

De opmars van nanotechnologie heeft voor de watersector twee gezichten. Nanodeeltjes brengen milieurisico's met zich mee en waterbeheerders proberen goed in de gaten te houden of de minuscule deeltjes niet in het oppervlaktewater terechtkomen. Aan de andere kant is het juist nanotechnologie die revolutionaire doorbraken in de waterzuivering binnen handbereik brengt.



Opkomst van nanotechnologie risico maar ook kans voor watersector

Belofte of bedreiging

Door Loes Elshof

Nanotechnologie kan producten en processen ingrijpend verbeteren. Tegelijk zijn er zorgen over de effecten op het milieu, bijvoorbeeld als deze stoffen in het oppervlaktewater belanden. "Je kunt pas iets zeggen over risico's als je ze ook kunt meten en modelleren", meent Annemarie van Wezel, onderzoeker bij KWR en hoogleraar waterkwaliteit en menselijke gezondheid aan de Universiteit Utrecht. KWR ontwikkelde meetmethoden die intussen in de Nederlandse praktijk zijn toegepast. En dat levert goed nieuws: nanodeeltjes zijn gemeten in het influent van de waterzuivering, maar worden nog niet in het effluent of in oppervlaktewater gevonden. Van Wezel: "Ze worden dus nog niet in het milieu aangetroffen. Althans niet boven de gevoelige detectielimieten van onze meetmethoden. Daarbij moet worden opgemerkt dat het gebruik van nanodeeltjes nog niet heel groot is, in vergelijking tot andere stoffen, maar er is veel groei in dit marktsegment te verwachten."

Risicobeoordeling

"Voor het beoordelen van de risico's moet je de eigenschappen beter kennen. Nanodeeltjes verschillen sterk van klassieke chemische stoffen, alleen al omdat de nanodeeltjes groter zijn. Uit onderzoek blijkt dat nanodeeltjes neigen tot samenklonteren – agglomereren –, zowel met elkaar als met andere stoffen.

Samengeklonterde deeltjes kunnen uiteindelijk neerslaan. Voor het water positief, maar voor het sediment misschien weer niet." De milieuchemische modellen voor blootstelling, en daarmee de modellen voor risicobeoordeling, zijn intussen sterk verbeterd. "We kunnen beter voorspellen welke concentraties zich kunnen voordoen, bijvoorbeeld in slibdeeltjes."

Het meeste risico-onderzoek richt zich op nanodeeltjes zoals fullerenen (voetbalachtige koolstofmoleculen, die aluminium harder maken) of koolstofnanobuisjes, die in de waterzuivering worden toegepast. Daarnaast zijn er de anorganische stoffen zoals nanogoud, nanozilver en titaniumdioxide. Vragen zijn er over nanozilver, dat wordt toegepast in bacteriewerende coatings van sportkleding. Deze laag wordt bij het wassen weggespoeld en komt in de afvalwaterketen. Ook nieuwere stoffen als grafen en nanozink zijn in het onderzoeksvizier beland. Er zijn aanwijzingen dat de vorm van het nanodeeltje van invloed is op de toxiciteit: vezelvormige deeltjes lijken meer risico op te leveren dan bolvormige deeltjes. Ook wordt aangenomen dat nanodeeltjes zich in zout en zoet water anders gedragen. Voor nanostoffen is nog geen wetgeving of emissieregistratie, maar dit is wel een onderwerp van internationaal debat, onder andere binnen de Organisatie voor Economische Samenwerking Oeso. "Telkens is er de vraag: hoe gaan wij om met deze

250 miljoen voor nanotechnologie

NanonextNL is een consortium van ruim honderd bedrijven, universiteiten, kennisinstellingen en universitair-medische centra, dat zich richt op onderzoek en ontwikkeling van micro- en nanotechnologie. In totaal is 250 mln euro uitgetrokken voor NanonextNL, waarvan de ene helft door de deelnemende bedrijven en organisaties en de andere helft door de overheid wordt ingelegd. Er zijn tien programma's, het thema schoon water is daar een van.

(foto's: Erik Brinkhorst/Mesa+)



verbindingen in vergelijking met normale stoffen? We kunnen deze stoffen steeds beter meten en ontwikkelen hier een instrumentarium voor. Ik verwacht binnen afzienbare tijd aanpassingen in de wetgeving, specifiek voor nanostoffen", aldus Van Wezel. Die zijn volgens haar goed inpasbaar in de wetgeving voor de toelating van stoffen.

