). Experimental heatwaves compromise sperm function and cause transgenerational damage in a model insect. *Nature Communications*, 9(1), 1-11.
- Hallmann, C.A., Jongejans, E. (2021). Long-term trends and drivers of aquatic insects in the Netherlands. STOWA, Amersfoort: <https://www.stowa.nl/publicaties/long-term-trends-and-drivers-aquatic-insects-netherlands-inclusief-nederlandse>
- Hallmann, C. A., Sorg, M., Jongejans, E., Siepel, H., Hofland, N., Schwan, H., ... & de Kroon, H. (2017). More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. *PloS one*, 12(10), e0185809.
- van der Sluijs, J. P. (2020). Insect decline, an emerging global environmental risk. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 46, 39-42
- Hallmann, C. A., Zeegers, T., van Klink, R., Vermeulen, R., van Wielink, P., Spijkers, H., ... & Jongejans, E. (2020). Declining abundance of beetles, moths and caddisflies in the Netherlands. *Insect Conservation and Diversity*, 13(2), 127-139.
- Liess, M., Liebmann, L., Vormeier, P., Weisner, O., Altenburger, R., Borchardt, D., ... & Reemtsma, T. (2021). Pesticides are the dominant stressors for vulnerable insects in lowland streams. *Water Research*, 201, 117262.
- Strobl, V., Albrecht, M., Villamar-Bouza, L., Tosi, S., Neumann, P., & Straub, L. (2021). The neonicotinoid thiamethoxam impairs male fertility in solitary bees, *Osmia cornuta*. *Environmental Pollution*, 284, 117106.
- Colin, T., Monchanin, C., Lihoreau, M., & Barron, A. B. (2020). Pesticide dosing must be guided by ecological principles. *Nature Ecology & Evolution*, 4(12), 1575-1577.
- Agarwal, A., & Said, T. M. (2004). Carnitines and male infertility. *Reproductive biomedicine online*, 8(4), 376-384.
- Ciereszko, A., Wilde, J., Dietrich, G. J., Siuda, M., Bąk, B., Judycka, S., & Karol, H. (2017). Sperm parameters of honeybee drones exposed to imidacloprid. *Apidologie*, 48(2), 211-222.
- Remili, A., Letcher, R. J., Samarra, F. I., Dietz, R., Sonne, C., Desforges, J. P., ... & McKinney, M. A. (2021). Individual Prey Specialization Drives PCBs in Icelandic Killer Whales. *Environmental Science & Technology*, 55(8), 4923-4931.
- Sumner, R. N., Harris, I. T., Van der Mescht, M., Byers, A., England, G. C. W., & Lea, R. G. (2020). The dog as a sentinel species for environmental effects on human fertility. *Reproduction*, 159(6), R265-R276.
- Williams, R. S., Curnick, D. J., Brownlow, A., Barber, J. L., Barnett, J., Davison, N. J., ... & Jobling, S. (2021). Polychlorinated biphenyls are associated with reduced testes weights in harbour porpoises (*Phocoena phocoena*). *Environment international*, 150, 106303.
- Goncharov, A., Rej, R., Negoita, S., Schymura, M., Santiago-Rivera, A., Morse, G., Carpenter, D.O. (2009). Lower serum testosterone associated with elevated polychlorinated biphenyl concentrations in Native American men. *Environ. Health Perspect.* 117, 1454-1460. <https://doi.org/10.1289/ehp.0800134>
- Desforges, J. P., Hall, A., McConnell, B., Rosing-Asvid, A., Barber, J. L., Brownlow, A., ... & Dietz, R. (2018). Predicting global killer whale population collapse from PCB pollution. *Science*, 361(6409), 1373-1376.



