

Nanotechnologie; een nieuw milieuprobleem?

De computerchip viert deze maand zijn vijftigste verjaardag. In die halve eeuw zijn elektronische schakelingen steeds kleiner geworden, en dat geldt ook voor apparaten waar ze in zitten, zoals mobiele telefoons. Intussen zijn wetenschappers bezig met uitvindingen die nog veel kleiner zijn, zó klein dat je ze met het blote oog niet kunt zien: nanotechnologie.

Voor nanodeeltjes zijn de haren op je hoofd reusachtig

Aan nanotechnologie werken wetenschappers uit een bonte verzameling gebieden, zoals natuurkunde, scheikunde, biologie en ICT. Ze hebben gemeen dat ze onderzoek doen aan heel kleine dingen, nanodeeltjes genoemd, die in de lengte, breedte en hoogte kleiner zijn dan 100 nanometer. Een nanometer is een miljoenste millimeter. Ter vergelijking: een haar op je hoofd is tussen de 10.000 en 80.000 nanometer dik!

Sinds kort is het mogelijk om deze kleine deeltjes te zien met een 'scanning tunneling microscoop' (STM). Dit apparaat bevat een klein naaldje dat een oppervlak aftast en zo zichtbaar maakt wat wij niet kunnen zien. Het Nanolab van de Radboud Universiteit Nijmegen kijkt bijvoorbeeld met behulp van de STM naar de vorm van kaarsvet, de binding van eiwitten en hoe de moleculen aan de oppervlakte van een voorwerp reageren met zuurstof.

Het onderzoek in Nijmegen is fundamenteel, kleinschalig en staat ver van de commerciële markt. Intussen komen er ook steeds meer producten op de markt die nanodeeltjes bevatten. Ze zitten onder andere in zonnebrandcrème, schoonmaakmiddelen en voedsel. De Voedsel- en Waren-Autoriteit en Friends of the Earth waarschuwen voor de onbekende risico's voor mens en milieu. De vraag is of nanotechnologie een nieuw milieuprobleem aan het worden is, maar voordat die vraag beantwoord kan worden, eerst nog wat meer uitleg over nanodeeltjes en hun toepassingen.

Wat is het bijzondere van nanodeeltjes?

De eigenschappen van een materiaal, bijvoorbeeld zilver, blijken in 'nanovorm' vaak anders te zijn dan dezelfde stof in een vorm die je wel met het blote oog kunt zien, als je een grotere hoeveelheid van hetzelfde stof als één geheel hebt. Nanodeeltjes zilver hebben bijvoorbeeld ontstekingsremmende eigenschappen

en een armband van zilver niet.

Je kunt het verschil bevatten als je kijkt naar verschillende stranden. Er zijn kiezelstranden en zandstranden; de chemische samenstelling van kiezel en zand is hetzelfde, maar ze voelen verschillend aan. Op het strand blijven de zandkorreltjes gemakkelijk aan je huid plakken, de kiezelsteentjes niet. De interactie met de omgeving verschilt dus, evenals andere fysieke eigenschappen.

Sommige van deze verschillen hebben te maken met het begrip 'reactieve oppervlak'. Hoe kleiner een deeltje hoe groter in verhouding het oppervlak: als je een gram hebt van een bepaalde stof en je verkleint de deeltjes 1000 maal, dan wordt de gezamenlijke oppervlakte van al die deeltjes 1000 maal zo groot! Aangezien stoffen aan hun oppervlakte reageren met andere stoffen, wordt een stof in nanovorm dus veel reactiever.

Toepassingen: van sportsokken, computers en crème tot chemie, voedsel en medicijnen

Het al genoemde nanozilver wordt door sommige producenten gebruikt om te zorgen dat kleding niet zo snel een zweetlucht krijgt. Je kunt dus bijvoorbeeld sokken kopen met nanozilver erin (wat er niet op hoeft te staan). Nanozilver werkt namelijk antibacterieel: het doodt de bacteriën die de zweetlucht veroorzaken. Volgens sommige fabrikanten kan het wel 99% van alle bacteriën doden!

Jammer genoeg wast dat nanozilver er in de wasmachine snel uit en dan gaat het effect verloren. Diezelfde deeltjes gaan dan uit de sokken via de wasmachine en het riool naar de waterzuiveringsinstallatie – en daar kunnen ze juist problemen veroorzaken, want ze doden ook de bacteriën die

