

NANOMATERIALER I SUNDHEDSSEKTOREN: ERHVERVSRISIKO OG FOREBYGGELSE

Nanoteknologien er i en rivende udvikling, og brugen af nanomaterialer bliver mere og mere udbredt. Som mange andre erhvervssektorer bliver også sundhedssektoren i stigende grad påvirket af nanoteknologi, og det betyder en større risiko for, at arbejdstagere eksponeres for nanomaterialer i deres arbejdsmiljø. Nanoteknologi og nanomaterialer i sundhedsanvendelser kan rumme forskellige fordele. Således har man tilnærmet miniaturiseringsteknikker og -tilgange til kemisk syntese og kontrol med molekylesammensætning med henblik på at skabe spændende muligheder for forebyggelse, diagnosticering og behandling af sygdomme. Men trods en løbende forskningsindsats er nanoteknologien inde i en hastigere udvikling end opbygningen af viden om arbejdsmiljøaspekterne ved nanomaterialer. Der er stadig mange ubekendte i evalueringen af arbejdsmiljørisici.

I denne e-fact forklares det, hvordan sundhedspersonale kan støde på nanomaterialer på arbejdspladsen, når de varetager deres arbejdsopgaver i hverdagen. Den indeholder også oplysninger om, hvad der kan gøres for at forebygge potentiel eksponering.

1 Indledning

1.1 Sundhedssektoren

En stor del af EU's arbejdsstyrke er beskæftiget i sundhedssektoren. Ifølge handlingsplanen for sundhedspersonalesituationen i EU [1] bliver der flere og flere job i denne sektor som følge af den aldrende befolkning og den deraf følgende stigning i efterspørgslen efter sundhedsydelser.

Sundhedssektoren består af virksomheder og offentlige tjenester, der direkte eller indirekte leverer forskellige former for sundhedsydelser, såsom diagnosticering, behandling og forebyggende pleje. Sundhedsydelserne leveres forskellige steder, bl.a. på hospitaler og tandklinikker, i form af mobil basislægehjælp og i hjemmet. Denne e-fact omhandler primært personer, der direkte leverer sundhedsydelser (f.eks. læger, sygeplejersker og apotekere), samt arbejdstagere, der er tæt knyttet til sundhedssektoren, f.eks. personer, der arbejder i laboratorier eller med rengøring. Administrative medarbejdere eller personer, der producerer medicinsk udstyr, er ikke omfattet af denne e-fact og omtales derfor ikke.



Foto: Raya Gergovska

1.2 Hvad er nanomaterialer?

Nanomaterialer er materialer, der indeholder partikler med en eller flere dimensioner mellem 1 og 100 nm⁽¹⁾, hvilket i størrelse ligger på niveau med atomer og molekyler. De kan være naturlige, f.eks. vulkansk aske, eller en utilsigtet konsekvens af menneskelig aktivitet, f.eks. partikler i udstødningen fra dieselforbrænding. Imidlertid bliver en lang række nanomaterialer bevidst fremstillet og markedsført, og det er disse, der er genstand for denne e-fact med hensyn til sundhedssektoren.

Selv om nanomaterialer kan danne agglomerater eller aggregater, som kan være større end 100 nm, kan de gå i opløsning og frigive nanomaterialer. Derfor bør disse agglomerater/aggregater også medtages i enhver risikovurdering af nanomaterialer [3, 4].

En stor del af nanomaterialerne fremstilles og markedsføres, fordi de har specifikke egenskaber og en opførsel, der primært skyldes deres ringe størrelse og derfor mangfoldiggør større overflader, eller andre egenskaber, såsom ændrede (coatede) overflader eller en specifik morfologi (partikelform). Denne e-fact omhandler kun fremstillede nanomaterialer, der forekommer i sundhedssektoren, og ikke nanomaterialer, der opstår som utilsigtede konsekvenser af menneskelige aktiviteter, f.eks. nanopartikler i udstødningen fra dieselforbrænding.

2 Nanomaterialer i sundhedssektoren

Når nanomaterialer først er kommet ind i kroppen, kan de cirkulere igennem den ved at bevæge sig ind og ud af blodcellerne, trænge ind i celler og interagere med biomolekyler både på celleoverfladen og inde i cellerne i utallige områder af det menneskelige legeme [5]. Som resultat af denne evne har nanomaterialer i sundhedsvæsenet potentiale til at finde sygdomme, levere behandling og gøre det muligt at forebygge på nye måder.

De primære terapeutiske fordele ved anvendelsen af nanomaterialer er deres opløselighed (for ellers ikke-opløselige lægemidler), at de kan bære hydrofobiske enheder, har multifunktionelle evner, kan målrettes aktivt og passivt, har ligander (størrelseskromatografi) og nedsat toksicitet [6]. Desuden bruges nanomaterialer på grund af deres specifikke egenskaber også i diagnosticeringsredskaber, i agenter og metoder til billeddiagnosticering og i implantater og vævskonstruktioner.

Nanomaterialernes egenskaber og opførsel gør det således muligt at diagnosticere, overvåge, behandle og forebygge sygdomme, som f.eks. hjerte-kar-sygdomme, cancer, muskel- og knoglelidelser og betændelsestilstande, neurodegenerative og psykiatriske sygdomme, diabetes og infektionssygdomme [f.eks. bakterie- og virusinfektioner, såsom hiv (human immundefekt virus)] [7].

I tabel 1 præsenteres nogle af de nanomaterialer, der allerede bruges i sundhedssektoren.

Tabel 1: Primære typer nanomaterialer i sundhedsanvendelser

Type nanomateriale	Anvendelser i sundhedsvæsenet
Metalliske partikler (f.eks. jern(III)oxid, guld eller sølv)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hypotermibehandling af cancer ▪ Selektiv magnetisk bioseparation ▪ Coating med antistoffer til cellespecifikke antigener med henblik på separation fra omgivende matrix

⁽¹⁾ I Europa-Kommissionens henstilling [1] er nanomateriale defineret som følger:

- "Nanomateriale": et naturligt, tilfældigt opstået eller fremstillet materiale, der består af partikler i ubundet tilstand eller som et aggregat eller som et agglomerat, og hvor mindst 50 % af partiklerne i den antalsmæssige størrelsesfordeling i en eller flere eksterne dimensioner ligger i størrelsesintervallet 1-100 nm. Den antalsmæssige størrelsesfordeling udtrykkes som antallet af objekter inden for et givet størrelsesinterval divideret med det samlede antal objekter.
- "I særlige tilfælde, og hvor hensynet til miljø, sundhed, sikkerhed eller konkurrenceevne berettiger det, kan tærsklen for den antalsmæssige størrelsesfordeling på 50 % erstattes af en tærskel på mellem 1 og 50 %."
- "Uanset ovenstående bør fullerener, grafenflager og enkeltvæggede carbonnanorør med en eller flere eksterne dimensioner på under 1 nm betragtes som nanomateriale."

