



# Nanotechnologie

en het

**Koninklijk besluit van 11 maart 2002  
betreffende de bescherming van de  
gezondheid en de veiligheid  
van de werknemers  
tegen de risico's van  
chemische agentia op het werk.**

COLLOQUIUM - COLLOQUE

**NANOTECHNOLOGIE  
EN GEZONDHEID OP DE  
WERKVLOER:  
EEN STAND VAN ZAKEN**

**NANOTECHNOLOGIE ET  
SANTE SUR LE LIEU DE  
TRAVAIL:  
ETAT DES LIEUX**

**23/02/2010 – Brussel /Bruxelles**



## **KB chemische agentia: structuur**

- **Toepassingsgebied en definities**
- **Risicoanalyse**
- **Algemene / bijzondere preventiemaatregelen**
- **Maatregelen bij ongevallen, incidenten en noodsituaties**
- **Informatie en opleiding van de werknemers**
- **Verbodsbepalingen**
- **Productie en gebruik met verplichte kennisgeving**
- **Gezondheidstoezicht**
- **Grenswaarden voor beroepsmatige blootstelling**



## KB chemische agentia: toepassingsgebied

Is dit KB van toepassing op nanomaterialen? > JA ....

*van toepassing op alle op de arbeidsplaats aanwezige chemische agentia*

- doelbewust binnengebrachte chemische agentia
- geproduceerde chemische agentia
- tussenproducten
- afvalproducten
- ontbindingsproducten die kunnen ontstaan tijdens noodsituaties
- .....



## **KB chemische agentia: toepassingsgebied**

**Is dit KB van toepassing op nanomaterialen? > JA .... maar**

- gezondheidseffecten?
- gegevens i.v.m. fysische gevaren?
- blootstelling – parameters?
- blootstelling – meetmethoden?
- voldoen “klassieke” preventiemaatregelen?
- ....



## Risicoanalyse (afd. II)

1. identificeren van gevaren voor het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk;
2. vaststellen en nader bepalen van risico's voor het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk;
3. evalueren van risico's voor het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk.

aanpassen aan

- gewijzigde omstandigheden
- indicaties dat bijwerking nodig is.



## Risicoanalyse (art. 8)

- gevaarlijke eigenschappen;
- informatie betreffende veiligheid en gezondheid bij leverancier in te winnen zoals het desbetreffende veiligheidsinformatieblad ;
- niveau, aard en duur van de blootstelling via het ademhalingsstelsel, de huid en andere blootstellingswijzen;
- omstandigheden waarin, en de belasting waaronder de werkzaamheden waarbij deze agentia betrokken zijn worden uitgevoerd, met inbegrip van hun hoeveelheid;
- eventuele grenswaarden voor beroepsmatige blootstelling of biologische grenswaarden;
- uitwerking van de genomen of te nemen preventiemaatregelen;
- indien beschikbaar, conclusies die uit reeds uitgeoefend gezondheidstoezicht moeten worden getrokken.



## Gevaarlijke eigenschappen

⇒ voordracht: “Wat is nanotechnologie en welke zijn de mogelijke gezondheidseffecten voor de werknemers?”

Gezondheidseffecten + Fysische gevaren

Parameters: deeltjesgrootte en deeltjesgroottedistributie, agglomeratie, morfologie, chemische samenstelling, kristalstructuur, zuiverheid, oppervlakte, oppervlaktelading, oppervlaktechemie, oplosbaarheid, ...

