

Willkommen  
Welcome  
Bienvenue



## Mögliche Risiken von künstlichen Nanopartikeln im Wasser

Bernd Nowack

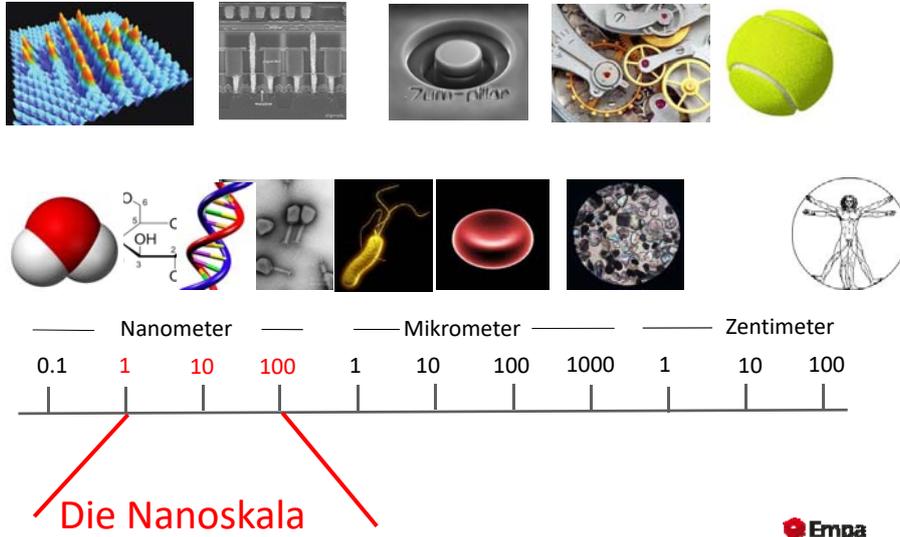
Empa – Swiss Federal Laboratories for Materials Science and Technology  
Technology & Society Laboratory  
9014 St. Gallen  
Switzerland

## Inhalt

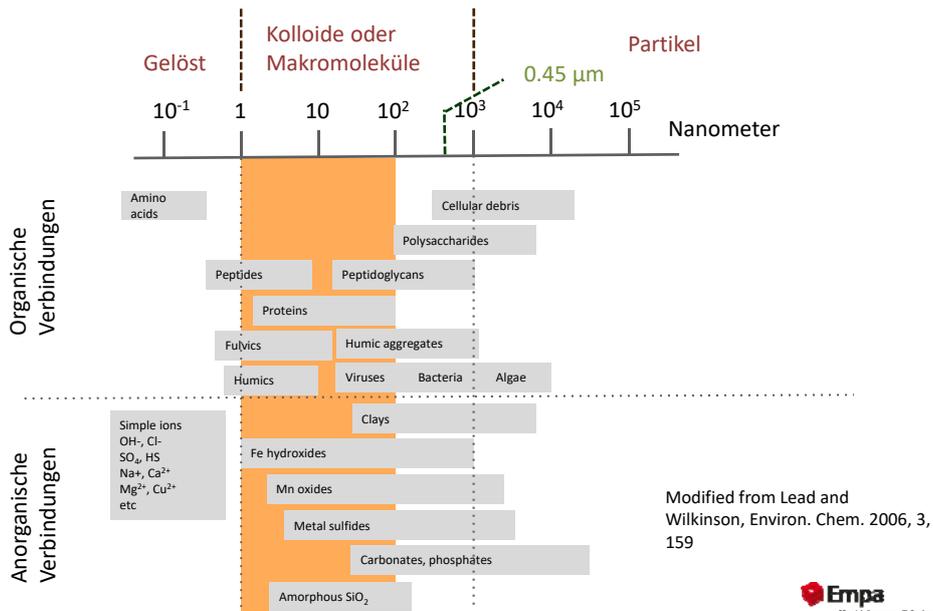
- Was ist “nano” und warum ist es speziell?
- Neue Risiken?
- Wie die Umweltbelastung bestimmen?
- Freisetzung von Nanopartikeln
- Modellierung der Flüsse
- Risikoabschätzung
- Schlussfolgerungen