Type nanomateriale	Anvendelser i sundhedsvæsenet
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Membrantransportundersøgelser ▪ Levering af lægemidler (drug delivery) ▪ Kontraststof til MRI (Magnetic Resonance Imaging)
Sølvnanopartikler	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Antimikrobielle stoffer ▪ Inkorporeret i en lang række medicinske anvendelser, herunder knoglecement, kirurgiske instrumenter og operationsmasker
Nanopartikler med guldskal	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Forbedre lægemidlers opløselighed ▪ Muliggøre yderligere konjugation
Nanomaterialer af kulstof [fullerener og carbonnanorør]	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bucky-kugler (fodboldformede strukturer bestående af 60 kulstofatomer) bruges til systemer til levering af lægemidler for at understøtte den optimale transport og frigivelse af lægemidler til det rigtige mål inde i kroppen [5] ▪ Coating af proteser og kirurgiske implantater ▪ Funktionaliserede carbonnanorør: <ul style="list-style-type: none"> ○ til terapeutisk levering ○ til biomedicinske anvendelser, såsom vaskulære stents og neuronvækst og -regenerering ○ genterapi, da en dna-streng kan bindes til et nanorør
Kvanteører	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mærke multiple biomolekyler for at overvåge komplekse celleforandringer og -hændelser forbundet med sygdom ▪ Optikteknologi [8] ▪ Teknologier til sygdomsdiagnosticering og -screening
Dendrimerer	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Polymeriserede makromolekyler – tæt forgrenede strukturer med indre nanohulrum eller kanaler med egenskaber, der adskiller sig fra ydersidens ▪ Brugt som en bærer af en lang række lægemidler (f.eks. mod cancer, vira og bakterier) med kapacitet til at forbedre opløseligheden og biotilgængeligheden af svært opløselige lægemidler
Lipidbaserede nanopartikler	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kan smelte sammen med cellemembranen og levere molekyler inde i cellerne
Keramiske nanopartikler	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Uorganiske systemer brugt som bærestof for lægemidler (hvis de er porøse og biokompatible); brugt i kosmetiske anvendelser (zinkoxid, titandioxid)
Nanorør, nanotråde, magnetiske nanopartikler	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Teknologier til sygdomsdiagnosticering og -screening, herunder Lab-on-a-chip [8]

Samlet af forfatterne fra en række kilder [5, 6, 8-11].

Tidshorisonten fra opfindelsen af en medicinsk anordning eller et lægemiddel til frigivelse heraf til klinisk brug er ekstremt lang. Imidlertid er visse nanoteknologiske anvendelser i øjeblikket under udvikling og vil meget snart være tilgængelige. De skal f.eks. hjælpe med forstærket medicinsk billeddiagnosticering [5], brug af subkutane chips, som løbende kan overvåge nøgleparametre, herunder puls, temperatur og glukoseniveauer i blodet [5], og minimering af vækst og overførsel af patogener [8].

3 Sundhedspersonale og risici ved nanomaterialer

Selv om nanomaterialer i sundhedssektoren kan give en lang række fordele for patienterne, kan de også udsætte sundhedspersonalet for nye risici.

Der mangler stadig viden i den tilgængelige information om fremstillede nanomaterialers toksicitet, hvilket vanskeliggør risikovurderingen (se e-fact 72 på: (<https://osha.europa.eu/en/publications/e-facts/e-fact-72-tools-for-the-management-of-nanomaterials-in-the-workplace-and-prevention-measures/view>) om risikostyringsværktøjer til nanomaterialer). Den primære udfordring er at forstå de mulige farer for sundhedspersonalet, når de arbejder med fremstillede nanomaterialer eller nanoanordninger. På grund af disse materials enestående egenskaber på nanoskala – primært knyttet til deres ringe størrelse, men også partikelform, kemiske egenskaber, overfladetilstand (f.eks. overfladens areal, funktionalisering og behandling) og aggregations-/agglomerationstilstand [8, 12] – forventes deres samspil med menneskekroppen og dermed deres sundhedsmæssige virkninger at være anderledes end dem, der forbindes med de samme materialer med den samme sammensætning, men på makroskala. Det vækker derfor bekymring om de sundhedsmæssige virkninger, der kan blive følgen af erhvervs-mæssig eksponering for nanomaterialer.

Under normale miljømæssige betingelser kan nanomaterialer danne agglomerater eller aggregater, der er større end 100 nm, og dermed ændre (men ikke nødvendigvis miste) deres nanospecifikke egenskaber. Nanomaterialer kan dog frigives igen fra svagt bundne agglomerater og under visse omstændigheder endda måske fra stærkere bundne aggregater. Det undersøges, om dette kunne ske i lungevæske efter inhalation af sådanne agglomerater eller aggregater [8, 12]. Agglomerater og aggregater, der indeholder nanomaterialer, bør derfor også tages i betragtning i en risikovurdering af arbejdspladsen.

Den indre eksponeringsmekanisme efter nanomaterialernes indtrængen i kroppen kan omfatte absorption, distribution og metabolisme. Visse nanomaterialer er f.eks. blevet fundet i lunger, lever, nyrer, hjerte, reproduktive organer, foster, hjerne, milt, skelet og blødt væv [13]. Der er ubesvarede spørgsmål om bioakkumulering af nanomaterialer og elimineringsmekanismer fra celler og organer. Et yderligere problem er, at selv om et nanomateriale i sig selv ikke er giftigt, kunne det agere som en trojansk hest, nemlig ved at et mere giftigt materiale binder sig til nanomaterialet og får adgang til kroppen, organerne eller cellerne [14].

Nanomaterialernes største virkninger er fundet i lungerne og omfatter inflammation, vævsødelæggelser, oxidativt stress, kronisk toksicitet, cytotoksisk effekt, fibrose og svulster. Nogle nanomaterialer kan også påvirke hjerte-kredsløbssystemet. De potentielt farlige egenskaber i fremstillede nanomaterialer er genstand for løbende forskning [8, 12].