Niet generaliseren!  $\text{TiO}_2$  nanodeeltje  $\neq$  koolstofnanobuisje

*“As there is not yet a generally applicable paradigm for nanomaterial hazard identification, a case-by-case approach for the risk assessment of nanomaterials is still recommended.” SCENHIR 2009*



## Bij leverancier in te winnen informatie

⇒ voordracht: “Nanotechnologie en REACH”

**Informatie doorheen toeleveringsketen: REACH titel IV**

**Veiligheidsinformatieblad: specifieke info over nano-vorm?**

“In case the nanomaterial exists also in the bulk form and no separate SDS is provided, the information about the nanoform of the substance has to be included in SDS for the substance or preparation, including information on the safe handling of substances at nanoscale. ... The information on the nanomaterials should be clearly recognisable in the SDS, e.g. by using specific (sub)headings. Europese Commissie Doc. CA/59/2008”

**Indeling en etikettering (CLP - 67/548/EEG – 1999/45/EG)**

Bij het beoordelen van de beschikbare informatie voor indeling, bezien de fabrikanten, importeurs en downstreamgebruikers de vorm(en) of de fysische toestand(en) waarin de stof of het mengsel in de handel wordt gebracht en die naar redelijke verwachting wordt gebruikt. [CLP verordening art 9(5)]





# Bepalen van het blootstellingsniveau

## Metingen:

⇒ voordracht: “Beoordeling van de blootstelling, meetmethoden”

- Relevante parameters?
- Geschikte instrumenten voor werkplaatsmetingen?

ISO/TR 27628:2007 “Workplace atmospheres -- Ultrafine, nanoparticle and nano-structured aerosols -- Inhalation exposure characterization and assessment”

EU project: NANODEVICE – “Novel Concepts, Methods and Technologies for the Production of Portable, Easy-to-Use Devices for the Measurement and Analysis of Airborne Engineered Nanoparticles in Workplace Air”



## “Control banding” benadering

- **Kwalitatieve benadering voor het vaststellen van preventie-maatregelen wanneer onvoldoende wetenschappelijke gegevens beschikbaar zijn om o.a. grenswaarden en gevalideerde meetmethoden voor een bepaalde stof te ontwikkelen.**
- **!** - meer accurate gegevens beschikbaar → herbeoordeling
  - attent zijn op aanwijzingen foute beoordeling
- **Voorbeeld uitgewerkt voor nanomaterialen: “CB nanotool”**  
Een “severity” score wordt gecombineerd met een “probability” score om het risiconiveau van een activiteit te bepalen.

[Paik et al., Annals of Occupational Hygiene **52**(6) 419-428 (2008)]

[NIOSH Publication No. 2009-152: Qualitative Risk Characterization and Management of Occupational Hazards: Control Banding (CB) (2009)]



		Probability			
		Extremely Unlikely (0-25)	Less Likely (26-50)	Likely (51-75)	Probable (76-100)
Severity	Very High (76-100)	RL 3	RL 3	RL 4	RL 4
	High (51-75)	RL 2	RL 2	RL 3	RL 4
	Medium (26-50)	RL 1	RL 1	RL 2	RL 3
	Low (0-25)	RL 1	RL 1	RL 1	RL 2
RL 1: General Ventilation RL 2: Engineering Controls (fume hoods, local exhaust ventilation) RL 3: Containment (glovebox) RL 4: Seek specialist advice					

[Paik et al., Annals of Occupational Hygiene **52**(6) 419-428 (2008)]



