

Für Mensch & Umwelt

Umwelt 
Bundesamt

3. FachDialog-Nanotechnologien und Abfall

"Nanoabfälle" - Gibt es ein Problem?

Dr. Julia Vogel

Umweltbundesamt

Fachgebiet III 2.4/ Abfalltechnik, Abfalltechniktransfer

Was ist „Nanoabfall“?*

„Nanoabfall“ ist Abfall, der NM enthält

- NM-enthaltene Erzeugnisse (ENM/END)

„Nanoabfall“

- de Keine rechtlichen Regelungen im europäischen Abfallrecht zu Nanoabfällen
- de
- de

Keine offizielle Definition von „Nanoabfall“

„Nanoabfall“

Kontak

„Nanoabfall“ erst dann, wenn erfassbar

* Definition nach :Greßler et al. 2014, Nano trust Dossiers Nr. 40, ITA der ÖAW

Warum „Nanoabfall“?

- Viele Produkte,
steigende Anzahl von Produkten mit NM!
- Risiken der NM nicht abschließend geklärt
(Potenzial für schädliche Umwelteinflüsse, Human-/Ökotoxizität)
- Welche Probleme/potenziellen Risiken können beim Handling von
„Nanoabfall“ auftreten?
- Vorsorge Prinzip → beobachten



Anwendungen von Nanomaterialien

- Kosmetik (z.B. Sonnenschutz, Anti-Faltencremes)
- Beschichtungen (z.B. Autoglas, wasserabweisende Oberflächen)
- Textilien (z.B. ...)
- Freizeitgerä
- Reinigungs
- Lebensmittel
- Landwirtschaft
- Medizin (z.B. ...)
- Verpackungen (antibakterielle Beschichtungen, Brucherkennung)
- Farben, Lacke, Tinten
- Elektronik
- Umwelttechnologie (z.B. Wasseraufbereitung, Photovoltaik)

US „Nanotech“ Projekt listet derzeit 1801 Produkte mit NM



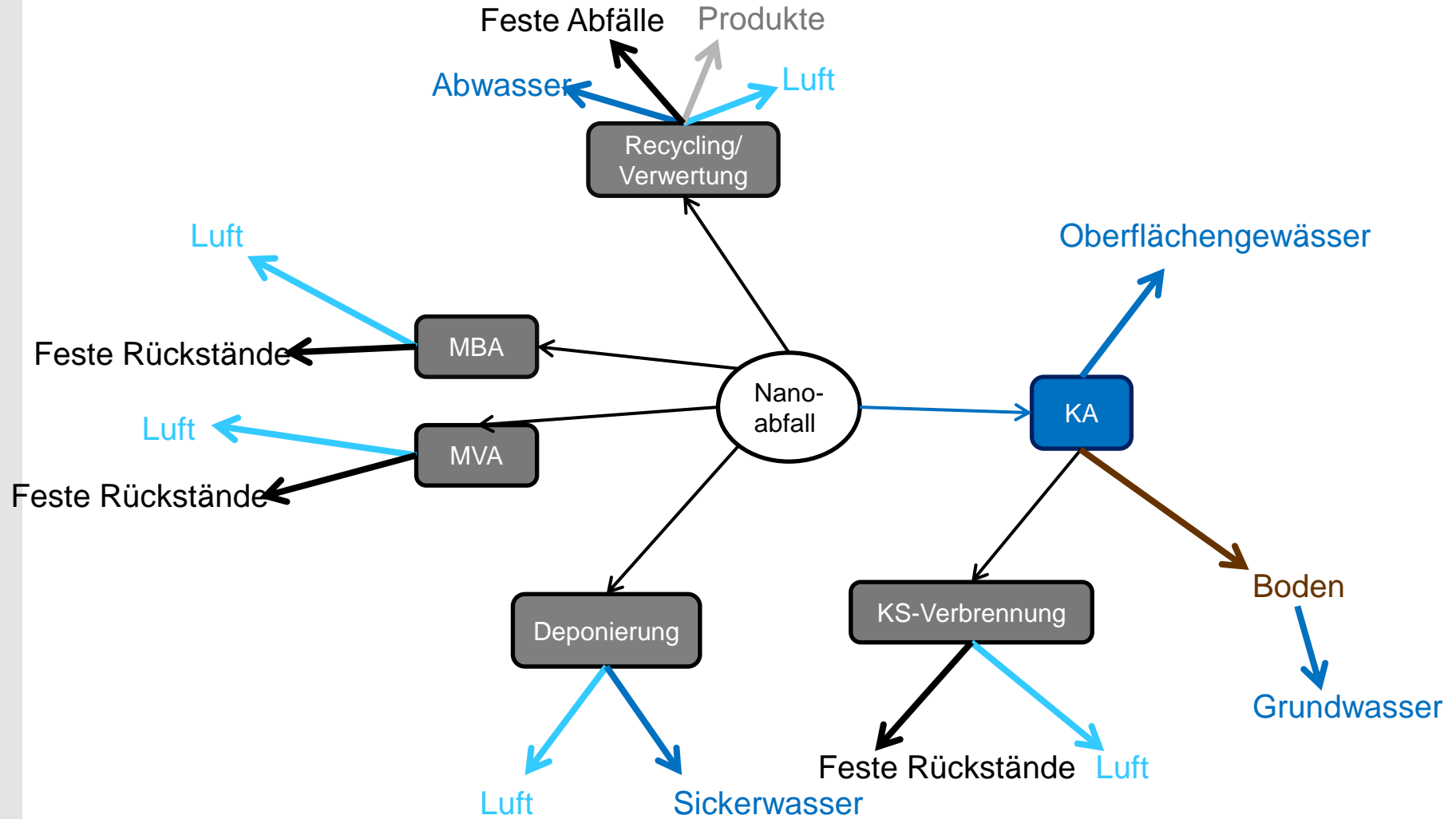
➔ Benennung der Hauptabfallströme in denen NM enthalten sind ist kaum möglich!