Nanomaterialerne har mange forskellige adgangsveje ind i menneskets krop, som kan udgøre en erhvervsrelateret sundhedsfare:

- **Inhalation** er den hyppigste vej til eksponering for luftbårne nanopartikler på arbejdspladsen [15, 16]. Inhalerede nanopartikler kan aflejre sig i luftvejene og lungerne afhængigt af deres form og størrelse. Efter inhalation kan de krydse lungeepitellet, gå over i blodbanen og nå frem til andre organer og andet væv. Det er også påvist, at nogle inhalerede nanomaterialer har nået hjernen via lugtenerven.
- **Indtagelse** kan forekomme via utilsigtet hånd-til-mund-overførsel fra kontaminerede overflader eller ved indtagelse af kontaminerede fødevarer eller vand. Indtagelse kan også forekomme som konsekvens af inhalation af et nanomateriale, idet inhalerede partikler, som fjernes fra luftvejene ved hjælp af den mucociliære elevator, efterfølgende kan blive sunket [15, 16]. Nogle indtagne nanomaterialer kan krydse epitellet i mave-tarm-systemet, gå over i blodbanen og nå frem til andre organer og andet væv.
- **Hudpenetration** undersøges fortsat [15, 16]. Intakt hud synes at være en god barriere for optagelse af nanomaterialer [17]. Ødelagt hud forekommer mindre effektiv som barriere, men optagelsesniveauet er formentlig lavere end ved inhalation. Uanset dette bør kontakt med huden også forebygges og begrænses.

Nanomaterialer kan også indføres i kroppen parenteralt ⁽²⁾, f.eks. ved utilsigtede nålestik, snitsår eller andre skader på huden [15].

Med tanke på de aktiviteter, der foregår i sundhedssektoren, er det personale, der mest sandsynligt bliver udsat for nanomaterialer, de medarbejdere, der tilbereder eller indgiver nanolægemidler, eller som arbejder i områder, hvor disse lægemidler anvendes, da de let kan komme i kontakt med disse luftbårne stoffer (f.eks. apoteks- og plejepersonale, læger, miljøpersonale, transport- og modtagelsespersonale).

Andre situationer med eksponering for nanomaterialer i sundhedssektoren [15] kan være:

- bortskaffelse af afføring fra patienter, der får nanolægemidler
- spildte nanomaterialer
- håndtering af genstande, der er kontamineret med nanomaterialer
- indtagelse af mad og drikke, som har været i kontakt med nanolægemidler
- rengøring og vedligeholdelse af områder, hvor der håndteres nanolægemidler.

Mulige eksponeringssituationer findes også i tandlæge- og operationsprocesser, hvor der bores, slibes, pudses og poleres med medicinske materialer, der indeholder nanomaterialer. Et eksempel på en sådan eksponeringssituation er behandling af huller i tænderne, som sædvanligvis foregår ved påføring af fyldmateriale indeholdende nanomaterialer (f.eks. nanokeramiske fyldmaterialer), som tilpasses anatomisk ved slibning af overfladen med højhastighedsværktøj. Under denne procedure er der risiko for, at nanopartikler bliver luftbårne og inhaleres af både patient og personale.

Nogle af de potentielle arbejdsmiljørisici ved nanomaterialer i sundhedssektoren præsenteres i tabel 2.

Tabel 2: Eksempler på nanomaterialer, der anvendes i sundhedssektoren, og de potentielle sundhedsfarer og arbejdsmiljørisici herved

Eksempler på nanomaterialer	Potentielle sundhedsfarer og arbejdsmiljørisici herved
Nanomaterialer af kulstof	Når de inhaleres, kan nogle typer nanomaterialer af kulstof beviseligt føre til lungeforstyrrelser, herunder asbestlignende virkninger [9].
Dendrimerer	Trods omfattende anvendelighed i forbindelse med lægemidler, f.eks. til levering af medicin mod cancer, er brugen af dendrimerer i menneskekroppen begrænset på grund af deres ibrørende toksicitet [11]. Der har været et tilfælde af kontakteksem, der ligner erythema multiforme, som følge af udsættelse for dendrimerer [14].
Sølvnanopartikler	Ifølge ENRHES [18] udgør brugen af sølvnanopartikler en potentiel fare for menneskers sundhed, men undersøgelsen af deres toksicitet er stadig kun i sin vorden. EU's Videnskabelige Komité for Nye og Nyligt Identificerede Sundhedsrisici blev bedt om en videnskabelig udtalelse om nanosølv sikkerheds-, sundheds- og miljømæssige konsekvenser og rolle i antimikrobiel resistens [19]. Det vækker alvorlig bekymring, fordi sølvnanopartikler i høje doser kan forårsage skadevirkninger for helbredet, såsom lungeødemer og pletter på huden [3]. Faktisk er de hyppigst indberettede reaktioner hos mennesker på langvarig eksponering for nanosølv sølvforgiftning eller argyrosis (dvs. grå eller gråblå misfarvning eller sortpigmentering af hud, negle, øjne, slimhinder eller indre organer på grund af sølvaflejring) [20]. Disse tilstande kan ikke standses eller kureres [20].

⁽²⁾ Hvis et lægemiddel eller et andet stof indføres i kroppen parenteralt, indføres det ad en anden vej end fordøjelseskanalen (f.eks. injektion).

	<p>I sundhedssektoren har nanosølv været brugt som et antibakterielt stof i sårforbindinger for at beskytte patienter med alvorlige forbrændinger mod infektioner. Dette er skyld i en af de største eksponeringsrisici for sundhedspersonalet. Desuden er der bekymring over indirekte skadevirkninger af nanosølv på menneskers sundhed gennem en stigende resistens hos mikroorganismer over for sølv [19].</p> <p>I forskning udført på rotter er det dokumenteret, at sølvnanopartikler kan nå hjernen gennem de øvre luftveje [12].</p>
Titandioxid (TiO ₂)	<p>TiO₂-partikler er, når de inhaleres, blevet rubriceret af International Agency for Research on Cancer (IARC) i kategorien Group 2B, "possibly carcinogenic to humans" (<i>kan være kræftfremkaldende for mennesker</i>) [21]. NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health) i USA anbefalede en lavere eksponeringsgrænse for ultrafine partikler af TiO₂: 0,3 mg/m³ for TiO₂-nanopartikler (< 100 nm) versus 2,4 mg/m³ for fine partikler (> 100 nm) [22]</p>
Guldnanopartikler	<p>Guldnanopartiklers toksicitet, når de inhaleres af rotter, er blevet undersøgt, og der blev iagttaget en akkumulering af guld i lunger og nyrer [23].</p>

Kilde: samlet af forfatterne.

Ud over sundhedsrisici kan aerosolisering af nanostøv eller brændbare nanopartikler give risiko for eksplosion eller brand.

Det er vigtigt at vurdere og styre de eventuelle arbejdsmiljørisici ved nanomaterialer korrekt i sundhedssektoren for at beskytte arbejdstagernes sundhed og sikkerhed i tilstrækkelig grad.

4 Forebyggelse

Ifølge EU's direktiv 89/391/EØF [24] skal arbejdsgiverne udføre regelmæssige risikovurderinger på arbejdspladsen og indføre tilstrækkelige forebyggelsesforanstaltninger. Dette gælder også for potentielle risici ved nanopartikler på arbejdspladsen. Desuden indføres der i direktiv 98/24/EF om kemiske agenser på arbejdspladsen [25] strengere bestemmelser om styring af risici ved stoffer på arbejdspladsen, som også gælder nanomaterialer, idet disse falder ind under definitionen af "stoffer".