	Nanoparticle of concern: <b>nickel</b>		
	<b>SEVERITY SCORE</b>		<b># points</b>
	surface reactivity	<i>High: 10 pts, Medium: 5 pts, Low: 0 pts, Unknown: 7.5 pts.</i>	5
	particle shape	<i>Tubular or fibrous: 10 pts, Anisotropic: 5 pts, Compact or spherical: 0 pts, Unknown: 7.5 pts</i>	0
	particle diameter	<i>1-10 nm: 10 pts, 11-40 nm: 5 pts, &lt;41-100 nm: 0 pts, Unknown: 7.5 pts.</i>	7.5
	solubility	<i>Insoluble: 10 pts, Soluble: 5 pts, Unknown: 7.5 pts.</i>	10
	carcinogenicity	<i>Yes: 7.5 pts, No: 0 pts, Unknown: 5.625 pts.</i>	5.625
	reproductive toxicity	<i>Yes: 7.5 pts, No: 0 pts, Unknown: 5.625 pts.</i>	5.625
	mutagenicity	<i>Yes: 7.5 pts, No: 0 pts, Unknown: 5.625 pts</i>	5.625
	dermal toxicity	<i>Yes: 7.5 pts, No: 0 pts, Unknown: 5.625 pts</i>	5.625
	toxicity of parent material	<i>0-1 mcg/m<sup>3</sup> : 10 pts, 2-10 mcg/m<sup>3</sup> : 5 pts, 11-100 mcg/m<sup>3</sup> : 2.5 pts, Unknown: 7.5 pts.</i>	2.5
	carcinogenicity of parent material	<i>Yes: 5 pts, No: 0 pts, Unknown: 3.75 pts.</i>	5
	reproductive toxicity of parent material	<i>Yes: 5 pts, No: 0 pts, Unknown: 3.75 pts.</i>	0
	mutagenicity of parent material	<i>Yes: 5 pts, No: 0 pts, Unknown: 3.75 pts.</i>	0
	dermal toxicity of parent material	<i>Yes: 5 pts, No: 0 pts, Unknown: 3.75 pts</i>	5
			Total Severity Score
			57.5
	<b>PROBABILITY SCORE</b>		<b># points</b>
	amount used	<i>&gt;100 mg: 25 pts, 11-100 mg: 12.5 pts, 0-10 mg: 6.25 pts, Unknown: 18.75 pts.</i>	6.25
	dust/mist potential	<i>High: 30 pts, Medium: 15 pts, Low: 7.5 pts, None: 0 pts, Unknown: 22.5 pts.</i>	7.5
	# in SEG	<i>&gt;15: 15 pts, 11-15: 10 pts, 6-10: 5 pts, 1-5: 0 pts, Unknown: 11.25 pts .</i>	0
	frequency of operation	<i>Daily: 15 pts, Weekly: 10 pts, Monthly: 5 pts, Less than monthly: 0 pts, Unknown: 11.25 pts</i>	0
	duration of operation	<i>&gt;4 hours: 15 pts, 1-4 hours: 10 pts, 30-60 min: 5 pts, Less than 30 min: 0 pts, Unknown: 11.25 pts.</i>	5
			Total Probability Score
			18.75

[Paik et al., Annals of Occupational Hygiene **52**(6) 419-428 (2008)]



## Preventiemaatregelen (afd. III/IV)

Het risico van een gevaarlijk chemisch agens voor de veiligheid en de gezondheid van werknemers op het werk wordt weggenomen of tot een minimum verkleind (art. 17).

- **Substitutie** van het chemisch agens door één dat niet of minder gevaarlijk voor de veiligheid en de gezondheid van de werknemers is.

aanpassing nanomateriaal om in toxiciteit te verminderen:

Voorbeeld: Partial Oxidation (“Aging”) and Surface Modification Decrease the Toxicity of Nanosized Zerovalent Iron [Phenrat et al. , Environ. Sci. Technol. **43** 195–200 (2009)]

- **Ontwerpen** van passende werkprocessen en technische maatregelen en het gebruiken van passende uitrusting en passend materiaal om het vrijkomen van gevaarlijke chemische agentia die een risico kunnen opleveren voor de veiligheid en de gezondheid van de werknemers op de arbeidsplaats, te voorkomen of te beperken.

NIOSH “Prevention through Design” campagne (PtD)

gesloten systemen, gebruik poedervorm vermijden, ...





## Preventiemaatregelen

- Toepassen van collectieve beschermingsmaatregelen bij de bron van het risico, zoals voldoende ventilatie en passende organisatorische maatregelen

Extractie / ventilatie : HEPA (high efficiency particulate air) filters, elektrostatische precipitatie

- Toepassen van individuele beschermingsmaatregelen, met inbegrip van persoonlijke beschermingsmiddelen
  - “masks made with fibrous filters, respirator cartridges and HEPA filters are efficient at trapping nanoparticles, the major issue with the PPE being the lack of tightness obtained between face and mask through poor fit testing”.
  - niet-geweven luchtdichte materialen zijn veel efficiënter tegen nanodeeltjes dan geweven materialen.
  - een aantal commercieel verkrijgbare handschoenen laten mogelijk nanodeeltjes door: 2 lagen aanbevolen.

