



**Gezonde
werkplekken,
GEVAARLIJKE
STOFFEN, ZO PAK
JE DAT AAN!**



Europees Agentschap voor
veiligheid en gezondheid
op het werk



Gefabriceerde nanomaterialen op de werkplek

Belangrijkste punten

- Gefabriceerde nanomaterialen zijn materialen waarvan minstens 50 % van de deeltjes afmetingen hebben van 1 nm tot 100 nm. De kleinste nanodeeltjes zijn vergelijkbaar in grootte met atomen en moleculen.
- De gezondheidseffecten van nanomaterialen zijn afhankelijk van hun eigenschappen, zoals het materiaal waaruit ze bestaan, de grootte, vorm en oplosbaarheid van de deeltjes, en hun oppervlakeigenschappen. Doorgaans hebben nanomaterialen dezelfde gezondheidseffecten als grovere deeltjes van hetzelfde materiaal, maar er kunnen ook andere effecten optreden. Blootstelling aan nanomaterialen geschiedt voornamelijk door inademing en huidcontact.
- Onder toepassing van het voorzorgsbeginsel moet blootstelling aan nanomaterialen ruim onder de drempelwaarden voor het bulkmateriaal (bestaande uit grotere deeltjes, maar kan ook nanodeeltjes bevatten) worden gehouden.
- Bij industriële processen is het beter te werken met nanomaterialen in de vorm van slijk of brij, of ze in besloten ruimten te houden om emissie en de blootstelling van werknemers te verminderen. In complexere situaties wordt aangeraden deskundige hulp in te roepen.
- Zowel nanotechnologie als de kennis over de risico's ervan ontwikkelt zich snel. Daarom moeten werknemers, werkgevers en veiligheids- en gezondheidsprofessionals die met nanodeeltjes werken, op de hoogte blijven van de ontwikkelingen.

Gezonde werkplekken, gevaarlijke stoffen, zo pak je dat aan!

Het Europees Agentschap voor veiligheid en gezondheid op het werk (EU-OSHA) organiseert in 2018-2019 een Europese campagne ten behoeve van risicopreventie bij gevaarlijke stoffen op de werkplek. Het doel is blootstelling aan gevaarlijke stoffen op de werkplek te verminderen door mensen bewuster te maken van de risico's en van doeltreffende manieren om deze te voorkomen.

Het probleem

Door hun eigenschappen kunnen nanomaterialen een breed scala aan mogelijk toxische effecten hebben. Aangetoond is dat sommige gefabriceerde nanomaterialen grotere gezondheidsrisico's meebrengen dan hetzelfde materiaal in bulkvorm. Zo blijkt dat ultrafijn titaandioxide (dat nanodeeltjes kan bevatten) sterkere effecten heeft dan het grovere *fijne titaandioxide*. Meerwandige koolstofnanobuizen van het type MWCNT-7 zijn ingedeeld als mogelijk kankerverwekkend voor de mens, terwijl dit voor andere koolstofdeeltjes *niet geldt*. De indeling verschilt per soort koolstofnanobuizen.

Voor nanomaterialen relevante EU-richtlijnen en -verordeningen inzake veiligheid en gezondheid op het werk

De richtlijnen en verordeningen over chemische stoffen hebben ook betrekking op nanomaterialen, bijvoorbeeld:

Richtlijn 89/391/EEG (kaderrichtlijn) van 12 juni 1989 betreffende de tenuitvoerlegging van maatregelen ter bevordering van de verbetering van de veiligheid en de gezondheid van de werknemers op het werk

Richtlijn 98/24/EG (richtlijn chemische agentia) van 7 april 1998 betreffende de bescherming van de gezondheid en de veiligheid van werknemers tegen risico's van chemische agentia op het werk

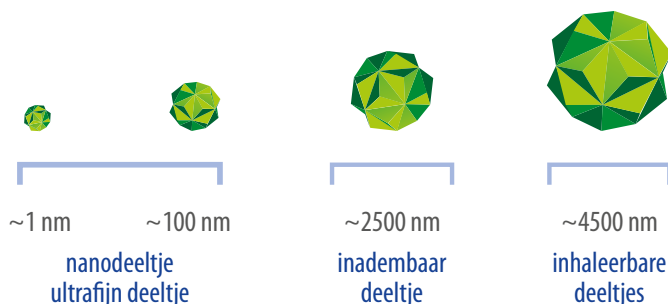
Richtlijn 2004/37/EG (richtlijn carcinogene en mutagene agentia) van 29 april 2004 betreffende de bescherming van werknemers tegen de risico's van blootstelling aan carcinogene of mutagene agentia op het werk