Het KWR-onderzoek wordt mede gefinancierd vanuit het consortium NanonextNL. Maar ook het Europese onderzoeksprogramma Horizon 2020 investeert in nanotechnologie en heeft die als 'key enabling technologie' bestempeld. "Wereldwijd is er veel onderzoek. Weliswaar is er meer ontwikkeling aan de kant van de industrie, maar ook aan risicokant wordt voortdurend gewerkt."

Gezien de concurrentie geven bedrijven aan externe instituten niet makkelijk informatie over hun productontwikkeling. Van Wezel: "Tegelijk hebben bedrijven baat bij een veilige technologie en -implementatie van hun producten. Ze willen later geen vervelende dossiers en wensen dat hun investeringen tot recht kunnen komen."

In NanonextNL trekt KWR intensief op met bedrijven en andere instituten. In bijeenkomsten wordt wederzijds geleerd, stelt Van Wezel. Zij rekent het tot haar taak de bedrijfsonderzoekers een andere 'mindset' mee te geven. "Voordeel van de Nederlandse

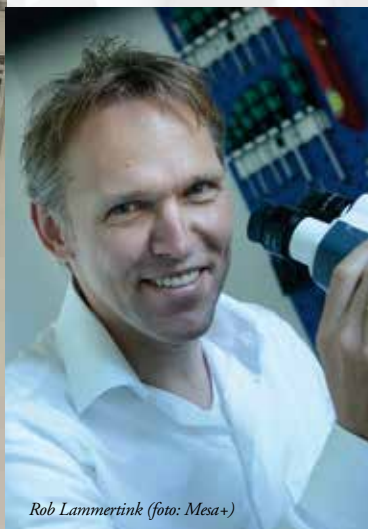
samenwerking is dat vanaf de start van de ontwikkeling van stoffen naar risico's wordt gekeken."

Belangstelling

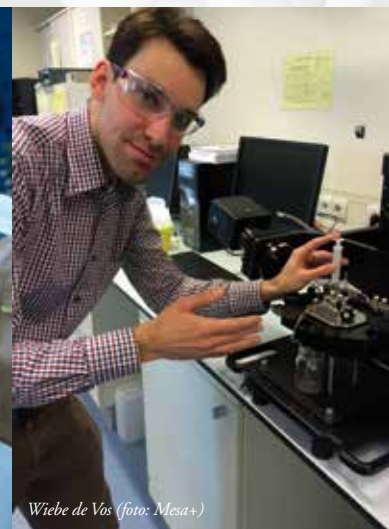
Er is nog geen regelgeving of testprotocol om mensen te beschermen tegen de effecten van nanomaterialen. NanonextNL pleit voor invoering van een 'risicoanalyse en technologische assessment' als geïntegreerd onderdeel van de technologieontwikkeling. Interactie van beleid en wetenschap met de samenleving is noodzakelijk. "Voedselproducenten, bijvoorbeeld, wensen een veilige implementatie van nanotechnologie, maar willen ook kunnen experimenteren met de mogelijkheden. Ons advies luidt: ontwerp je producten zo dat de gebruikte stoffen intrinsiek zo veilig mogelijk zijn. Blootstelling van mens en milieu moet je zoveel mogelijk voorkomen. Als er risico's worden voorzien, weet dan hoe die weggenomen kunnen worden, bijvoorbeeld met behandelingstechnologie. Voorkomen dat nanodeeltjes in het milieu belanden, is altijd beter."

Van Wezel signaleert vanuit de watersector veel belangstelling voor het onderzoek naar risico's van nanotechnologie. "Daarbij is een terugkerende vraag: hoe kunnen we de stoffen meten?" Drinkwaterzuiveringen hoeven op dit moment hun installaties nog niet aan te passen, aangezien er in Nederland geen nanodeeltjes

Nanofiltratie wordt in de drinkwaterbereiding al langer toegepast, zoals hier bij een installatie van Vitens op de Waddeneilanden. Wetenschappers en technologiebedrijven zoeken voortdurend naar fijnmaziger membranen. (foto: Logisticon)



Rob Lammertink (foto: Mesa+)



Wiebe de Vos (foto: Mesa+)

zijn aangetroffen in het oppervlaktewater. "In het influent van een afvalwaterzuivering is een enkele keer een minieme hoeveelheid nanodeeltjes gemeten, maar niet in het effluent. Ook de huidige afvalwaterzuiveringstechnologie voldoet dus. Er is dus nog geen risico. Tegelijk houden we de ontwikkelingen rond het gebruik van nanotechnologie scherp in de gaten." Overigens investeren drinkwaterbedrijven flink in zuiveringstechnologie, daarbij niet zozeer gedreven door nanostoffen maar vooral door zeer kleine of polaire stoffen zoals medicijnresten.