Personal protective equipment against nanoparticles, Dolez et al. [International Journal of Nanotechnology 7, 99 – 117 (2010)] : het is niet zeker dat bestaande beschermende kleding voldoende bescherming biedt tegen nanomaterialen: ontwikkeling van nieuwe normen en kleding kan nodig blijken



## Grenswaarden voor beroepsmatige blootstelling (afd. X)

“De werkgever is ertoe gehouden de blootstelling zo laag mogelijk te houden. In elk geval is het verboden de grenswaarden opgenomen in bijlage I te overschrijden” (art. 46)

TiO<sub>2</sub> NIOSH

- 1,5 mg/m<sup>3</sup> TWA voor deeltjes > 0,1µm in diameter
- 0,1 mg/m<sup>3</sup> voor ultrafijne deeltjes

**pragmatische grenswaarden: “Benchmark exposure levels”**

British Standards Organization : Nanotechnologies – Part 2: Guide to safe handling and disposal of manufactured nanomaterials (PD 6699-2:2007)

- vezelvormig: 0,01 vezels/ml
- CMAR: 0,1 x GW
- onoplosbaar: 0,066 x GW
- oplosbaar: 0,5 x GW



## Richtsnoeren en reviewdocumenten

- Approaches to Safe Nanotechnology: Managing the Health and Safety Concerns Associated with Engineered Nanomaterials ([NIOSH](#) Publication No. 2009-125)
- Interim Guidance for Medical Screening and Hazard Surveillance for Workers Potentially Exposed to Engineered Nanoparticles ([NIOSH](#) Publication No. 2009-116)
- [GoodNanoGuide](#): an Internet-based collaboration platform specially designed to enhance the ability of experts to exchange ideas on how best to handle nanomaterials in an occupational setting.
- [ISO/TR 12885:2008](#) Nanotechnologies -- Health and safety practices in occupational settings relevant to nanotechnologies
- Literature Review - Workplace exposure to nanoparticles : [EU-OSHA](#) – European Agency for Safety and Health at Work (2009)
- Nanospecific VCI / [BAuA](#) [German OSH CA] guidance for workplace (2007)





## Richtsnoeren en reviewdocumenten

- [British Standards Organization](#) : Nanotechnologies – Part 2: Guide to safe handling and disposal of manufactured nanomaterials (PD 6699-2:2007)
- [EU](#) nanosafe programma
- [ASTM E2535 - 07](#) Standard Guide for Handling Unbound Engineered Nanoscale Particles in Occupational Settings
- [CENARIOS®](#) certification standard: *Risk Management and Monitoring System for Nanotechnologies* (TÜV SÜD Industrie Service GmbH)
- Les nanotubes de carbone: quels risques quelle prevention? [INRS](#) (2008)
- Engineered Nanomaterials: Evidence on the Effectiveness of Workplace Controls to Prevent Exposure, [Safe Work Australia](#) (2009)
- [OECD](#) Database on Research into the Safety of Manufactured Nanomaterials (database onderzoeksresultaten)
- .....