Verordening (EG) nr. 1907/2006 (Reach-verordening) van 18 december 2006 inzake de registratie en beoordeling van en de autorisatie en beperkingen ten aanzien van chemische stoffen

Verordening (EG) nr. 1272/2008 (CLP-verordening) van 16 december 2008 betreffende de indeling, etikettering en verpakking van stoffen en mengsels

Nationale wetgeving kan striktere bepalingen bevatten dan de richtlijnen en verordeningen en dient te worden geraadpleegd.

Wat zijn gefabriceerde nanomaterialen?



Gefabriceerde nanomaterialen zijn materialen waarvan minstens 50 % van de deeltjes afmetingen hebben van 1 nm tot 100 nm. De kleinste nanodeeltjes zijn vergelijkbaar met atomen en moleculen.

Deeltjes in dit groottebereik kunnen andere eigenschappen hebben dan grovere deeltjes van hetzelfde materiaal, wegens de geringe grootte, maar ook het relatief grote oppervlak, de vorm, oplosbaarheid, chemische samenstelling, functionalisering van oppervlak en oppervlakbehandeling. Door deze eigenschappen spelen nanodeeltjes een steeds grotere rol in de wetenschap en worden ze gebruikt bij de ontwikkeling van nieuwe producten en technologieën.

Enkele voorbeelden van nanomaterialen:

- nanotitaandioxide wordt gebruikt als uv-absorptiemiddel in cosmetica, verf en coatings op vensterruiten;
- grafeen is een dunne en extreem sterke, eenatomige laag koolstof met een uitstekend geleidingsvermogen en een enorm industrieel potentieel, met name in de elektronica;
- eigenschappen van koolstofnanobuizen zijn belangrijk in de elektronica. Ook worden ze gebruikt voor het verstevigen van diverse materialen, bijvoorbeeld in de bouw, en voor computerschermen op basis van organische lichtemitterende diodes (OLED);
- nanozilver wordt gebruikt voor geneesmiddelen, cosmetica en voedingsmiddelen, en als reinigingsmiddel voor toepassingen in verf en coatings, kleding, schoenen en huishoudproducten;
- kwantumpunten zijn halfgeleiders die zeer interessant zijn in verband met medische beeldweergave (zoals scans), diagnostiek, elektronische producten enzovoort.

In de geneeskunde zijn nanomaterialen belangrijk wegens hun potentieel als overbrenger van geneesmiddelen naar doelorganen en voor beeldweergavedoeleinden (zoals magnetische nanodeeltjes *ijzeroxide*). Door verschillende soorten coatings aan te brengen op het oppervlak van nanodeeltjes worden nanomaterialen met nieuwe eigenschappen ontwikkeld.

Vereiste maatregelen op grond van de VGW-wetgeving

De vereisten voor de omgang met nanomaterialen op het werk zijn dezelfde als voor andere gevaarlijke chemische stoffen: voorlichting en opleiding van werknemers, risicobeoordelingen en maatregelen om een veilige werkplek te waarborgen. De voorwaarden om aan deze eisen te voldoen, zijn echter anders voor nanodeeltjes dan voor de meeste andere chemische stoffen. We weten nog te weinig van de risico's van nanomaterialen en er zijn voor nanomaterialen (nog) geen grenswaarden voor beroepsmatige blootstelling, hoewel er wel **referentiewaarden zijn voorgesteld**. Daarom geldt de voorzorgsmaatregel om de blootstelling op een zodanig niveau te houden dat het risico naar verwachting beheerst kan worden, zelfs als het nanomateriaal gevaarlijker blijkt te zijn dan op dit moment bekend is.

In dit informatieblad wordt algemeen, praktisch advies gegeven over het toepassen van de voorzorgsmaatregelen bij het beheer van nanomaterialen. Zie voor meer informatie het **OSHWiki-artikel „Nanomaterials“**.