# Die Nanoskala



# Größen von natürlichen Partikeln



## Was ist speziell an Nano?



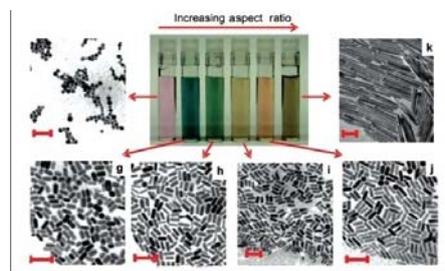
Normales Eisen rostet langsam



Größenabhängige Fluoreszenz



Nano-Eisen verbrennt spontan

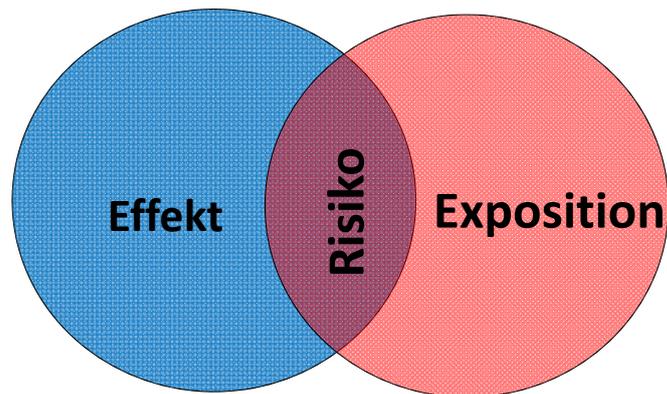


Formabhängige Farbe

## Neue Eigenschaften – Neue Risiken?



Risiko= Effekt x Exposition

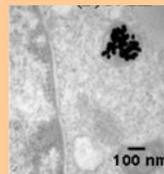


## Vier Nanotox-Prinzipien

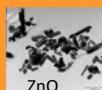
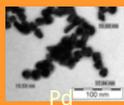
Das Oberflächen-Prinzip



Das Transport-Prinzip



Das Material-Prinzip



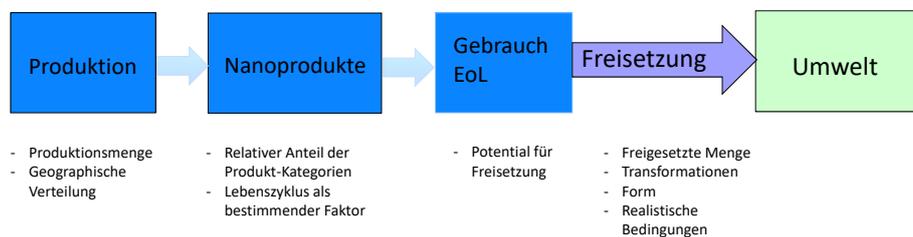
Das Faserparadigma



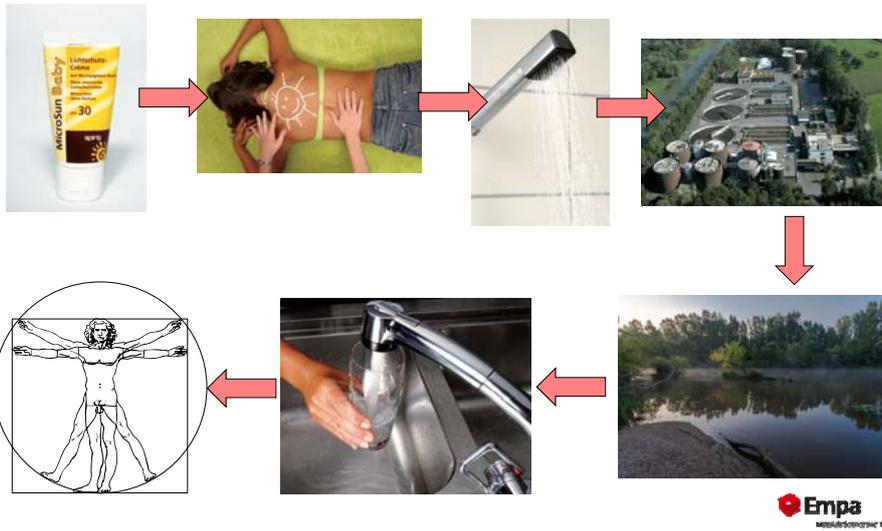
## Präsenz von Nanopartikeln in der Umwelt

- Die Analytik von Nanopartikeln in Umweltproben macht Fortschritte
- Spezifische Messungen von **künstlichen** Nanopartikeln in Spurenkonzentrationen sind noch nicht möglich
- Umweltkonzentrationen können daher nur modelliert werden
- Erster Schritt: Materialflussmodellierung