Den obligatoriske risikovurdering på arbejdspladsen og kontrolforanstaltningshierarkiet [eliminering, erstatning, tekniske foranstaltninger ved kilden, organisatoriske foranstaltninger og personlige værnemidler (PV) som sidste udvej], som er beskrevet i disse direktiver om beskyttelse af arbejdstagere, gælder også for arbejdspladser i sundhedssektoren og for nanomaterialer.

Hvis et nanomateriale eller det samme materiale i makroskala er kræftfremkaldende eller mutagent, skal direktiv 2004/37/EF om kræftfremkaldende stoffer eller mutagener på arbejdspladsen [26] desuden være opfyldt. Der kan under alle omstændigheder være strengere bestemmelser i national lovgivning, og disse bør konsulteres.

Men generelt kan gennemførelsen af en risikovurdering af nanomaterialer på arbejdspladsen være en udfordring på grund af de aktuelle begrænsninger med hensyn til:

1. viden om nanomaterialers farlige egenskaber
2. tilgængelige metoder og anordninger til identificering af nanomaterialer og kilderne til udledning og måling af eksponeringsniveauer
3. information om tilstedeværelsen af nanomaterialer, især i blandinger eller artikler samt gennem kæden af brugere, når nanomaterialer eller produkter, der indeholder nanomaterialer, anvendes eller forarbejdes.

Sikkerhedsdatablade, som er et vigtigt informationsværktøj til forebyggelse af risici ved farlige stoffer på arbejdspladsen, indeholder generelt kun beskeden eller slet ingen information om tilstedeværelsen af nanomaterialer og deres karakteristika, risici for arbejdstagerne og forebyggelse [13, 27-29]. Virksomheder og organisationer anbefales derfor at kontakte leverandørerne og bede dem om yderligere oplysninger.

Da nanomaterialer desuden betragtes som stoffer, er REACH-forordningen (registrering, vurdering og godkendelse af samt begrænsninger for kemikalier) [30] og CLP-forordningen (klassificering, mærkning og emballering af stoffer og blandinger) [41] ligeledes relevante, og ændringer i REACH, bilag II [31], de retlige rammer for sikkerhedsdatablade samt vejledning fra Det Europæiske Kemikalieagentur (ECHA) om sikkerhedsdatablade [32], som rummer yderligere rådgivning om, hvordan nanomaterialers karakteristika håndteres, forventes at forbedre kvaliteten af den information, der gives i sikkerhedsdatabladene. I e-fact 72 (<https://osha.europa.eu/en/publications/e-facts/e-fact-72-tools-for-the-management-of-nanomaterials-in-the-workplace-and-prevention-measures>) introduceres tilgængelige vejledninger og værktøjer til hjælp med styring af risici ved nanomaterialer set på baggrund af de nuværende begrænsninger og det aktuelle forskningsstadium. I øjeblikket er der ingen tilgængelige specifikke retningslinjer for forebyggelse af arbejdsmiljørisici ved nanomaterialer i sundhedssektoren, men de foranstaltninger, der anbefales i andre sektorer (f.eks. forskningslaboratorier [33]), er til dels anvendelige, og de vigtigste principper og tilgange kan overføres til sundhedssektoren.

4.1 Eliminering og erstatning

Som med alle andre farlige stoffer bør eliminering og erstatning prioriteres frem for andre forebyggende foranstaltninger (dvs. målet er at hindre alle arbejdstagere i at blive eksponeret for nanomaterialer). Imidlertid bruges der i sundhedssektoren i mange tilfælde kemiske agenser, lægemidler eller anordninger, der indeholder nanomaterialer, på grund af deres specifikke egenskaber, og fordi de opfylder en specifik funktion. Hvis et nanomateriale udsætter sundhedspersonalet for en risiko, er det i disse tilfælde derfor måske ikke en mulig løsning at eliminere eller erstatte det med et mindre farligt alternativ, da det måske ikke er lige så let at opnå de ønskede egenskaber og (positive) virkninger med dette alternativ. Man bør dog altid huske på balancen mellem de ønskede egenskaber og virkninger på den ene side og sundhedsrisiciene på den anden og overveje eliminering og erstatning grundigt. Desuden er det måske muligt at:

- undgå tilstedeværelse af nanomaterialer, der kan blive luftbårne (såsom pulver og støv), ved at benytte en mindre farlig form, f.eks. ved at opløse pulverformige nanomaterialer til væsker, pastaer, granulater eller forbindelser eller ved at binde dem til faste partikler
- reducere den farlige opførsel ved at ændre nanomaterialets overflade, f.eks. ved at coate det for at justere støvafgivelsen, opløseligheden eller andre egenskaber.

4.2 Tekniske foranstaltninger ved kilden

På grund af arten af det arbejde, der foregår i sundhedssektoren, er det formentlig de færreste arbejdssteder, f.eks. sengestuer på hospitaler eller patienternes eget hjem, der har tekniske systemer til at reducere eller forebygge eksponering for nanomaterialer ved kilden, f.eks. lukkede systemer, som skaber en fysisk barriere mellem en person og nanomaterialet. Tekniske foranstaltninger ved kilden er dog realistiske i andre situationer, som f.eks. tilberedning i handskekasse af lægemidler (tabletter og salver), der indeholder nanomaterialer.

Sikkerhedsbænke med HEPA-filtre er en anden effektiv risikoforebyggelsesmetode til aktiviteter, såsom tilberedning af nanolægemidler, vævsprøver fra patienter, kropsvæsker eller ekskrementer, der kunne indeholde nanomaterialer (hvis patienten behandles med nanolægemidler), eller tilberedning eller analyse af prøver ved hjælp af analysekemikalier, der indeholder nanomaterialer. Eksponering for spild, støv eller dampe af nanomaterialer fra prøver eller prøvetilberedningsprodukter bør kontrolleres ved brug af et højhastighedsventilationssystem i kombination med personlige værnemidler (PV), især handsker og masker (se afsnit 4.4).

Der findes normalt lokale udblæsningsventilationssystemer i laboratorieanlæg, operationsstuer og områder med høje sikkerhedskrav (f.eks. på grund af infektionsrisiko) og i opbevaringsområder. Sådanne systemer opfanger også nanomaterialer. Hvad angår nanomaterialer anbefales det imidlertid at bruge normal flertrinsfiltrering med højeffektive partikelluftfiltre (HEPA H14) eller ultralavt gennemtrængelige luftfiltre (ULPA) som sidste filter inden genindledning af den udsugede luft. Under alle omstændigheder bør man vurdere, om de eksisterende filtreringssystemer er egnede.