<https://oshwiki.eu/wiki/Nanomaterials>

Gezondheidsrisico's van nanomaterialen

De gezondheidsrisico's verschillen, afhankelijk van waaruit het nanomateriaal bestaat. In het algemeen hebben nanomaterialen dezelfde gezondheidseffecten als grovere deeltjes van hetzelfde materiaal, maar er kunnen ook andere effecten optreden. Wanneer ze het lichaam binnenkomen, kunnen deze (net als andere stoffen) worden opgenomen, verspreid en gemetaboliseerd. Nanomaterialen zijn bijvoorbeeld aangetroffen in longen, lever, nieren, hart, voortplantingsorganen, hersenen, milt, botten en zacht weefsel, **evenals in foetussen**.

De mechanismen achter de gezondheidsrisico's zijn nog niet volledig doorgrond, maar enkele daarvan zijn al wel vastgesteld:

- sommige nanomaterialen kunnen longschade veroorzaken, zoals acute of chronische ontstekingsreacties, waarop het risico groter lijkt te worden naarmate de deeltjes **kleiner** zijn, evenals weefselschade, oxidatieve stress, chronische toxiciteit, cytotoxiciteit, fibrose en tumorvorming. Sommige nanomaterialen kunnen ook schadelijk zijn voor het cardiovasculaire stelsel;
- vanwege hun geringe grootte kunnen nanomaterialen het lichaam binnenkomen op manieren die voor grovere deeltjes niet mogelijk zijn. Metalen en metaaloxiden kunnen de **reukolf** binnenkomen via de reukzenuw, en koolstofnanobuizen bereiken de **foetus** via de placenta;
- vezelige, lange, dunne en onoplosbare nanovezels zoals koolstofnanobuizen kunnen longschade veroorzaken (zoals ontsteking, **granuloomvorming en fibrose**). Dit soort effecten deed zich niet voor bij muizen die waren blootgesteld aan carbonzwart (hetzelfde materiaal in de vorm van nanodeeltjes i.p.v. **nanovezels**). Dit leidde tot de conclusie dat enkele soorten koolstofnanobuizen gezondheidseffecten kunnen veroorzaken die lijken op die van asbest. Koolstofnanobuizen van het type MWCNT-7 zijn door het Internationaal Instituut voor Kankeronderzoek (IARC) ingedeeld als mogelijk kankerverwekkend voor mensen (**groep 2B**). De gezondheidseffecten lopen uiteen. Vanwege hun oppervlakte-eigenschappen veroorzaken sommige koolstofnanobuizen geen granuloom of fibrose, en koolstofnanobuizen kunnen onder bepaalde omstandigheden worden **gemetaboliseerd en uitgescheiden**.

//
*Gefabriceerde
nanomaterialen brengen
grotere gezondheidsrisico's
mee dan hetzelfde
materiaal in bulkvorm*



Veiligheidsrisico's kunnen ook worden veroorzaakt door de hoge explosiviteit en ontvlambaarheid en het grote katalytische potentieel van sommige nanomaterialen in poedervorm. Vooral metalen nanopoeiders exploderen heftiger, net als stof op microniveau, en de ontstekingsgevoeligheid ligt hoger naarmate de deeltjes fijner worden. Ook ligt de zelfontbrandingstemperatuur lager bij fijnere deeltjes.

Nanomaterialen agglomereren vaak, waardoor ze groter worden, maar dit heeft weinig invloed op de totale oppervlakte. Aangenomen wordt dat de oppervlakte invloed heeft op gezondheidseffecten, in elk geval bij sommige soorten nanodeeltjes. Het is niet duidelijk of en op welke manier agglomeratie van invloed is op de gezondheidsrisico's die door nanomaterialen worden veroorzaakt.

Hoewel er nu meer bekend is over enkele mechanismen, is meer inzicht in de omstandigheden waarin nanomaterialen effect op de gezondheid hebben, nog altijd hard nodig. Intussen moeten we er wel rekening mee houden dat ten minste een aantal nanomaterialen toxischer is dan grovere deeltjes van hetzelfde materiaal, en moeten we voorzorgsmaatregelen nemen.