- <https://www.dekennisvannu.nl/site/artikel/Kwaliteit-sperma-westerse-man-gaat-steeds-verder-achteruit/9270>
- <https://nos.nl/artikel/2185017-zaadkwaliteit-van-de-westerse-man-keldert>
- Levine, H., Jørgensen, N., Martino-Andrade, A., Mendiola, J., Weksler-Derri, D., Mindlis, I., ... & Swan, S. H. (2017). Temporal trends in sperm count: a systematic review and meta-regression analysis. *Human reproduction update*, 23(6), 646-659 <https://academic.oup.com/humupd/article/23/6/646/4035689>
- Bretveld, R. W., Thomas, C. M., Scheepers, P. T., Zielhuis, G. A., & Roeleveld, N. (2006). Pesticide exposure: the hormonal function of the female reproductive system disrupted?. *Reproductive Biology and Endocrinology*, 4(1), 1-14.
- <https://www.ehn.org/environmental-causes-of-infertility-2650430077/dismaying-biological-realities>
- <https://www.nytimes.com/2021/06/04/health/sperm-fertility-reproduction-crisis.html>
- Boulicault, M., Perret, M., Galka, J., Borsa, A., Gompers, A., Reiches, M., & Richardson, S. (2021). The future of sperm: a biovariability framework for understanding global sperm count trends. *Human Fertility*, 1-15.
- Swan, S. H., & Colino, S. (2021). *Count down: How our modern world is threatening sperm counts, altering male and female reproductive development, and imperiling the future of the human race*. Simon and Schuster.
- [https://www.youtube.com/watch?v=2C\\_T6wEZ0tk](https://www.youtube.com/watch?v=2C_T6wEZ0tk)
- Lea, R. G., Byers, A. S., Sumner, R. N., Rhind, S. M., Zhang, Z., Freeman, S. L., ... & England, G. C. (2016). Environmental chemicals impact dog semen quality in vitro and may be associated with a temporal decline in sperm motility and increased cryptorchidism. *Scientific reports*, 6(1), 1-14.
- <https://www.bnnvara.nl/zembla/artikelen/risico-op-ziekte-van-parkinson-bij-blootstelling-aan-landbouwgif>
- Cattani D., et al. 2021. Perinatal exposure to a glyphosate-based herbicide causes dysregulation of dynorphins and an increase of neural precursor cells in the brain of adult male rats. *Toxicology* 461 (2021) 152922. <https://doi.org/10.1016/j.tox.2021.152922>
- Pelley, J. (2008). *Plasticizer may make boys less masculine*. Environmental Science and Technology.
- [https://www.rivm.nl/nanotechnologie/gezondheid/te\\_weinig\\_kennis\\_over\\_effecten\\_van\\_nanomaterialen\\_op\\_voortplanting\\_en Ontwikkeling](https://www.rivm.nl/nanotechnologie/gezondheid/te_weinig_kennis_over_effecten_van_nanomaterialen_op_voortplanting_en Ontwikkeling)
- <https://rvs.rivm.nl/onderwerpen/gevaarsindeling/CMR>
- [https://www.vewin.nl/nieuws/paginas/Europese\\_Co\\_mmissie\\_moet\\_met\\_zero\\_pollution\\_action\\_plan\\_echt\\_werk\\_maken\\_van\\_bronaanpak\\_1182.aspx](https://www.vewin.nl/nieuws/paginas/Europese_Co_mmissie_moet_met_zero_pollution_action_plan_echt_werk_maken_van_bronaanpak_1182.aspx)
- <https://www.plasticsoupfoundation.org/2022/01/wetenschappers-reageren-op-besluit-om-bpa-te-bestempelen-als-zeer-zorgwekkende-stof/>
- <https://www.h2owaternetwerk.nl/vakartikelen/is-bisfenol-a-de-volgende-regrettable-substitution>
- De Jongh, A. (2021). Code Groen - Zorgt corona voor een omslag in duurzaamheid? United Minds. Essity: <https://www.essity.nl/nieuws/persberichten/nederlanders-maakt-zich-meer-zorgen-om-klimaat-sinds-corona/>
- van Straalen, N. M. (2003). Ecotoxicology becomes stress ecology. *Environmental Science and Technology*, 37((17)), 324A-330A. <https://doi.org/10.1021/es0325720>
- Van den Brink, P (2008) Afdeling(en) Inaugurele rede: Leerstoelgroep Aquatische ecologie en waterkwaliteitsbeheer WIMEK. Wageningen Universiteit. Link: <https://edepot.wur.nl/238>
- <https://www.rivm.nl/tata-steel>

## Keywords

vruchtbaarheids crisis Parkinson PCBs dieren klimaatverandering vervuiling