4.3 Organisatoriske foranstaltninger

Blandt risikoforebyggelsesforanstaltninger på arbejdspladsen i sundhedssektoren, hvor der bruges farlige nanomaterialer, kan nævnes:

- særligt indrettede områder eller arbejdssteder til håndtering af nanomaterialer, som holdes adskilt fra andre arbejdssteder og tydeligt markeres med passende skiltning
- minimering af det antal medarbejdere, der udsættes for nanomaterialer
- minimering af det tidsrum, hvori medarbejderne udsættes for nanomaterialer
- adgang forbudt for uautoriseret personale
 - regelmæssig rengøring (vådaftørring) af arbejdsområder, hvor der bruges eller håndteres nanomaterialer
 - overvågning af luftkoncentrationsniveauer, f.eks. sammenligning med baggrundsniveauer, når der ikke håndteres nanomaterialer.



Foto: Jim Holmes

Da der i øjeblikket ikke findes en standardiseret tilgang til brugen af sikkerhedsskiltning eller mærkning af arbejdssteder eller beholdere med nanomaterialer, anbefales det at vælge en forsigtig tilgang og bruge eksisterende risiko- og sikkerhedsformuleringer fra EU's forordning om klassificering, mærkning og emballering af stoffer og blandinger (CLP) [41] og advarselsskilte for at give tilstrækkelig, relevant og specifik information om enhver faktisk eller potentiel arbejdsmiljørisiko ved brug og håndtering af nanomaterialer.

Desuden bør man også følge nogle generelle principper, som gælder uanset forekomst af nanomaterialer:

- Tilrettelæggelsen af arbejdet bør baseres på risikovurdering og inddragelse af personale. Hvis arbejdet foregår på arbejdssteder, hvor der håndteres nanomaterialer med ukendt toksicitet og opførsel, skal der tages hensyn til disse. I risikostyringen skal ikke kun kendte risici prioriteres, men også vurdering og håndtering af nanomaterialer på arbejdssteder, hvor der mangler oplysninger om farer og eksponering, eller hvor disse er ufuldstændige eller usikre.
- Tidspres bør undgås.
- Der skal tilvejebringes tilstrækkelig uddannelse, så personalet har de færdigheder og den viden, der skal til, for at de kan udføre arbejdet sikkert og beskytte sig selv mod eksponering for frigivelse af nanomaterialer.
- Der bør altid gives instruktion og information til alle medarbejdere, især når de ansættes til en enkelt opgave og/eller ikke er bekendt med kemiske risici i almindelighed og risici fra nanomaterialer i særdeleshed (f.eks. rengøringspersonale og studentermedhjælpere). Dette bør omfatte beskyttelsesforanstaltninger, f.eks. hvordan man håndterer lægemidler eller prøver indeholdende nanomaterialer, fyldmateriale til pudning eller polering og overflader, der indeholder nanomaterialer, samt bortskaffelse af produkter. Sådanne oplysninger bør også indgå i instruktioner på arbejdspladsen.

- At vælge en forsigtig tilgang til risikoforebyggelse vedrørende nanomaterialer vil sige, at alle tilgængelige foranstaltninger bør iværksættes i overensstemmelse med kontrolforanstaltningshierarkiet for at reducere frigivelse af nanomaterialer.

Medarbejdere, der håndterer eller på anden vis eksponeres for potentielt farlige nanomaterialer, bør være omfattet af sundhedsovervågningsprogrammer med detaljeret dokumentation for eksponeringssituationer.

4.4 Personlige værnemidler (PV)

PV bør bruges som sidste udvej, når eksponeringen ikke kan reduceres effektivt nok med ovennævnte foranstaltninger. Hvis det i risikovurderingen er fastslået, at PV er nødvendigt, bør der udformes et PV-program. Et godt PV-program skal indeholde følgende elementer: udvælgelse af passende PV, tilpasning, uddannelse og vedligeholdelse af PV. Sundhedspersonalet bruger sandsynligvis PV i deres arbejdsopgaver på grund af andre sundhedsrisici (f.eks. biologiske agenser) ⁽³⁾ [34]. De anvendte PV skal dog evalueres med hensyn til deres egnethed til nanomaterialer.

PV-brugerens arbejdhastighed og sundhedstilstand skal vurderes for at sikre, at PV yder tilstrækkelig beskyttelse og bruges korrekt. Forsøg med PV bør sikre, at brugerne kan udføre arbejdet sikkert iført PV, og at de samtidig kan anvende andet udstyr (f.eks. briller) eller værktøjer, som de også har brug for. Man skal huske, at den beskyttelse, som PV yder, kan svækkes som følge af samtidig brug af flere typer PV. Der kan også være andre farer end nanomaterialer, der kan gribe ind og reducere effektiviteten af PV. Derfor skal der tages hensyn til alle farer på arbejdspladsen, når der vælges PV. Alle benyttede PV bør være CE-mærkede og uden ændringer anvendes i overensstemmelse med producenternes anvisninger.

4.4.1 Åndedrætsværn

Ved aktiviteter, hvori der indgår luftbårne nanomaterialer, f.eks. slibning, pudsning eller polering af broer eller implantater, som indeholder nanomaterialer, er lokale udblæsningsventilationssystemer måske ikke tilstrækkelige. I sådanne tilfælde bør personalet også bruge åndedrætsværn. HEPA-filtre, åndedrætsværn med trykluft og masker med fiberfiltre er effektive mod luftbårne nanomaterialer. Halv- og helmasker med P3/FFP3- eller P2/FFP2-filtre anses for effektive til beskyttelse mod sådanne eksponeringer. Filtre med beskyttelsesfaktor 3 giver bedre beskyttelse end faktor 2 [35, 36]. Ansigtmasker bør være tilstrækkeligt tætsiddende [36] – pasformen bør testes jævnlige.

Valget af åndedrætsværn afhænger af:

- type, størrelse og koncentration af det luftbårne nanomateriale
- åndedrætsværnets angivne beskyttelsesfaktor (for filtreringseffektivitet og tætsiddende pasform)
- arbejdsbetingelser.

I tilfælde, hvor åndedrætsværnet ikke dækker øjnene, bør der også anvendes øjenværn (tætsiddende sikkerhedsbriller).

4.4.2 Handsker

Det er almindeligt at bruge handsker i sundhedssektoren. Kun handsker, der opfylder kravene i standard EN 374 ⁽⁴⁾, bør bruges mod kemiske farer generelt. Hvis der er tale om nanomaterialer, har det vist sig, at handsker af syntetiske polymerer, såsom latex, nitril eller neopren, yder effektiv beskyttelse [36]. Handskernes effektivitet over for et bestemt nanomateriale afhænger af den form,

⁽³⁾ Direktiv 89/686/EØF regulerer udformning og brug af PV og sikrer, at de opfylder den tiltænkte funktion med at beskytte arbejdstageren mod bestemte risici.