Er is enig onderzoek gedaan naar de manier waarop nanomaterialen gezondheidseffecten kunnen veroorzaken, maar dit is voornamelijk uitgevoerd op celculturen en proefdieren. Er zijn weinig gegevens over gezondheidseffecten voor mensen na blootstelling aan gefabriceerde **nanomaterialen**. Wel is er veel bewijs dat blootstelling aan luchtvervuilende stoffen met op natuurlijke wijze gevormde nanodeeltjes — zoals lasrook, dieseluitletgasen en andere soorten rook — gevaarlijk kunnen zijn. We hebben echter nog geen eenduidig antwoord op de vraag of de gezondheidseffecten worden veroorzaakt door de nanodeeltjes of door andere luchtvervuilende stoffen die daarnaast bestaan.

Blootstelling en blootstellingsroutes

Gezondheidsrisico's kunnen leiden tot klachten of ziekten die alleen optreden na blootstelling aan nanomaterialen. Inademing en contact met de huid zijn daarbij de voornaamste blootstellingsroutes, maar opname via de mond kan ook **voorkomen**.

Blootstelling aan gefabriceerde nanomaterialen kan optreden in elke fase van hun levenscyclus, tijdens de productie van nanomaterialen of -producten, tijdens het gebruik van nanoprodukten of tijdens het recycleren, verwerken en verwijderen ervan.

Inademing

Als er handmatig met droog nanomateriaal in een open ruimte wordt gewerkt — het wordt bv. uit een zak gegoten, in of uit een container geladen of per ongeluk gemorst — is er een hoog risico op blootstelling aan het nanomateriaal. Zelfs wanneer in besloten systemen met nanomaterialen wordt gewerkt, kan blootstelling optreden als gevolg van lekkages of ongevallen. Dit kan ook gebeuren wanneer gewerkt wordt met afval dat nanomaterialen bevat.

Vaak wordt gewerkt met nanomaterialen in de vorm van slijk, brij of korrels, of als integraal onderdeel van een vast materiaal. Blootstelling via inademing is daarbij beperkt, maar kan voorkomen als uit het slijk een aerosol ontstaat, bijvoorbeeld bij spuiten of strooien, of wanneer korrels worden vermalen tot kleinere deeltjes en er daarbij nanodeeltjes vrijkomen. Ook kan blootstelling optreden als het slijk of de brij uitdroogt en er droog nanomateriaal overblijft, dat kan opstuiven en vrijkomen in de omgevingslucht. Zelfs wanneer met nanomateriaal als slijk wordt gewerkt, kan blootstelling optreden tijdens schoonmaak of onderhoud.

Blootstelling aan nanomaterialen moet worden beheerd

Huid

Huidcontact is voor sommige nanomaterialen een gebruikelijke blootstellingsroute, aangezien ze ingrediënten zijn van **cosmetica**. Momenteel wordt het minder waarschijnlijk geacht dat nanomaterialen via de huid worden opgenomen dan door inademing. Beschadigde huid als gevolg van een wond of van eczeem kan echter zeer kleine hoeveelheden **nanomateriaal** doorlaten. Hoewel blootstelling via de huid beschouwd wordt als een verwaarloosbaar of zeer laag risico, dient deze uit voorzorg toch te worden vermeden. Zo worden ook onbedoelde opname via de mond en blootstelling aan stoffen die via de huid kunnen worden opgenomen, voorkomen.

Opname via de mond

Het is minder waarschijnlijk dat orale opname op het werk plaatsvindt, maar slechte hygiëne kan toch tot blootstelling leiden, als werknemers hun handen niet wassen of zich niet omkleden nadat ze met nanomaterialen hebben gewerkt, en daarna voedsel of drank aanraken of stof van nanodeeltjes overbrengen naar een omgeving waar wordt gegeten en gedronken. Blootstelling kan ook onbedoeld optreden, bijvoorbeeld door overdracht van hand naar mond.

Buiten de werkplek kunnen nanomaterialen via voedsel binnenkomen, aangezien verpakkingen doelbewust nanomaterialen kunnen bevatten. Ook hier geldt dat het effect op de gezondheid afhangt van de samenstelling van de nanomaterialen. Uit een recent **onderzoek** onder 60 deelnemers is gebleken dat opname van zilveren nanodeeltjes via de mond niet tot klinisch waarneembare gevolgen heeft geleid.