## Praktijk

- “Officiële” gegevens over productie/gebruik/omgang zijn schaars
- Enquêtes, medewerking op vrijwillige basis

⇒ voordrachten:

- “Voorstelling van het onderzoek “Omgaan met nanodeeltjes op de werkvloer”
- “Goede praktijken op de werkvloer”

- **Voorbeeld:**

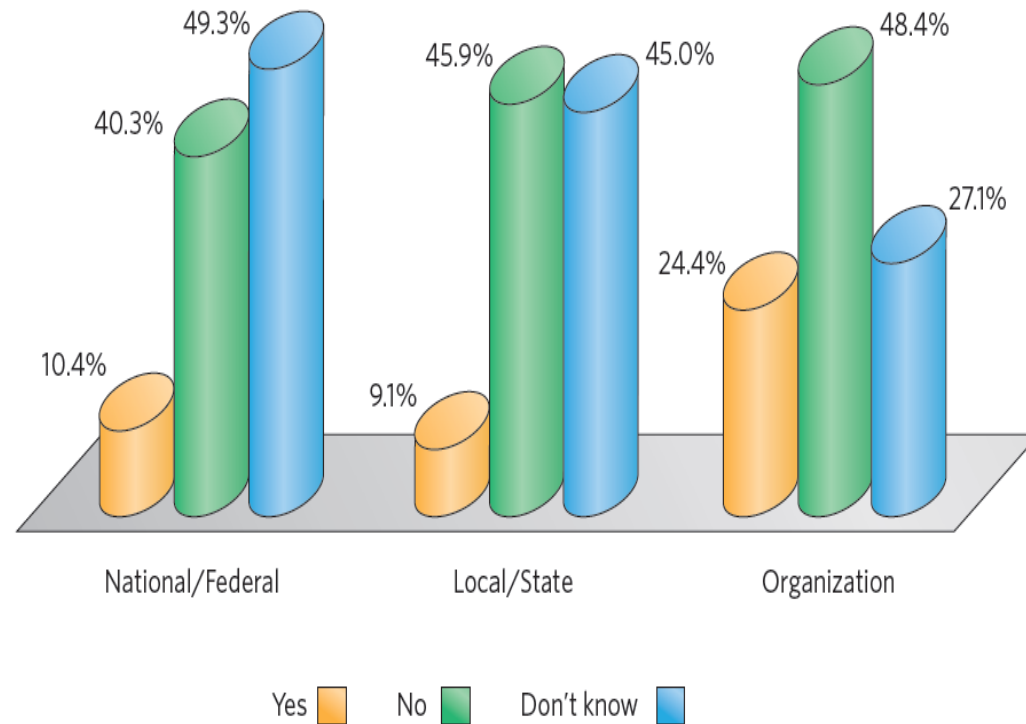
“Reported nanosafety practices in research laboratories worldwide.”

[Balas et al., Nature nanotechnology, 5 93-96 (2010)]



## Praktijk

**Bestaan er  
regelgeving/richtlijnen  
over de omgang met  
nanomaterialen?**

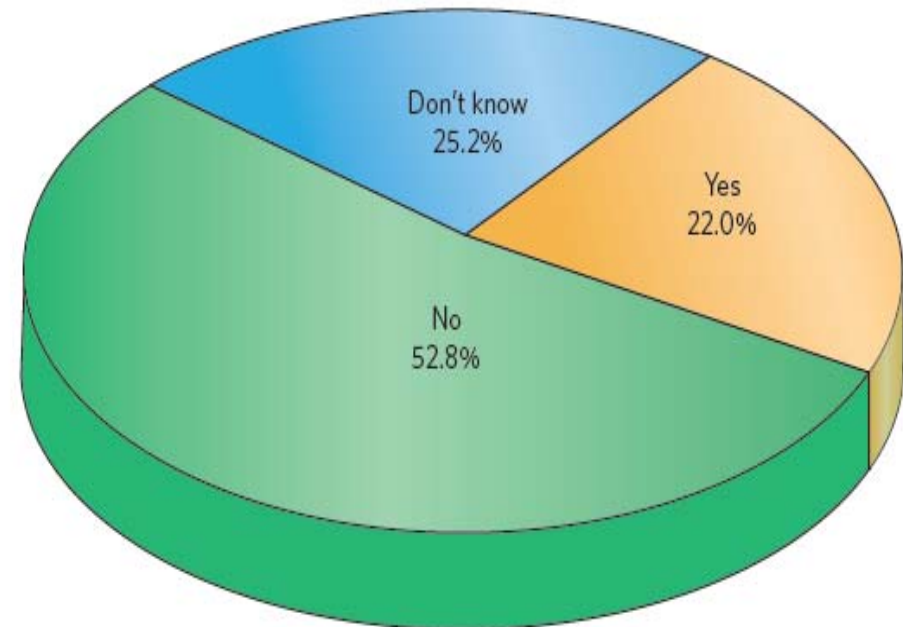


[Balas et al., Nature nanotechnology 5 93-96 (2010)]