⁽⁴⁾ DS/EN 374-1:2003: Beskyttelseshandsker mod kemikalier og mikroorganismer - Del 1: Terminologi og krav til ydeevne; DS/EN 374-2:2003: Beskyttelseshandsker mod kemikalier og mikroorganismer - Del 2: Bestemmelse af tæthed; og DS/EN 374-3:2003: Beskyttelseshandsker mod kemikalier og mikroorganismer - Del 3: Kemikaliegennemtrængning (gennembrudstid).

dette forekommer i på arbejdspladsen (støv, væsker osv.), og dette bør man specifikt forhøre sig om hos handskeproducenterne. Tykkelsen af handskematerialet er en vigtig faktor i fastlæggelsen af nanomaterialets diffusionshastighed. Derfor anbefales det at bruge to par handsker samtidig [37].

4.4.3 Beskyttelsesbeklædning

Uvævede tekstiler (lufttætte materialer), såsom høj HDPE (high-density polyethylene) med lav tilbageholdelse og frigivelse af støv, bør foretrækkes frem for vævede tekstiler, og man bør undgå brug af beskyttelsesbeklædning af bomuld [36].

Hvis beskyttelsesbeklædningen ikke er engangsdragter, f.eks. overalls, skal der være regler om jævnlig vask og forebyggelse af sekundær eksponering. Der skal være regler, som sikrer, at rene overalls og beskyttelsesjakker kan tages på, og at de snavsede fjernes, uden at dette kontaminerer personer eller arbejdsstedet som sådan.

4.5 Forebyggelse af eksplosioner og/eller brand

Som følge af deres ringe størrelse kan nanomaterialer i pulverform udgøre en eksplosionsrisiko, som deres respektive grove variant ikke gør ⁽⁵⁾ [38]. Man bør være forsigtig med forarbejdning af nanopulvere (f.eks. slibning, pudning eller polering af implantater og broer, der indeholder nanomaterialer) og håndtering heraf (f.eks. blanding, rengøring eller bortskaffelse af sådanne pulvere).

De forebyggende foranstaltninger for nanomaterialer i pulverform er i al væsentlighed de samme som dem, der iværksættes ved andre eksplosive og brændbare grove materialer og eksplosive støvskyer, og bør opfylde minimumsforskrifterne i direktiv 99/92/EF om forbedring af sikkerhed og sundhedsbeskyttelse for arbejdstagere, der kan blive udsat for fare hidrørende fra eksplosiv atmosfære. Eksempler:

- Apotekspersonale bør begrænse håndteringen af disse materialer til specifikke områder og om muligt udføre arbejdet i en inaktiv atmosfære.
- Materialerne bør opløses ved at væde arbejdsstedet (forebyggelse af støv).
- Udstyr med lav gnist og andre antændelseskilder eller betingelser, der fremmer elektrostatisk ladning, bør fjernes fra arbejdspladsen. I stedet bør der, når det er muligt, bruges sikkerhedsudstyr, som i sig selv er sikkert (signal- og kontrolkredsløb, der kører på lav strømstyrke og spænding).
- Støvlag bør fjernes med vådaftørring.
- Oplagring af eksplosive eller brændbare materialer på arbejdspladsen bør minimeres. Der kan bruges antistatiske poser.

4.6 Kontrol af foranstaltningernes effektivitet

Risikovurderingen bør jævnligt revideres, og valget og gennemførelsen af risikostyringsforanstaltningerne bør regelmæssigt kontrolleres med hensyn til deres effektivitet. Dette indebærer at sikre, at alt beskyttelsesudstyr, såsom sikkerhedsbænke og laminære flowbænke, fungerer korrekt, og at der foretages jævnlige inspektioner af alt ventilationsudstyr og de respektive filtersystemer. Desuden bør de personlige værnemidlers egnethed kontrolleres og i givet fald ajourføres.

Desuden kan effektiviteten af en risikoreduktionsforanstaltning vurderes ved at analysere koncentrationen af nanomaterialer i luften før og efter iværksættelsen af foranstaltningen. De eksponeringsniveauer, der måles, når risikostyringsforanstaltningerne anvendes, bør ikke variere betydeligt fra baggrundskoncentrationerne, når der ikke er nogen kilde til fremstillede nanomaterialer.

⁽⁵⁾ Jo mindre partikelstørrelsen er, jo lettere eksploderer de fleste organiske støvformer og mange typer metalstøv. 500 µm ser ud til at være den øvre grænse for partikelstørrelsen i en eksplosiv støvsky. I øjeblikket er der ikke fastlagt en nedre størrelsesgrænse for, hvornår støvekspllosioner kan udelukkes.

Andre indirekte foranstaltninger, der fremmer virkningen af tekniske forebyggende foranstaltninger, kan også anvendes, f.eks. røgtest og/eller kontrolhastighedsmålinger.

Der kan fastsættes grænseværdier for erhvervsmæssig eksponering (OEL) for nanomaterialer ⁽⁶⁾ [39, 40] i fremtiden, men eksponeringsminimering bør være det primære mål for risikostyring på arbejdspladsen, hvorfor overholdelsen af OEL ikke er tilstrækkeligt.