Risicobeoordeling

In principe kunnen alle activiteiten met droge nanomaterialen buiten een besloten installatie worden beschouwd als blootstellingsrisico voor werknemers. Maar ook in een besloten installatie is blootstelling mogelijk, zoals bij lekkage of tijdens schoonmaak en onderhoud. Hiermee dient bij risicobeoordelingen rekening te worden gehouden, en er dienen preventiemaatregelen te worden getroffen. Omdat nanomaterialen uit extreem kleine deeltjes bestaan, kan stof van nanodeeltjes niet op dezelfde manier worden waargenomen als andere soorten stof. Ook dit moet in aanmerking worden genomen bij risicobeoordelingen.

De risico's verschillen per soort nanomateriaal. Blootstelling aan onoplosbare of slecht oplosbare nanovezels die langer zijn dan 5 µm en een lengte/breedteverhouding (aspectratio) van meer dan 3:1 hebben, wordt als het grootste risico beschouwd. Ook bij andere slecht oplosbare of onoplosbare nanovezels en nanoplaatjes (bijvoorbeeld in nanodunne platen zoals grafeen) zijn de risico's groot. Blootstelling aan nanomaterialen die in water oplosbaar zijn, wordt minder riskant geacht.

Risico's worden vaak geëvalueerd op basis van blootstellingsmetingen. Dergelijke complexe metingen zijn mogelijk maar er zijn complexe, direct afleesbare instrumenten voor nodig. Metingen van door de lucht verspreide nanodeeltjes worden voornamelijk gedaan als onderdeel van onderzoek. Er is een strategie ontwikkeld waarbij metingen die met behulp

van verschillende direct afleesbare instrumenten zijn gedaan voor uiteenlopende deeltjesfracties, worden gecombineerd met metingen aan de hand van filtertechnieken en -analyse met behulp van een rasterlektronenmicroscop (SEM). Bij het analyseren van de filters is er echter een risico dat veel deeltjes zijn opgevangen in de poriën van het filter en niet zichtbaar zijn onder een SEM. Verder hebben direct afleesbare instrumenten ook hun beperkingen. Hiermee kunnen deeltjes van verschillende groottes worden geanalyseerd, maar kan niet worden vastgesteld uit welke materialen de deeltjes bestaan. Bovendien is er geen consensus over welke variabele het meest relevant is voor de gezondheidseffecten van nanomaterialen. Er is geen norm voor de parameter — bv. massaconcentratie, aantalconcentratie of oppervlak van het door de lucht verspreide nanomateriaal — die moet worden gemeten bij het evalueren van de gezondheidsrisico's. De meest relevante parameter kan afhangen van het soort nanomateriaal en het gezondheidseffect.

Met direct afleesbare instrumenten wordt de aanwezigheid van deeltjes gemeten, ongeacht het materiaal in het deeltje. Deze instrumenten zijn gevoelig voor interferentie van andere nanodeeltjes dan de bedoelde gefabriceerde. Metingen van nanodeeltjes kunnen worden beïnvloed door de aanwezigheid van nanodeeltjes in uitlaatgassen uit verschillende soorten verbranding, zoals sigarettenrook en rook van lassen, solderen en heatsealen. Nanodeeltjes kunnen worden afgegeven door een brandende kaars, het pellen van citrusvruchten en het condenseren van waterdamp.

Samenvattend zijn er, bij een risicobeoordeling van nanomaterialen op het werk, moeilijkheden met betrekking tot:

1. onvoldoende informatie over de gevaarlijke eigenschappen van nanomaterialen;
2. beperkingen in de methoden/apparaten voor het meten van blootstellingsniveaus en het vaststellen van nanomaterialen en emissiebronnen.



Er kan ook te weinig informatie zijn over de aanwezigheid van nanomaterialen, met name in mengsels of voorwerpen, en ook in gevallen waarin nanomaterialen of producten met nanomaterialen worden gebruikt of verwerkt.

Een risicobeoordeling van gefabriceerde nanomaterialen zou de volgende aspecten moeten onderzoeken:

1. een inventarisatie van de nanomaterialen die op de werkplek worden opgeslagen en gebruikt;
2. informatie over de gezondheidsrisico's van de nanomaterialen, gewoonlijk in de vorm van veiligheidsinformatiebladen;
3. evaluatie van blootstelling via inademing, contact met de huid en opname via de mond;
4. besluiten over de noodzakelijke reductiemaatregelen en een actieplan waarin wordt aangegeven wat er wanneer en door wie moet worden gedaan;
5. aandacht voor de risico's voor kwetsbare werknemers, zoals jonge werknemers en vrouwen die zwanger zijn of borstvoeding geven, en eventuele speciale beschermingsmaatregelen;
6. regelmatige herziening van de risicobeoordeling;
7. evaluatie van de maatregelen en, indien nodig, verbetering van het actieplan.

