



**LUBW**

Landesanstalt für Umwelt, Messungen und  
Naturschutz Baden-Württemberg

# Nanotechnologie – quo vadis?

**ARGE Nanotechnologie der LUBW**



Baden-Württemberg

# Was erwartet Sie?

1. Was ist Nanotechnologie?
2. Chancen der Nanotechnologie (P. Schneider)
3. Toxikologie von Nanopartikeln (Dr. v.d. Trenck)
4. Umgang mit Nanopartikeln (U. Wurster)
5. Ausblick - ARGE-Nanotechnologie in der LUBW

# Definition

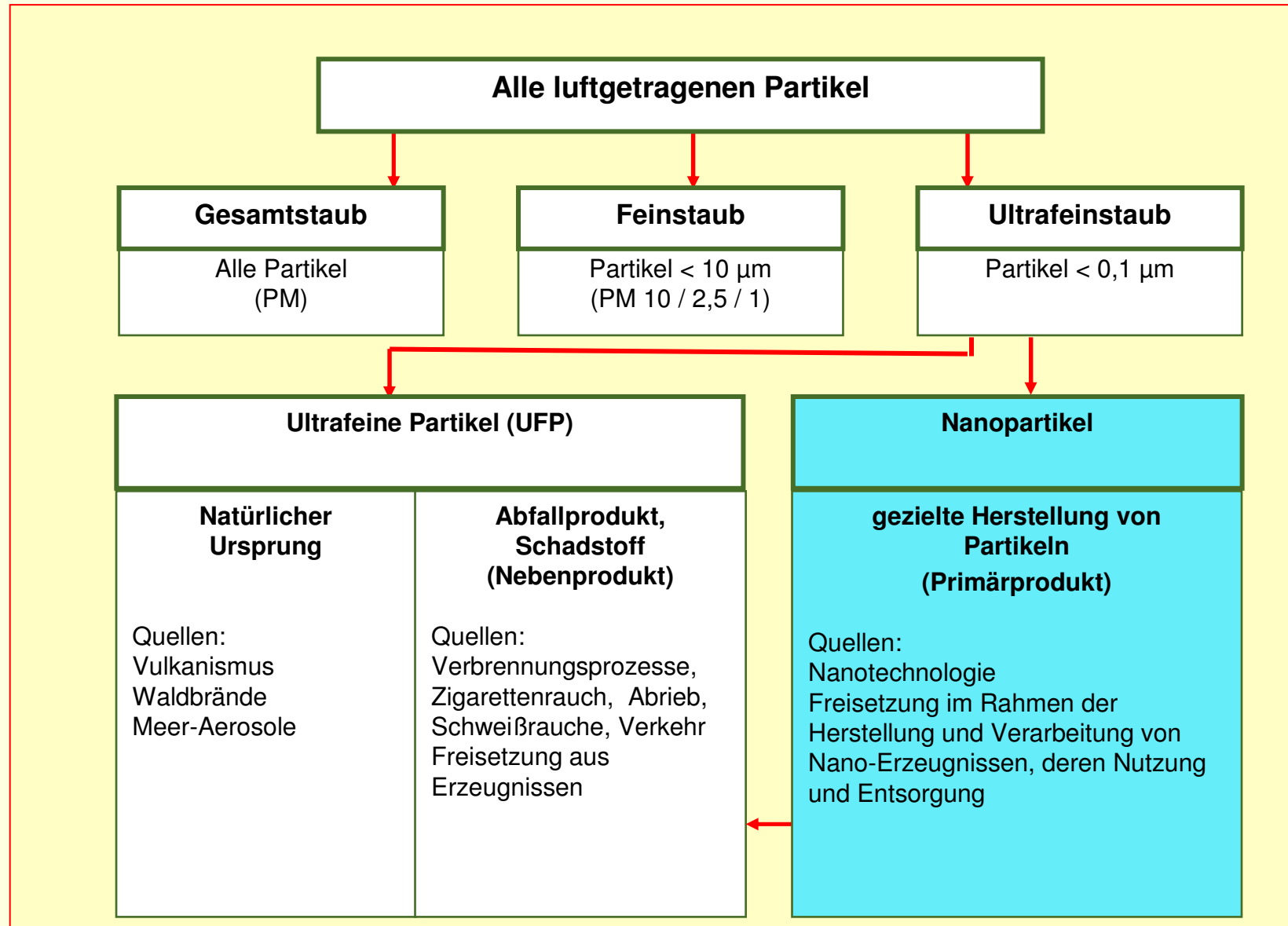
- Nanotechnologie befasst sich mit der Herstellung und Verarbeitung von Strukturen, die mindestens in einer Dimension kleiner als 100 nm sind.
- Nanotechnologie macht sich charakteristische Effekte, die mit dieser Größenordnung verbunden sind, zunutze.