Referencer

1. Europa-Kommissionen, *Commission Staff Working Document on an Action Plan for the EU Health Workforce*, SWD(2012) 93 final, Strasbourg, 18. april 2012. Findes på adressen: http://ec.europa.eu/dgs/health_consumer/docs/swd_ap_eu_healthcare_workforce_en.pdf
2. Kommissionens henstilling af 18. oktober 2011 om definitionen af nanomaterialer, EUT L 275, s. 38-40. Findes på adressen: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2011:275:0038:0040:EN:PDF>
3. Europa-Kommissionen, *Commission Staff Working Paper: Types and Uses of Nanomaterials, Including Safety Aspects. Accompanying the Communication from the Commission to the European Parliament, the Council and the European Economic and Social Committee on the Second Regulatory Review on Nanomaterials*, SWD(2012) 288 final, Bruxelles, 3. oktober 2012. Findes på adressen: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=SWD:2012:0288:FIN:EN:PDF>
4. Det Europæiske Arbejdsmiljøagentur (EU-OSHA), *Workplace Exposure to Nanoparticles*, European Risk Observatory, literature review, 2009. Findes på adressen: http://osha.europa.eu/en/publications/literature_reviews/workplace_exposure_to_nanoparticles
5. Lauterwasser, C., *Small Size that Matter: Opportunities and Risks of Nanotechnologies*, report of Allianz Center for Technology and OECD, udateret. Findes på adressen: <http://www.oecd.org/dataoecd/32/1/44108334.pdf>
6. Kale, S.N., *Nanomaterials and their Applications in Healthcare*, presentation at ICS-UNIDO, SISSA workshop on Computer Design and Discovery of Potential Drugs for Developing Countries, 2009.
7. Filipponi, L., Sutherland, D., *Medicine and Healthcare. Module 2—Applications of Nanotechnologies*, Interdisciplinary Nanoscience Centre (iNANO), 2010. Findes på adressen: <http://nanoyou.eu/>
8. Ellis, J.R., *Nanomaterials and Their Potential in Therapy*, 2012. Findes på adressen: <http://www.mddionline.com/blog/devicetalk/nanomaterials-and-their-potential-therapy> (tilgået 20. oktober 2012).
9. Nanowerk, *Introduction to Nanotechnology*, 2012. Findes på adressen: http://www.nanowerk.com/nanotechnology/introduction/introduction_to_nanotechnology_1.php (tilgået 19. oktober 2012).
10. Mody, V.V., Siwale, R., Singh, A., Mody, H.R., "Introduction to metallic nanoparticles", *Journal of Pharmacy & BioAllied Science*, 2012, 2(4): s. 282-289.
11. Jain, K., Kesharwani, P., Gupta, U., Jain, N.K., "Dendrimer toxicity: let's meet the challenge", *International Journal of Pharmaceutics*, 2010, 394(1-2): s. 122-142.
12. Haase, A., Rott, S., Manton, A., Graf, P., Plendl, J., Thünemann, A.F., Meier, W.P., Taubert, A., Luch, A., Reiser, G., "Effects of silver nanoparticles on primary mixed neural cell cultures: uptake, oxidative stress and acute calcium responses", *Toxicological Sciences*, 2012, 126(2): s. 457-468.

⁽⁶⁾ Se f.eks. Social and Economic Council of the Netherlands (SER) (2012), *Provisional Nano Reference Values for Engineered Nanomaterials*, og Nanowerk (2012), *SAFENANO Team Complete BSI British Standards Guide to Safe Handling of Nanomaterials*.

13. SafeWork Australia, *An Evaluation of MSDS and Labels Associated with the Use of Engineered Nanomaterials*. Findes på adressen: <http://safeworkaustralia.gov.au/AboutSafeWorkAustralia/Whatwedo/Publications/Pages/RP201006EvaluationOfMSDSAndLabels.aspx>
14. Toyama T., Matsuda H., Ishida I., Tani M., Kitaba S., Sano S., Katayama I., "A case of toxic epidermal necrolysis-like dermatitis evolving from contact dermatitis of the hands associated with exposure to dendrimers", *Contact Dermatitis*, 2008, 59(2): s. 122-123.
15. Murashov, V., "Occupational exposure to nanomedical applications", *WIREs Nanomedicine and Nanobiotechnology*, 2009, 1: s. 203-213.
16. The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), *Approaches to Safe Nanotechnology—Managing the Health and Safety Concerns Associated with Engineered Nanomaterials*, Department of Health and Human Services. Centers for Disease Control and Prevention, Publication No. 2009-125, 2009.
17. Gratieri, T., Schaefer, U.F., Jing, L., Gao, M., Kostka, K.H., Lopez, R.F.V., Schneider, M., "Penetration of quantum dot particles through human skin", *Journal of Biomedical Nanotechnology*, 2010, 6(5): s. 586-595.
18. The ENRHES project, Europa-Kommissionen, *Engineered Nanoparticles: Review of Health and Environmental Safety (ENRHES)*, 2009. Findes på adressen: <http://ihcp.jrc.ec.europa.eu/whats-new/enhres-final-report>
19. Den Videnskabelige Komité for Nye og Nyligt Identificerede Sundhedsrisici (VKNNIS), *Request for a Scientific Opinion on Nanosilver: Safety, Health and Environmental Effects and Role in Antimicrobial Resistance*, 2012. Findes på adressen: http://ec.europa.eu/health/scientific_committees/emerging/docs/scenihr_q_027.pdf
20. Luoma, S.N., *Silver Nanotechnologies and the Environment: Old Problems or New Challenges?*, the Pew Charitable Trust and the Woodrow Wilson International Center for Scholars, 2008. Findes på adressen: http://www.nanotechproject.org/process/assets/files/7036/nano_pen_15_final.pdf
21. Verdenssundhedsorganisationen (WHO), *Carbon Black, Titanium Dioxide and Talc*, IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans, vol. 93, 2010. Findes på adressen: <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol93/mono93.pdf>
22. The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), "Occupational exposure to titanium dioxide", *Current Intelligence Bulletin* 63, 2011. Findes på adressen: <http://www.cdc.gov/niosh/docs/2011-160/>
23. Sung, J.H., Ji, J.H., Park, J.D., Song, M.Y., Song, K.S., Ryu, H.R., Yoon, J.U., Jeon, K.S., Jeong, J., Han, B.S., Chung, Y.H., Chang, H.K., Lee, J.H., Kim, D.W., Kelman, B.J., Yu, I.J., "Subchronic inhalation toxicity of gold nanoparticles", *Particle and Fibre Toxicology*, 2011, 8: s. 16.
24. Rådets direktiv af 12. juni 1989 om iværksættelse af foranstaltninger til forbedring af arbejdstagernes sikkerhed og sundhed under arbejdet (89/391/EØF), EFT L 183 af 29.6.1989. Findes på adressen: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:1989L0391:20081211:EN:PDF>
25. Rådets direktiv 98/24/EF af 7. april 1998 om beskyttelse af arbejdstagernes sikkerhed og sundhed under arbejdet mod risici i forbindelse med kemiske agenser (fjortende særdirektiv i henhold til direktiv 89/391/EØF, artikel 16, stk. 1). Findes på adressen: <http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:1998L0024:20070628:EN:PDF>
26. Europa-Parlamentets og Rådets direktiv 2004/37/EF om beskyttelse af arbejdstagerne mod risici for under arbejdet at være udsat for kræftfremkaldende stoffer eller mutagener (sjette særdirektiv i henhold til artikel 16, stk. 1, i Rådets direktiv 89/391/EØF). Findes på adressen: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32004L0037R%2801%29:EN:HTML>