## Praktijk

**Komen de  
nanomaterialen tijdens  
de werkzaamheden als  
zwevend stof in de lucht  
terecht?**



[Balas et al., Nature nanotechnology 5 93-96 (2010)]



# Praktijk

**Table 1 | Relationship between laboratory protection measures and knowledge of nanomaterials becoming airborne during synthesis.**

		General laboratory safety during synthesis and handling (%)					Other
		No special protection	Local extraction on lab bench	Standard fume hood	Fume hood with nanosize filters (for example, HEPA)	Special nanosafe fume hood	
<b>May nanomaterials become airborne at any stage of synthesis? (%)</b>	Yes	20.8±5.0	16.7±4.7	50.0±5.9	6.3±3.4	4.2±3.0	2.1±2.0
	No	22.1±3.1	16.8±2.8	49.6±3.6	7.1±2.1	2.7±1.5	1.8±1.2
	Don't know	34.6±5.4	11.5±4.0	44.2±4.0	7.7±3.5	1.9±1.3	
Overall		24.0±1.6	15.2±1.4	47.5±1.8	7.8±1.1	2.8±0.8	2.8±0.8

The researchers recognized that their nanomaterials could become airborne, but many used little to no laboratory protection. Confidence intervals are given as ±standard error, with  $100(1-\alpha) = 68.3\%$ . The row labelled overall summarizes the answers from all respondents.

[Balas et al., Nature nanotechnology 5 93-96 (2010)]



# Praktijk

**Table 2 | Relationship between the use of personal respiratory protection devices and knowledge of nanomaterials becoming airborne during synthesis.**

		Personal protection equipment when handling nanomaterials (%)					
		None	Mouth mask without filters	Respiratory mask with standard filters	Full face-shield with standard filters	Mask or shield with specially designed filters	Full-body protective equipment
May nanomaterials become airborne at any stage of synthesis? (%)	Yes	29.8±5.6	36.2±5.8	27.7±5.5		4.3±3.1	2.1±1.9
	No	57.7±3.6	17.1±2.9	16.2±2.9	4.5±1.8	2.7±1.5	1.8±1.3
	Don't know	50.9±5.6	28.3±2.3	15.1±5.1	1.9±1.5		3.8±2.5
Overall		48.8±1.8	24.4±1.6	18.4±1.5	2.8±0.8	2.8±0.8	2.8±0.8

Many respondents had poor personal protection despite having declared that the nanomaterials they synthesized could become airborne. Confidence intervals are given as ±standard error, with  $100(1-\alpha) = 68.3\%$ . The row labelled overall summarizes the answers from all respondents.

[Balas et al., Nature nanotechnology **5** 93-96 (2010)]



## Besluit

- **nanovorm  $\neq$  bulkvorm**
- **specifieke VIB, indeling, etikettering  $\rightarrow$  REACH, CLP**
- **blootstelling zo laag mogelijk houden**
- **onvoldoende gegevens > kwalitatieve risicobeoordeling  
wetenschappelijke en technologische evoluties opvolgen  
werkwijzen aanpassen aan nieuwe gegevens**
- **aanpassingen aan KB?**



[www.werk.belgie.be](http://www.werk.belgie.be)

**Dank u voor uw aandacht**

**FEDERALE OVERHEIDSDIENST WERKGELEGENHEID, ARBEID EN SOCIAAL OVERLEG**