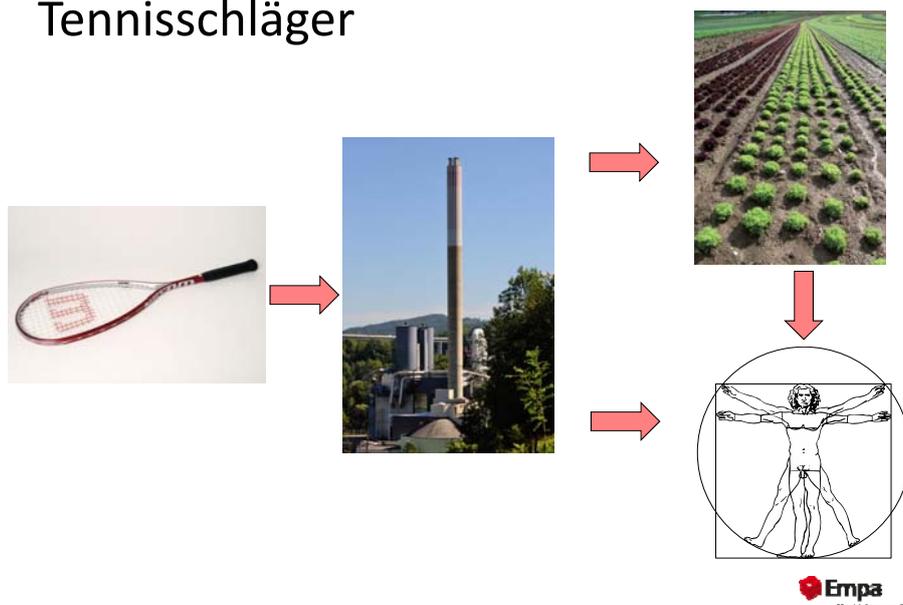
## Flüsse in die Umwelt



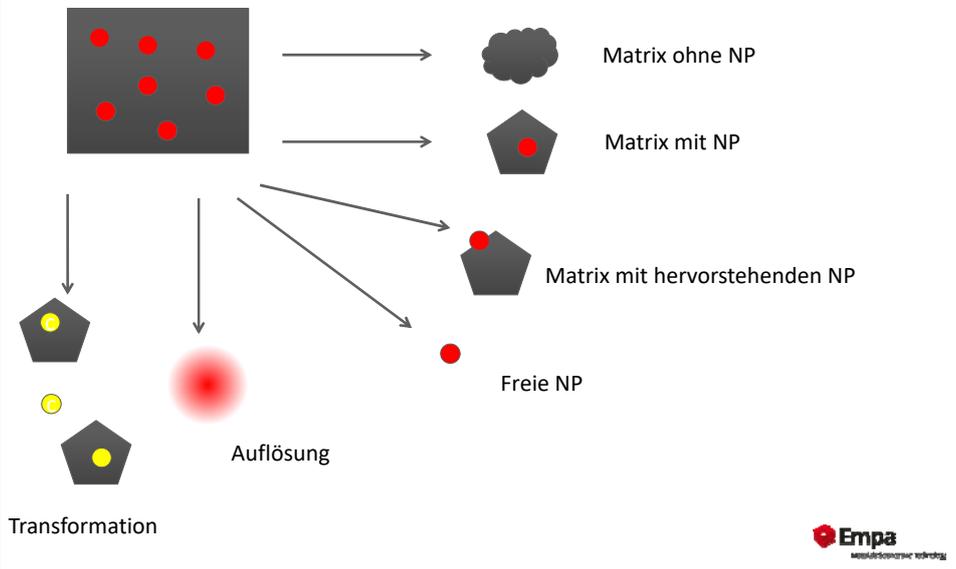
## Lebenszyklus steht im Zentrum: Sonnenscreme