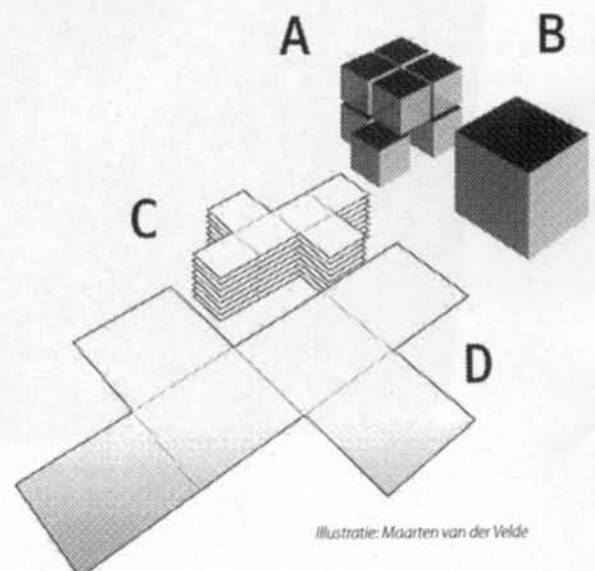
het water zuiveren.

Maar er zijn ook heel andere toepassingen van nanotechnologie. In de ICT ontwikkelt men nanodeeltjes om computerchips nog kleiner te kunnen maken, bijvoorbeeld voor in een laptop of in de iPhone van Apple.

Een andere toepassing die al in de winkelschappen ligt is zonnebrandcrème. In veel zonnebrandcrème zitten bepaalde metaaloxides (titaanoxide en zinkoxide) die zonnestraling, waaronder UV-licht, verstrooien. Hierdoor verbrand je niet en dat is goed, maar je ziet er wel witgestreept uit met die witte crème op je huid. Door deze metaaloxidedeeltjes te verkleinen tot een tiental nanometer wordt het zichtbare licht niet langer verstrooid. De zonnebrandcrème is niet langer wit, maar transparant. Fijn voor de gebruiker en fijn voor de producent. Alhoewel... volgens sommige onderzoeken zouden deze kleine deeltjes wel eens organisch materiaal (zoals je huid) kunnen afbreken!

Nanodeeltjes vinden ook gretig aftrek in de chemische industrie. Door het grotere reactieve oppervlak heb je minder

Figuur 1 De acht kleine blokjes (A) zijn samen even groot en zwaar als het grote blok (B), maar om acht kleine blokjes in te pakken heb je meer papier nodig (C) als om één groot blok in te pakken (D).



Illustratie: Maarten van der Velde

Wat is "nano"?

Millimeter-schaal: een lucifer

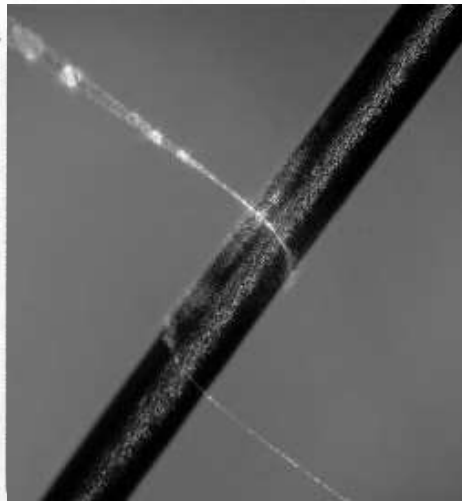
duizend maal kleiner

Micrometer-schaal: een haar

duizend maal kleiner

Nanometer-schaal: een nanodeeltje

Rechts: een nano-draad gewikkeld om een menselijke haar. Deze draden kunnen 50nm dik (of beter: *dun*) gemaakt worden.



bekend: fijnstof. Fijnstof (ook wel bekend als PM: particulate matter) komt van nature voor in de lucht, maar door uitstoot van industrie en verkeer kan de hoeveelheid flink toenemen.

Uit onderzoek is gebleken dat fijnstof in verontreinigde lucht dieper in je longen kan dringen naarmate het kleiner is. Ultrafijnstof (PM 0,1) bestaat uit stofdeeltjes met een diameter van 0,1 micrometer, dat is 100 nanometer. Deze deeltjes kunnen in je longen ontstekingen veroorzaken. Als ze eenmaal in je bloedbaan zitten kunnen ze heel je lichaam door en overal organen aantasten. Ze kunnen zelfs in je hersenen komen.

materiaal nodig voor hetzelfde effect. Nanodeeltjes zijn daardoor ook bijzonder geschikt voor gebruik als katalysator. Door toepassing van nanodeeltjes als katalysator kunnen productieprocessen sneller en met minder energie verlopen. Goed voor het milieu!

Nanotechnologie maakt het ook mogelijk om vette producten zoals melk, kaas en mayonaise mager te produceren door de vetdruppeltjes erin uit te hollen en te vullen met waterdruppeltjes. Je hebt dan een mager product met een volvette smaak. Voor de mensen die van mayonaise houden en niet dik willen worden een uitkomst.