Toepassing in waterbehandeling

In de waterbehandeling worden nanostoffen op dit moment vooral in testopstellingen in het laboratorium toegepast. Membranen met koolstofnanobuisjes verwijderen bijvoorbeeld organische zwevend stof. Filtermembranen met nanoporeus grafeen worden ingezet bij ontzilting met omgekeerde osmose. Een ander voorbeeld dat het belang van de 'nanoschaal' in waterbehandeling onderstreept, zijn de ultrafiltratiemembranen. De 'werkpaarden' van de membraantechnologie worden gebruikt voor water- en afvalwaterbehandeling. Deze hoogwaardige membranen hebben poriën met een doorsnee van 10 tot 100 nanometer. Het Twentse X-Flow, dat enkele jaren geleden door het Amerikaanse Pentair is overgenomen, is er internationaal

groot mee geworden. Pentair X-Flow en Universiteit Twente werken samen in een onderzoek naar membranen met nog kleinere poriën, van een minuscule 1 tot 2 nanometer doorsnee. Die membranen kunnen worden toegepast bij de verwijdering van microverontreinigingen, zoals hormonen en medicijnresten. Het nanotechnologisch instituut Mesa+, verbonden met de Universiteit Twente, is succesvol met onderzoek naar methoden voor waterbehandeling op basis van nanotechnologie. Hoogleraar Rob Lammertink onderzoekt bij Mesa+ katalytische processen voor waterbehandeling. Een van die processen is fotokatalyse, een chemisch proces dat onder invloed van licht en een katalysator wordt versneld. "Daarmee kunnen hormoon- en medicijnresten in water worden vernietigd. Koolstofverbindingen worden verbrand ofwel geoxideerd. In het katalyseproces zijn dragers nodig waarop de reactie plaatsvindt. Dankzij nanotechniek zijn vernuftige dragers ontwikkeld, met een zodanige vorm, samenstelling en omvang – extreem dun – dat het oppervlak optimaal reageert op de verontreinigde vloeistof en de ongewenste deeltjes efficiënt verwijdert. Door een beter ontworpen oppervlak komen de verontreinigde deeltjes gemakkelijker en gecontroleerder in contact met de katalysator." Vergelijkbare voordelen biedt een ander katalyseproces, zogenaamde reductie. "Verbindingen als nitraat en nitriet worden



zzyzx DATA

(spreek uit 'zaiziks data')

hét overzicht van alle relevante waterinformatie

Bent u op zoek naar de meest actuele informatie uit de nationale waterwereld?

Variërend van de laatste onderzoeken van toonaangevende kennisorganisaties tot ontwikkelingen op het gebied van wet- en regelgeving en rapporten over innovatie, duurzaamheid, artikelen uit vakbladen etc?

Deze speciaal met én voor de watersector ontwikkelde databank ontsluit op een snelle en toegankelijke manier relevante informatie voor de waterprofessional. Daardoor blijft u op de hoogte van de laatste trends in uw vakgebied. Of het nu gaat om waterzuivering, water,- of deltatechnologie, bij **zzyzx data** vindt u alle informatie die u nodig heeft om uw vak nog beter uit te oefenen.

Maak dan kennis met: zzyzx data

zzyzx data
hét overzicht van alle relevante waterinformatie

KROHNE



Goodbye transmitters!

SMARTSENS – De eerste generatie analyse sensoren, die transmitters overbodig maakt

SMARTSENS heeft de gehele transmittertechnologie in de sensor geïntegreerd. Dit reduceert niet alleen de bedrijfskosten, vereenvoudigd installatie en onderhoud, maar kan nu ook direct worden toegepast in explosiegevaarlijke- en hygiënische omgevingen.

SMARTSENS sensoren kunnen eenvoudig geconfigureerd en gekalibreerd worden via PACTware™ (FDT/DTM) of HART®DD. De mogelijkheid van offline kalibratie en regeneratie, zorgt voor een nauwkeurige meting en een langere levensduur.