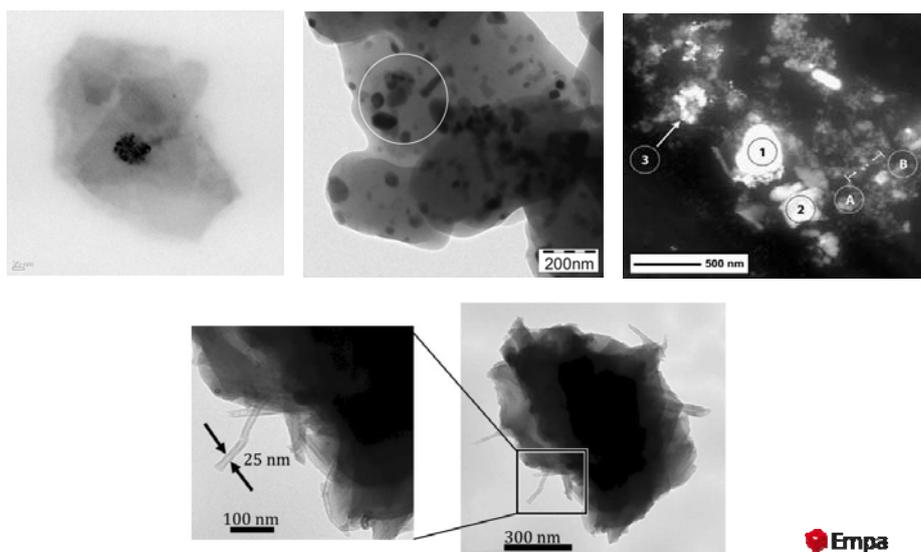
## Lebenszyklus steht im Zentrum: Tennisschläger



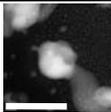
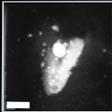
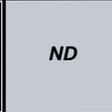
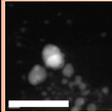
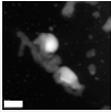
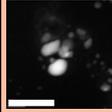
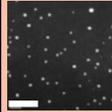
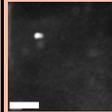
# Charakterisierung der freigesetzten Materialien



# Freigesetzte Nanopartikel



# Charakterisierung des freigesetzten Silbers

		Starting Silver Form on Textile							
		Control	Conventional				Nano		
		AgNO <sub>3</sub>	X-Static	AgCl	AgCl/TiO <sub>2</sub>	AgZeolite	NM300	AGS-20	
		A	B	C	D	E	F	G	
NP Forms in Washing Liquid	Ag	1				ND			ND
	AgCl	2		ND	ND	ND	ND		ND
	Ag/S	3			ND				

Scale bar: 50 nm

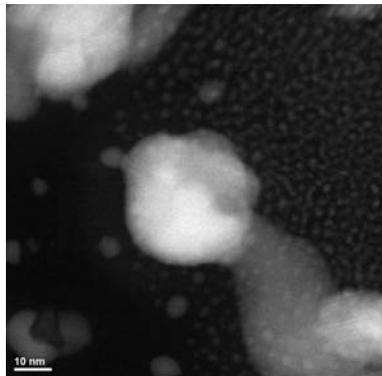
Mitrano et al., (2014) ACS Nano 8: 7208–7219