27. Schneider, T., Jansson, A., Jensen, K.A., Kristjansson, V., Luotamo, M., Nygren, O., Skaug, V., Thomassen, Y., Tossavainen, A., Tuomi, T., Wallin, H., "Evaluation and Control of Occupational Health Risks from Nanoparticles", *TemaNord* 2007: 581, Nordisk Ministerråd, København, 2007. Findes på adressen: http://www.norden.org/da/publikationer/publikationer/2007-581/at_download/publicationfile
28. Borm, P., Houba, R., Linker, F., *Good Uses of Nanomaterials in the Netherlands*, 2008. Findes på adressen: <http://www.nano4all.nl/Reporsshortsummary.pdf>
29. Austrian Central Labour Inspectorate (ACLI), *Use of Nano at the Workplace*, 2009. Findes på adressen: http://www.arbeitsinspektion.gv.at/NR/rdonlyres/592E7E96-E136-453F-A87B-3C393FC039E1/0/Nano_Untersuchung.pdf
30. Europa-Parlamentets og Rådets forordning (EF) nr. 1907/2006 af 18. december 2006 om registrering, vurdering og godkendelse af samt begrænsninger for kemikalier (REACH), om oprettelse af et europæisk kemikalieagentur og om ændring af direktiv 1999/45/EF og ophævelse af Rådets forordning (EØF) nr. 793/93 og Kommissionens forordning (EF) nr. 1488/94 samt Rådets direktiv 76/769/EØF og Kommissionens direktiv 91/155/EØF, 93/67/EØF, 93/105/EF og 2000/21/EF, EUT L 396 af 30.12.2006, s. 1. Findes på adressen: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32006R1907:en:NOT>
31. Kommissionens forordning (EU) nr. 453/2010 af 20. maj 2010 om ændring af Europa-Parlamentets og Rådets forordning (EF) nr. 1907/2006 om registrering, vurdering og godkendelse af samt begrænsninger for kemikalier (REACH), EUT L 133 af 31.5.2010. Findes på adressen: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32010R0453:EN:NOT>
32. Det Europæiske Kemikalieagentur (ECHA), *Guidance on the Compliance of Safety Data Sheets*, december 2011. Findes på adressen: http://echa.europa.eu/documents/10162/17235/sds_en.pdf
33. Centers for Disease Control and Prevention (CDC), *General Safe Practices for Working with Engineered Nanomaterials in Research Laboratories*, DHHS (NIOSH) Publication No. 2012-147. Findes på adressen: <http://www.cdc.gov/niosh/docs/2012-147/>
34. Rådets direktiv 89/656/EØF af 30. november 1989 om minimumsforskrifter for sikkerhed og sundhed i forbindelse med arbejdstagernes brug af personlige værnemidler under arbejdet (tredje særdirektiv i henhold til artikel 16, stk. 1, i direktiv 89/391/EØF). Findes på adressen: <https://osha.europa.eu/en/legislation/directives/workplaces-equipment-signs-personal-protective-equipment/osh-directives/4>
35. Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Verkehr und Landesentwicklung, "Sichere Verwendung von Nanomaterialien in der Lack- und Farbenbranche—Ein Betriebsleitfaden (*Safe Application of Nanomaterials in the Paint Sector—A Guideline*)", *Schriftenreihe der Aktionslinie Hessen-Nanotech*, Band 11, 2009. Findes på adressen: www.hessen-nanotech.de
36. Golanski, L., Guillot, A., Tardif, F., *Are Conventional Protective Devices such as Fibrous Filter Media, Respirator Cartridges, Protective Clothing and Gloves also Efficient for Nanoaerosols?*, DR-325/326-200801-1, Nanosafe2, 2008. Findes på adressen: http://www.nanosafe.org/home/liblocal/docs/Dissemination%20report/DR1_s.pdf
37. Klenke, M., *First Results for Safe Procedures for Handling Nanoparticles*, DR-331 200810-6, Nanosafe2, 2008. Findes på adressen: http://www.nanosafe.org/home/liblocal/docs/Dissemination%20report/DR6_s.pdf
38. Dyrba, B., *Explosionsschutz: Handlungsbedarf bei Nanostäuben (Explosion Protection: Need for Action for Nano Dusts)*, udateret. Findes på adressen: [http://www.arbeitssicherheit.de/de/html/fachbeitraege/anzeigen/337/Explosionsschutz-Nanostaub/\(tilg%aet%203.%20december%202012\).](http://www.arbeitssicherheit.de/de/html/fachbeitraege/anzeigen/337/Explosionsschutz-Nanostaub/(tilg%aet%203.%20december%202012).)
39. The Social and Economic Council of the Netherlands (SER), *Provisional Nano Reference Values for Engineered Nanomaterials*, 2012. Findes på adressen: http://www.ser.nl/en/sitecore/content/Internet/en/Publications/Publications/2012/2012_01.aspx (tilgået 20. oktober 2012).

40. Nanowerk, *SAFENANO Team Complete BSI British Standards Guide to Safe Handling of Nanomaterials*, 2012. Findes på adressen: <http://www.nanowerk.com/news/newsid=4136.php> (tilgået 20. oktober 2012)
41. Europa-Parlamentets og Rådets forordning (EF) nr. 1272/2008 om klassificering, mærkning og emballering af stoffer og blandinger (CLP-forordningen), EUT L 353 af 31.12.2008. Findes på adressen: <http://echa.europa.eu/web/guest/regulations/clp/legislation>

Flere kilder

- Det Europæiske Arbejdsmiljøagentur (EU-OSHA), *Online Case-study Database*, 2012. Findes på adressen: http://osha.europa.eu/en/practical-solutions/case-studies/index_html/practical-solution?SearchableText=&is_search_expanded=True&getRemoteLanguage=en&keywords%3Alist=nanotechnology&nace%3Adefault=&multilingual_thesaurus%3Adefault=&submit=Search (tilgået 23. juli 2012).
- Industriegewerkschaft Bergbau, Chemie, Energie (IGBCE), *Nanomaterialien—Herausforderung für Arbeits- und Gesundheitsschutz (Nanomaterials—a Challenge for Occupational Health and Safety)*, Hauptvorstand, 2011. Findes på adressen: http://www.saarbruecken.igbce.de/portal/binary/com.epicentric.contentmanagement.servlet.ContentDeliveryServlet/site_www.igbce.de/static_files/PDF-Dokumente/Schwerpunktthemen/Nanotechnologie/d343dc332c78e5258ecea71035bf21ca.pdf
- Europa-Kommissionen, *Commission staff working document on an Action Plan for the EU Health Workforce Accompanying the document communication from the Commission to the European parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions "Towards a job-rich recovery"*, Strasbourg, 18. april 2012, SWD(2012) 93 final.
- Det Europæiske Arbejdsmiljøagentur (EU-OSHA), *Safe Maintenance in Practice*, 2010. Findes på adressen: <http://osha.europa.eu/en/publications/reports/safe-maintenance-TEWE10003ENC/view>
- Det Europæiske Arbejdsmiljøagentur (EU-OSHA), *Health and Safety of Healthcare Staff*. Findes på adressen: <http://osha.europa.eu/en/sector/healthcare>