Risicobeoordelingen moeten gebaseerd zijn op voorzorgsmaatregelen, waarbij rekening moet worden gehouden met de volgende overwegingen:

- Gaat het om een risicovol nanomateriaal?
- Is het waarschijnlijk dat er op de werkplek of bij toeval een hoog niveau van blootstelling aan het nanomateriaal optreedt?

Nanomaterialen met hoog risico en hoge blootstellingsniveaus vormen een zeer groot risico die onmiddellijke reductiemaatregelen vergen. Bij nanomaterialen met laag risico en lage blootstellingsniveaus zijn maatregelen minder dringend of zelfs onnodig.

Er zijn diverse tools en ondersteuning beschikbaar voor risicoanalyses van nanomaterialen.

Een overzicht is te vinden in de richtlijn van de **Europese Commissie** betreffende de bescherming van de gezondheid en veiligheid van werknemers tegen de mogelijke risico's in verband met nanomaterialen **op het werk**.

Voor meer informatie kunt u terecht op de websites van het **Europees Agentschap voor chemische stoffen**, de **Wereldgezondheidsorganisatie** en de **Organisatie voor Economische Samenwerking en Ontwikkeling**.

Actie ondernemen en de risico's beheersen

Werkgevers zijn verplicht hun werknemers een veilige en gezonde werkomgeving te bieden. Dat betekent ook dat ze hen moeten beschermen tegen de risico's van nanomaterialen.

De Europese VGW-wetgeving voorziet in een hiërarchie van maatregelen ter voorkoming of vermindering van de blootstelling van werknemers aan gevaarlijke stoffen (artikel 6 van de richtlijn chemische agentia). Deze „orde van voorrang”, zoals deze in de richtlijn wordt genoemd, is ook bekend als het STOP-principe:

S = Substitutie (vervanging, tot en met volledige eliminatie van een gevaarlijke stof)

T = Technologische maatregelen

O = Organisatorische maatregelen

P = Persoonlijke beschermingsmaatregelen

S = Substitutie (vervanging)



Nanomaterialen worden vaak gebruikt vanwege hun unieke technische eigenschappen, dus vervanging kan lastig zijn. Maar ook als het gebruik van een nanomateriaal noodzakelijk is, kan ermee gewerkt worden in een vorm waarbij blootstelling zo veel mogelijk wordt beperkt — in vloeibare vorm, als slijm of brij, of opgesloten in een vaste stof. Blootstelling, met name via inademing, wordt daardoor aanzienlijk verminderd. Het spuiten van nanomaterialen in vloeibare media moet juist worden vermeden, omdat daarbij nanomaterialen ingeademd kunnen worden.

//
*De voornaamste
blootstellingsroutes voor
nanomaterialen zijn via
inademing en contact met
de huid*

T = Technologische maatregelen



©iStockphoto / Stevanovicigor

In principe zijn door de lucht verspreide nanomaterialen vergelijkbaar met aerosolen en kunnen ze met behulp van vergelijkbare methoden die voor de **bestrijding van aerosolen** worden gebruikt, worden beheerst. Vanwege de zeer kleine massa van nanodeeltjes is de kinetische energie ervan echter erg laag, dus ze gedragen zich meer als gas dan als stof. De keuze hangt af van de mate van blootstelling, die weer afhangt van het stofgehalte en het emissieniveau van het nanomateriaal. Een combinatie van methoden kan nodig zijn om risico's en blootstelling te beheren. Inkapseling en ventilatie van het proces zijn daartoe doeltreffende middelen. Daarbij moet echter lekkage worden voorkomen, en risico's in verband met onderhoud, reparaties en schoonmaak moeten ook in aanmerking worden genomen.