De ontwikkeling van medicijnen kan ook profiteren van de mogelijkheden van nanotechnologie. Zo worden medicijnen ontwikkeld die niet langer hoeven te worden geïnjecteerd, maar ook door middel van een inhalatiespray kunnen worden ingenomen. Daarnaast kunnen allerlei 'target-drugs' worden ontwikkeld. Hierbij wordt de werkzame stof van het medicijn pas daar losgelaten waar het moet zijn, zodat gezond weefsel niet onnodig wordt aangetast.

Nanotechnologie in de natuur

Naast deze door mensen gemaakte producten maakt ook de natuur gebruik van de unieke eigenschappen van nanodeeltjes. De gekko kan over het plafond van je kamer lopen dankzij Vanderwaalskrachten. De kleine haartjes op zijn pootjes zijn zo klein dat ze interactie aangaan met de moleculen van de muur!

Een ander voorbeeld is het Lotuseffect. Het blad van een lotus is mooi schoon. Water blijft er niet op staan. Onderzoek heeft uitgewezen dat er kleine nanodeeltjes uitsteken. Het blad lijkt glad, maar is op nanoniveau ontzettend ruw.

Natuurlijk kijkt de mens graag af van de natuur. Het Lotuseffect wordt al gebruikt in

anti-graffitiverf. Het principe van de gekko kan worden toegepast voor bijvoorbeeld Post-it-papertjes.

Onwetendheid

Op dit moment zijn er honderden of misschien wel duizenden producten op de markt met nanodeeltjes erin. Het is echter niet altijd bekend waarin nanodeeltjes precies toegepast worden. Producenten geven het niet aan. Als je een product gebruikt weet je dus niet of er nanodeeltjes in zijn verwerkt. Er is ook nog veel onbekendheid met nanotechnologie.

Sommige toepassingen zijn echter niet zonder risico! Zo zijn er bijvoorbeeld in Duitsland al een aantal huisdieren overleden en kregen tal van mensen ademhalingsmoeilijkheden na binnenhuis gebruik van een 'nanoschoenpoetsspray'.

Nieuwe technologie geeft nieuwe risico's

Dezelfde eigenschappen die nanodeeltjes zo bijzonder maken, maken het deeltje in beginsel ook gevaarlijk. Traditionele risicoanalyses blijken niet langer van toepassing. Deze gaan namelijk uit van de massa (hoeveelheid, gewicht) van een stof: van elke stof wordt berekend hoeveel ervan aanwezig mag zijn zonder dat het schade veroorzaakt. Maar zoals gezegd zijn nanodeeltjes veel reactiever.

In het geval van de metaaloxiden in zonnebrandcrème is aangetoond dat ze fotokatalytisch worden. Dat betekent dat ze onder invloed van zonlicht reageren. Om dit te voorkomen voorzien de producenten van zonnebrandcrèmes de deeltjes van een coating. Dit is dus een veiligheidsmaatregel om te voorkomen dat je huid meer lijdt van je zonnebrandcrème dan van de zon!

Een ander gevaar is al langer

Sommige synthetische nanodeeltjes, zoals koolstofbuisjes (nanotubes), lijken op asbest en zouden dus vergelijkbare schade kunnen aanrichten. Naast huid en longen is ook ons eten een route van blootstelling. Bepaalde synthetische nanodeeltjes in ons voedsel kunnen zich in onze darmen hechten en daar (mogelijk chronische) ontstekingen veroorzaken.

Nanoprodukten zijn in te delen naar gebonden en ongebonden toepassing van nanodeeltjes. Een voorbeeld van een gebonden toepassing is de Apple iPhone. Hierin zitten de nanodeeltjes gebonden in het product. De kans op blootstelling is dan erg klein, want het deeltje komt niet vrij tijdens het gebruik van het apparaat. Niet bekend is of dat in de afvalfase ook zo blijft. Een voorbeeld van een ongebonden toepassing is een spray waarmee je een wolk nanodeeltjes de lucht in spuit.

Voorzichtigheid geboden

De risico's maken het extra belangrijk dat er voorzichtig wordt omgegaan met nanotechnologie. De Gezondheidsraad heeft daarom geadviseerd om eerst onderzoek te doen naar de risico's voordat producten op de markt gebracht worden. De Voedsel- en Waren-Autoriteit (VWA) adviseert de regering om bedrijven te verplichten om producten met nanodeeltjes te voorzien van een label waarop is vermeld dat het nanodeeltjes bevat. Zo weet de consument wat hij koopt.

Ook Friends of the Earth (FoE) heeft een kritisch rapport uitgebracht over nanotechnologie in ons voedsel genaamd: "Out of the laboratory and on to our plates". De organisatie pleit voor meer aandacht voor duurzame voedselproductie en een moratorium (een voorlopig



verbod op het gebruik) voor nanodeeltjes in de voedingsindustrie. Pas als er bindende wetgeving komt en de voedselindustrie consumenten informeert over de toegepaste nanodeeltjes mag volgens FoE het moratorium worden opgeheven. Hetzelfde bepleit Stichting Natuur en Milieu voor alle ongebonden toepassingen.