Mengenabschätzung

ENM Produktion

ENM	Worldwide (t/year)	Europe (t/year)	US (t/year)	Switzerland (t/year)
Mengen an ENM Abfall?????				
CNT	300 (55-550)	550 (180-550)	55-1,101	1 (87)
Fullerene s	0,6 (0,6-5,5)	0,6 (0,6-5,5)	2-80	
Ag	55 (5,5-550)	5,5 (0,6-55)	2,8-20	3,1 (270)
The median and the 25/75 percentile are rounded to two significant numbers.				
^a The values in brackets for Switzerland have been extrapolated using the population of Switzerland (6.9 Million) and applied to Europe (593 Million)				

Mögliche Emissionspfade von „Nanoabfällen“



Recycling

Mögliche Emissionspfade

- Staub aus Transport, Sortierung oder Zerkleinerung
- Flüssigkeiten aus Reinigungs- und Waschprozessen
- Gasförmig aus thermischen Verfahren

Präventionsmaßnahmen

- Staubminimierung durch geschlossene Apparate
- Abluftreinigung
- Wasseraufbereitung
- Arbeitsschutzmaßnahmen

Problematik

- ENM in Recyclingprodukten???

Abfallverbrennungsanlagen

Mögliche Emissionspfade

- Abgas
- Schlacke
- Filterstäube
- Abwasser

Mengenabschätzung

Verteilung NM auf Emissionspfade (CeO_2 , Schweiz) (Walser et al. 2012)

- 81% Schlacke, 19% Flugasche, 0,02% Quenchwasser, 0,0001% Reingas
- Konzentration im Reingas ~ Hintergrundbelastung

Abfallverbrennungsanlagen

Problematik

Verhalten unterschiedlicher ENM:

- CNT – verbrennen
 - TiO₂, CeO – inert/physikalische Prozesse
- Übertragbarkeit der Ergebnisse???

Abgas:

- Reinigung nach BAT-Standard kann die meisten NM zurückhalten
- Transfer in Filterstäube (Walser et al. 2012), Waschwasser?
- 20% der Partikel <100nm werden in Abgasreinigung nicht zurückgehalten (Roes et al. 2012)

Schlacke:

- Alterung → Auswaschung? feste Einbindung in die Matrix?
- Transfer auf Deponien (und Straßenbau)

Abwasser/Klärschlamm

Mögliche Emissionspfade

- ENP Abfluss aus Kläranlage (Kiser et al, 2009; Kim et al.2010)
- nach 1h bereits 90% CeO₂, TiO₂, ZnO und 60% Ag-NP mit Bakterien aggregiert (L. Barton, PhD thesis)
- ENP in Klärschlamm >80% in fester Phase (Wang et al., 2012)