Zoals u ziet – het is tijd om uw externe transmitter “goodbye” te zeggen!



goodbye-transmitters.com

Risico's van nanodeeltjes

Hoe groot zijn de risico's voor mens en milieu? Nanodeeltjes gaan makkelijk interactie aan met hun omgeving. Een ophoping van nanozilver in het lichaam kan onder meer effect hebben op het immuunsysteem. Van koolstofnanobuisjes is aangetoond dat ze ontstekingsreacties kunnen veroorzaken. Er zijn diverse studies die effecten op de ecologie aantonen. Uit het promotieonderzoek van Ilona Velzeboer aan de Wageningen Universiteit, tegenwoordig werkzaam in het Waterlaboratorium, blijkt dat koolstofnanodeeltjes op lange termijn al bij lage concentraties effecten te hebben op het leven in het oppervlaktewater. Uit een proef onder natuurlijke veldomstandigheden komt naar voren dat de soortensamenstelling van ongewervelde waterdieren veranderde na langdurige blootstelling aan deze minuscule deeltjes.

Er zijn ook vragen over alledaagse nanotoepassingen, zoals in de goed oplossende koffiemoes van tegenwoordig, vertelt KWR-onderzoeker Annemarie van Wezel: "We willen weten wat die deeltjes doen. Sommige nanodeeltjes worden gerelateerd aan Alzheimer. Productontwikkeling gaat razendsnel en roept vragen op. Het is belangrijk deze samen met bedrijven op te lossen." Afhankelijk van de toename van het gebruik van nanostoffen, zullen effecten in de buitenwereld waarneembaar zijn. Relativering is op zijn plaats: "Testen gebeuren met veel hogere concentraties dan met het huidige gebruik in het milieu. Bij die hoge concentraties zijn bijna alle stoffen toxisch."



Annemarie van Wezel (foto: KWR)

daarbij teruggebracht tot het ongevaarlijke waterstof en stikstof. Bij katalytische reductie worden onder meer hoogwaardige dragers van koolstof gebruikt, die de vloeistof optimaal in contact brengen met het katalysatoroppervlak", aldus Lammertink.

Ook wordt nanotechnologie ingezet bij het ontwerp van verbeterde membranen en zelfs compleet nieuwe membranen. Wiebe de Vos, onderzoeker aan de Universiteit Twente en Mesa+, licht toe: "Dankzij een dunne coating op een poreus membraan, kunnen we optimaal sturen in stoffen die we willen afvangen. Er is meer controle op het scheidingsproces. Hoe dunner de coating, hoe beter het water kan passeren, terwijl de selectiviteit van het membraan in stand blijft."

De Vos vertelt over de ontwikkeling van membranen waarop zich een polymeer laagje vormt door 'zelfassemblage' van zogenaamde di-blok polymeren, polymeren met twee helften die elkaar afstoten. "Doordat de polymeerhelften elkaar afstoten, maar tegelijk aan elkaar vastzitten, vormen zich vanzelf nanostructuren, zoals cilindervormige poriën. In dit proces voegen we een 'homo polymeer' toe, die vervolgens wordt uitgespoeld. Er blijft een structuur over met keurige, gelijke poriën van 30 tot 40 nanometer. Die structuur kan verontreinigingen optimaal afvangen."

Een voorbeeld van technologische ontwikkeling dat De Vos noemt is het gebruik van een zogenaamde opofferingslaag of een

moleculaire 'tear-off', te vergelijken met de plastic beschermfolie op een nieuw mobieltje. "We coaten een membraan met een heel dun laagje polymeer, 5 nanometer in dikte. Niet alleen verbetert dit laagje de werking van het membraan, maar het is ook makkelijk te verwijderen. Als het membraan vervuilt, hoeven we alleen het laagje – de viruskoek – te verwijderen met een zoute en zure oplossing. Daarna is het membraan perfect schoon", aldus De Vos. Universiteit Twente werkt verder met waterinstituut Wetsus aan membranen die virussen niet alleen tegenhouden, maar deze ook meteen inactiveren. Dit gebeurt onder andere nanozilver toe te voegen. Het gaat daarbij om minieme hoeveelheden metaal. "Met de hoeveelheid nanozilver die in een met nanozilver bewerkte sok zit, kunnen we heel wat membranen vullen", zegt De Vos nuchter.

Tot slot komen de samenklonterende eigenschappen van nanostoffen van pas bij het ontwerp van membranen die ongewenste nanodeeltjes uit water verwijderen. Daarbij kleven de nanodeeltjes aan elkaar en aan de poriën en zijn ze veel gemakkelijker te verwijderen.

De mogelijkheden lijken eindeloos, maar de implementatie van deze nieuwe toepassingen in de waterbehandeling, vergen volgens betrokken wetenschappers nog genoeg vervolgonderzoek in de komende jaren. ♦