## Nanopartikel stammen nicht nur aus Nanoprodukten!

### Silber-Nanopartikel in Waschlösung von Textilien

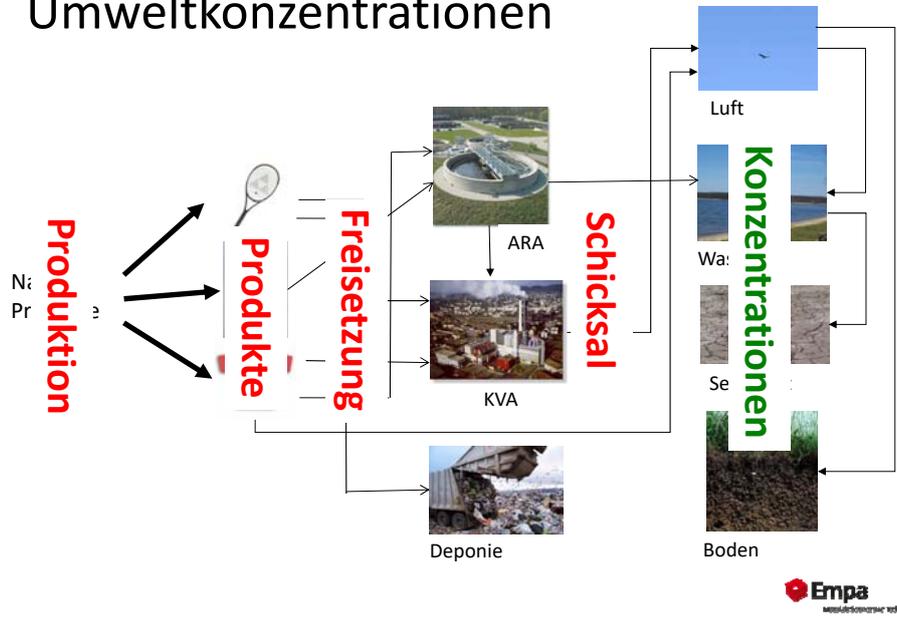
Zugabe von gelöstem Silber



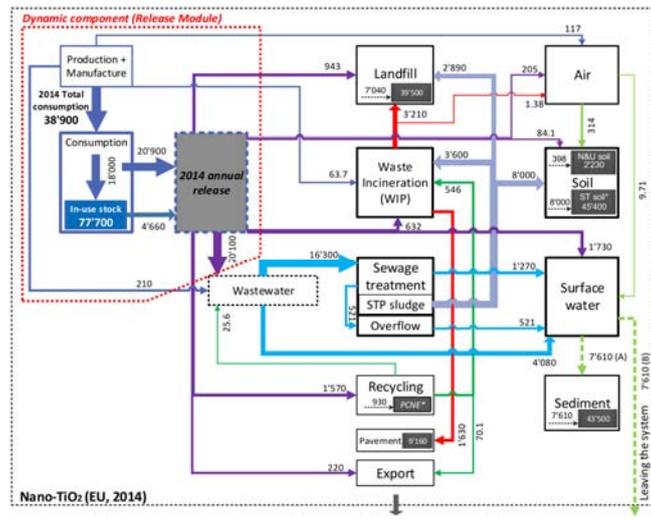
Textil mit Silber-Zeolith



# Modellierung der Umweltkonzentrationen



# nano-TiO<sub>2</sub> Stoffflüsse



Sun et al. (2016) *Environ. Sci. Technol.* **50**: 4701-4711

## Umweltkonzentrationen

	EU (2014)					
	Mean	Mode	Median	Q <sub>0.15</sub>	Q <sub>0.85</sub>	
<b>Nano-TiO<sub>2</sub></b>						
STP Effluent	44.4	13.7	16.3	2.77	76.1	µg/L
STP sludge	1.60	0.47	0.84	0.16	3.42	g/kg
Solid waste to Landfill	12.9	7.67	10.3	5.37	21.3	mg/kg
Solid waste to WIP	10.3	6.19	7.93	4.24	16.9	mg/kg
WIP bottom ash	395	161	237	93.6	729	mg/kg
WIP fly ash	543	238	327	129	979	mg/kg
Surface water	2.17	0.61	1.10	0.19	4.40	µg/L
Sediment	43.1	30.0	38.7	21.3	65.0	mg/kg
Natural and urban soil	2.94	1.86	2.57	1.44	4.53	µg/kg
Sludge treated soil	61.1	40.8	54.6	30.9	93.3	mg/kg
Air	2.05	0.86	1.24	0.43	3.98	ng/m <sup>3</sup>