Op dit moment is er nog geen goede wetgeving voor nanodeeltjes. De Europese stoffenwetgeving REACH zou hiervoor gebruikt kunnen worden. Deze wetgeving verplicht bedrijven namelijk om zelf aan te tonen dat hun product veilig is. Nanodeeltjes vallen echter nog niet onder REACH.

Het probleem met de bestaande wetgeving is dat producenten pas boven een bepaald hoeveelheid (bij REACH 1000 kg) onderzoek naar de risico's hoeven te doen. Daarnaast wordt bij de huidige risicotesten helemaal niet gekeken naar de deeltjesgrootte (en reactieoppervlak). De mogelijke schadelijke effecten van extra kleine deeltjes hoeven niet onderzocht te worden. De wetgeving voorziet daar niet in!

Wetgevers weten ook niet goed wat ze moeten doen. Een frappant voorbeeld: in Amerika worden producten die nanozilverdeeltjes bevatten enkel gereguleerd, onder de bestrijdingsmiddelenwetgeving, als de fabrikant zegt dat het product een antibacteriële werking heeft. Dus in de Verenigde Staten bepalen dus niet de producteigenschappen, maar claims van de producent onder welke wetgeving het product valt...

Producenten geven niet thuis

Studenten van de Universiteit Utrecht voerden in opdracht van de vereniging Leefmilieu onderzoek uit naar nanodeeltjes in cosmetica. Zij vroegen daarbij verschillende cosmeticabedrijven naar informatie over hun producten. Maar die kregen zij niet. Door het bedrijf werden ze naar de website gewezen, waarop niets vermeld stond. Ook verkopers weten geen raad met vragen over nanodeeltjes. Zolang het gaat over de goede eigenschappen van 'nano' erkent men direct nanodeeltjes te gebruiken, maar zodra gevraagd wordt naar mogelijke risico's wordt resoluut ontkend dat er nanodeeltjes zijn toegepast. Tot nu toe heeft nog geen enkel bedrijf dat is aangeschreven informatie gegeven, anders dan hoe geweldig het product is.

Workshop

Op 22 april stond nanotechnologie in Nijmegen centraal in een workshop in het kader van de viering van Dag van de Aarde 2008. De workshop was georganiseerd door

de studievereniging Milieuprisma en de vereniging Leefmilieu in samenwerking met het Nanolab van de Radboud Universiteit Nijmegen.

De deelnemers van de workshop stoorden zich aan het gebrek aan openheid van producenten, ook vonden ze het een kwalijke zaak dat wetgeving ontbreekt terwijl er al veel producten op de markt zijn. De wetenschappers van het Nanolab nuanceerden dit standpunt omdat het om een lastige kwestie gaat die onmogelijk in één wet geregeld kan worden. Net zoals er geen wetgeving is voor het gebruik van zowel kunstmest als aspirine. Wetgeving dient volgens hen te kijken naar de toepassingen en uit te gaan van heldere definities.

En nu?

Het Nederlandse kabinet geeft aan dat voorzichtigheid is geboden. Minister Cramer erkende begin dit jaar dat door de nieuwe eigenschappen van nanodeeltjes de gangbare risicobeoordelingen niet zonder meer van toepassing zijn. Het kabinet verwacht inzet van het bedrijfsleven om te investeren in risico-onderzoek en risicocommunicatie, maar is nog niet bereid om zelf aan heldere regelgeving te werken. Ook het advies van de VWA is niet meer dan een advies dat nog opgevolgd moet worden.

Intussen komen er wel steeds meer producten, zinnig en onzinnig, op de markt met nanodeeltjes. Producenten zwijgen en consumenten kunnen niet kiezen want ze weten niet waar nanodeeltjes in verwerkt worden, als ze al ooit van het onderwerp gehoord hebben. Kortom de ontwikkelingen van nanotechnologie zijn interessant en veelbelovend, maar over de risico's zijn we voorlopig niet uitgesproken.

Heb je naaraanleiding van dit artikel behoefte om meer te weten over nanotechnologie, mail dan naar burgernetwerk@leefmilieu.nl want Vereniging Leefmilieu gaat de komende jaren overal in Nederland workshops en studiegroepen organiseren over dit onderwerp. Iedereen die mee wil denken of wil helpen is daarbij van harte welkom.

Vereniging Leefmilieu
www.leefmilieu.nl
Stichting Natuur en Milieu
www.snm.nl (zie persbericht 11-4-2008)
Friends of the Earth
nano.foe.org.au/node/220
Nanonu
www.nanonu.be
RIVM
www.rivm.nl/rvs/075_nanotechnologie/
VWA
www.vwa.nl (nieuwsbericht 1-2-2008)