Voor processen waarbij met nanomaterialen wordt gewerkt, wordt vaak gekozen voor besloten systemen vanwege de noodzaak om het proces te beschermen tegen verontreiniging. Een besloten systeem vormt een goede technologische maatregel, aangezien het ook de afgifte van nanomaterialen aan de omgeving en aan werknemers voorkomt. Insluiting wordt voornamelijk aanbevolen bij activiteiten zoals het meten van gefabriceerde nanomaterialen, het gieten (en mengen) van deze materialen in of het verwijderen van deze materialen uit productie- of verwerkingsapparatuur, het schoonmaken van containers en het verwerken van afval, tenzij er geen kans op blootstelling is.

Indien vervanging of insluiting niet mogelijk is, dient technische beheersing (zoals inperking, plaatselijke afvoerventilatie, **algemene ventilatie**) in overweging te worden genomen om blootstelling terug te dringen. De technische beheersmaatregelen hangen af van de werkplek. Hierbij dienen de emissiebron, het risico en de noodzaak om emissie en blootstelling te verminderen, de hoeveelheid en de fysieke vorm van het nanomateriaal en de duur en frequentie van de taak te worden meegenomen.

Plaatselijke en algemene ventilatie helpen de verspreiding van nanomaterialen door de lucht binnen de werkruimte en naar aangrenzende ruimten te voorkomen. Om nanodeeltjes uit de afgezogen lucht te verwijderen, moet een geschikt filtersysteem worden gebruikt. Dit kan een meertrapsstelsel zijn met hoogefficiënte deeltjesluchtfilters (HEPA) of ultralage-penetratieluchtfilters (ULPA).

Blootstelling op het werk kan worden verminderd door het procesontwerp en werkpraktijken te optimaliseren, zodat gevaarlijke bijproducten en afvalproductie zo veel mogelijk worden beperkt.

Het risico op **explosies** door nanomaterialen kan worden verminderd met behulp van **vier specifieke „veiligheidsbarrières“**:

- preventie: de kans op een ongeval verminderen door het versterken van onderhoudsprocedures ter voorkoming van vluchtige emissies, onbedoelde vorming van een explosieve atmosfeer, opbouw van statische elektriciteit en onbedoelde ontstekingsbronnen;
- beperking: procesgerelateerde risicofactoren verminderen door het verlagen van temperatuur en druk tijdens het proces;
- beperking: de ernst van mogelijke nanopoeederexplosies verminderen door vervanging of verdunning;
- bescherming: meer bescherming voor werknemers die risico lopen.



O = Organisatorische maatregelen



Organisatorische maatregelen kunnen zijn: voorlichtingsactiviteiten aan werknemers over de risico's, de te volgen preventiemaatregelen en de voorschriften. In de voorlichting moet ook informatie zijn opgenomen over de gevaren van nanomaterialen en over het belang van de voorzorgsmaatregelen vanwege de nog altijd beperkte kennis over de gezondheids- en veiligheidsgevaars ervan. Door veilige procedures en werkinstructies voor processen met nanomaterialen te documenteren en beschikbaar te maken op de werkplek, wordt een basis gelegd voor de juiste werkmethoden en een ijkpunt gecreëerd voor verdere verbetering.

Een ander voorbeeld is het beperken van het aantal werknemers dat blootgesteld wordt aan nanomaterialen en het verminderen van het aantal blootstellingen aan nanomaterialen. De toegang tot ruimten waar blootstelling kan optreden, dient te worden beperkt, en de juiste veiligheids- en waarschuwingsborden en -tekens moeten worden aangebracht.



P = Persoonlijke beschermingsmaatregelen



Indien al deze maatregelen niet kunnen worden toegepast of ontoereikend zijn, dienen in laatste instantie persoonlijke beschermingsmiddelen te worden gebruikt. In veel sectoren wordt werkkleding gebruikt in combinatie met handschoenen en een veiligheidsbril.

De veiligheidsinformatiebladen voor chemische producten die nanomaterialen bevatten, moet informatie bevatten over aanbevolen persoonlijke beschermingsmiddelen. Mits de juiste persoonlijke beschermingsmiddelen worden gekozen, kunnen deze goede bescherming bieden tegen nanomaterialen.



Meer informatie

Alle referenties en meer informatie zijn te vinden in het OSHwiki-artikel over nanomaterialen:
<https://oshwiki.eu/wiki/Nanomaterials>

#EUhealthyworkplaces