Mengenabschätzung

- Signifikante Konzentrationen von Ag und Ti im Abwasser (EPA Studie)

Problematik

- Stabilität ENP abhängig von Funktionalität der Oberfläche
- Antimikrobielle Wirkung in Kläranlage? (Yang et al, 2013)

Deponien

Mögliche Emissionspfade

- Deponiegas: eher unwahrscheinlich
- Sickerwasser: vermutete Hauptemissionsquelle

Mengenabschätzung

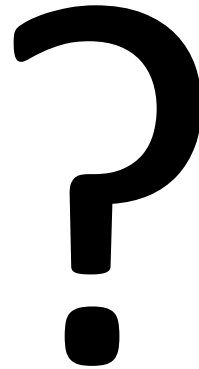
- 50% der am häufigsten verwendeten ENM (Ag, TiO₂, CNT) enden auf Deponien (Mueller und Nowack, 2008)

Problematik

- Konditionen in Deponien sind geeignet NM aus Matrix zu lösen (niedriger pH, reduzierende Bedingungen, Ionenstärke) (Reinhard et al. 2010)
 - Konditionen im Sickerwasser ändern sich über die Zeit (z.B. pH↑)
- Transformation der ENM Eigenschaften
- Interaktion ENM und andere Stoffe in Sickerwasser?
 - Antimikrobielle Wirkung von ENM? (Holden et al. 2014)

Holden et al., Current Opinion in Biotechnology, 2014, 27, 73-78, Mueller und Nowack, Environmental Science and Technology, 2008, 42, 4447-4453, Reinhardt et al., Waste management, 2010, 30(11), 2020-2021

Gibt es ein Problem?



Weiteres Vorgehen

Getrennte Erfassung von industriellen „Nanoabfällen“

Kennzeichnung der Produkte

Mengenangaben bei Produkten

Forschung

- Expositionswege (während end-of-life Phase)
- Mengen in Abfallströmen
- Entwicklung geeigneter analytischer Methoden für komplexe Systeme
- Eignung vorhandener Systeme hinsichtlich ENM-Entfernung (Abgas, Abwasser etc.)
- Umweltauswirkungen, Toxizität

Beispiele aus der Umwelttoxikologie

- Nicht-toxische ENM, z.B. TiO_2 , zeigen unter bestimmten Testbedingungen **toxische Effekte** (Noss et al., 2013; Bundschuh et al, 2012; Dabrunz et al, 2011; Zhu et al, 2009)
- SWCNT nicht toxisch aber Beiprodukte der Herstellung könnten schädliche Effekte haben (Templeton et al., 2006)
- Stärke der Einbindung in die Matrix kann entscheidend sein (Botta et al, 2011)
- Schadstoffsorption an ENM kann Bioverfügbarkeit und Mobilität der Schadstoffe erhöhen (He et al, 2012, Lin et al, 2010)

Noss, C. et al.(2013), PLoS ONE 8(11): e80960; Bundschuh, M. et al. (2012), PLoS ONE 7(11): e48956; Dabrunz, A. et al. (2011), PLoS ONE 6(5): e20112; Zhu, X. et al. (2009), Chemosphere 78 (2010) 209–215, Templeton et al., Environmental Science and Technology, 2006, 40(23), 7387-7393; Botta et al., Environmental Pollution, 2011, 159(6), 1543-1550; He et al., ACS Applied Materials Interfaces, 2012, 4, 4373-4379; Lin et al., Journal of Environmental Quality, 2010, 39,1-13

Beispiele für laufende Forschungsprojekte

Abfallverbrennungsanlagen

- EAWAG (CH)
- UBA (TiO₂ in Abfallverbrennung), (D)

Deponien

- EPA (USA)
- ANR (F)

Abwasser/Klärschlamm

- UBA (TiO₂ in Klärschlammverbrennung), (D)
- BMBF („Nanosuppe“), (D)
- EU COST Action ES1205 ENTER, NANOFLOC (EU)

Umweltauswirkungen/Umweltverhalten/Toxikologie

- UBA geplant (Mess- und Analyseverfahren zur Erfassung von NM), (D)
- FP7 NMP, NanoMILE (EU)

**Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit**

Kontakt: Julia.Vogel@uba.de