Sun et al. (2016) *Environ. Sci. Technol.* 50: 4701-4711

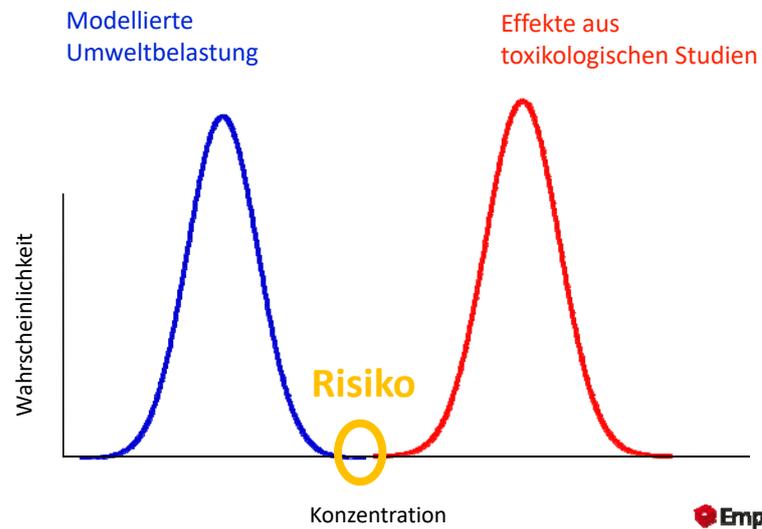


## Konzentrationen im Wasser

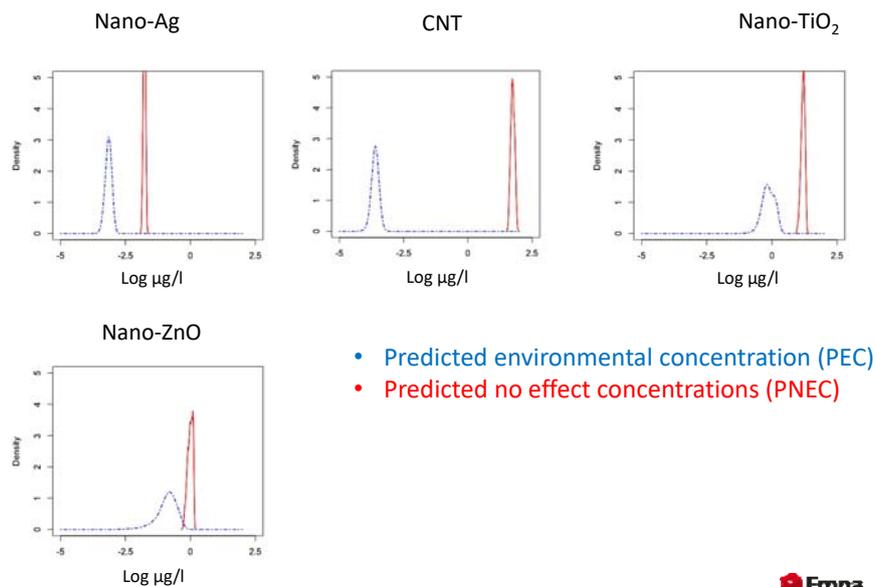
Nanomaterial	Konzentration ng/l	Quelle
nano-TiO <sub>2</sub>	610	Sun (2016)
nano-ZnO	160	Sun (2016)
nano-SiO <sub>2</sub>	37	Wang (2016)
nano-Fe-ox	3	Wang (2016)
nano-Ag	0.6	Sun (2016)
CNT	0.3	Sun (2016)
nano-Gold	0.3	Mahapatra (2015)
Fullerene	0.1	Sun (2014)



## Risikoabschätzung in der Umwelt



## Risiko-Charakterisierung

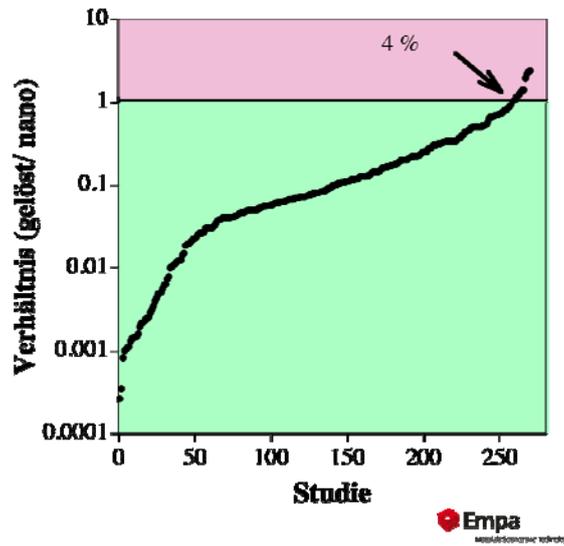


Coll et al., Nanotoxicology (2016) 10: 436-444

## Silber vs. nano-Silber

- Silber ist giftig für bestimmte Lebewesen
- Toxizität ist bestimmt durch die Auflösung
- Vergleich der Toxizität von „gelöstem Silber“ vs. „nano Silber“

Fazit: die Nanoform **entgiftet** das Silber!



## Schlussfolgerungen

- Künstliche Nanopartikel treten zusammen mit natürlichen Nanopartikeln auf
- Künstliche Partikel können bis jetzt in der Umwelt nicht quantifiziert werden
- Nanopartikel können spezielle Effekte hervorrufen
- ABER: Modellierte Konzentrationen sind sehr tief
- Umweltrisikoprüfungen zeigen kein aktuelles Risiko
- Transformationen und Effekte von freigesetzten Materialien müssen berücksichtigt werden



Danke für die Aufmerksamkeit!

Kontakt: [nowack@empa.ch](mailto:nowack@empa.ch)