Ein Nanometer hat das gleiche Größenverhältnis zu einem **Meter**, wie der Durchmesser einer Cent-Münze zum Durchmesser der Erde.

Quelle: BMBF

# Abgrenzung



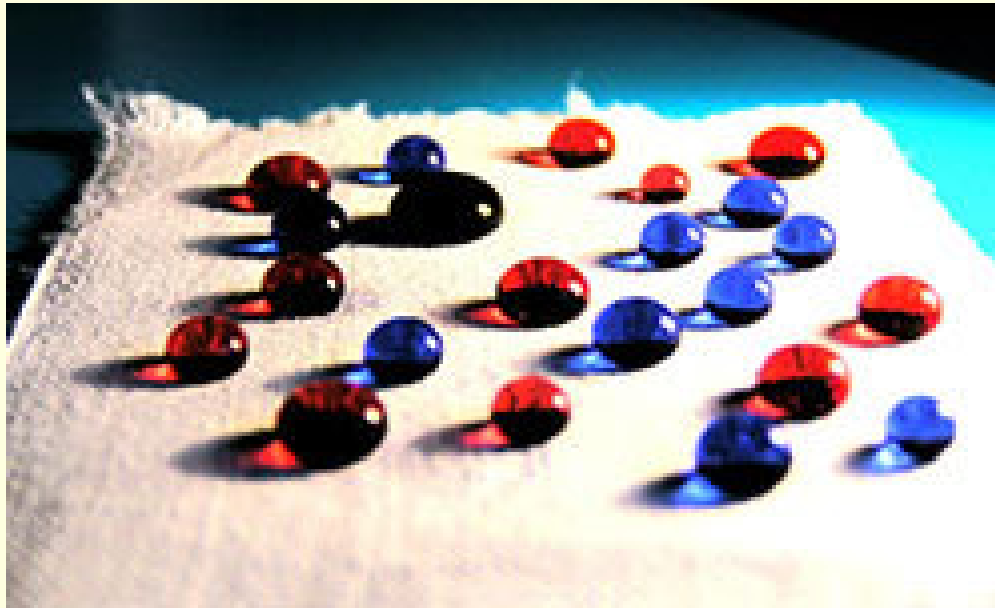
A decorative graphic consisting of four vertical bars of varying heights, located on the left side of the slide.

# ▶ Chancen der Nanotechnologie

**ARGE Nano-Beteiligte:**

**21/Heesen, 31/Matysek, 31/Schneider, 35/Zitzmann, 44/Kohler**

# Unwissenheit in der Bevölkerung (nur 20 % „kennen Nanotechnologie“)

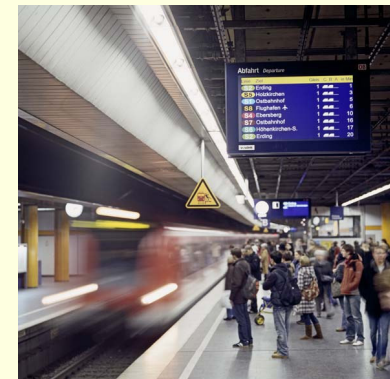


Quelle: [www.nanodeck.de](http://www.nanodeck.de)

## Schlüsseltechnologie für die Industrie

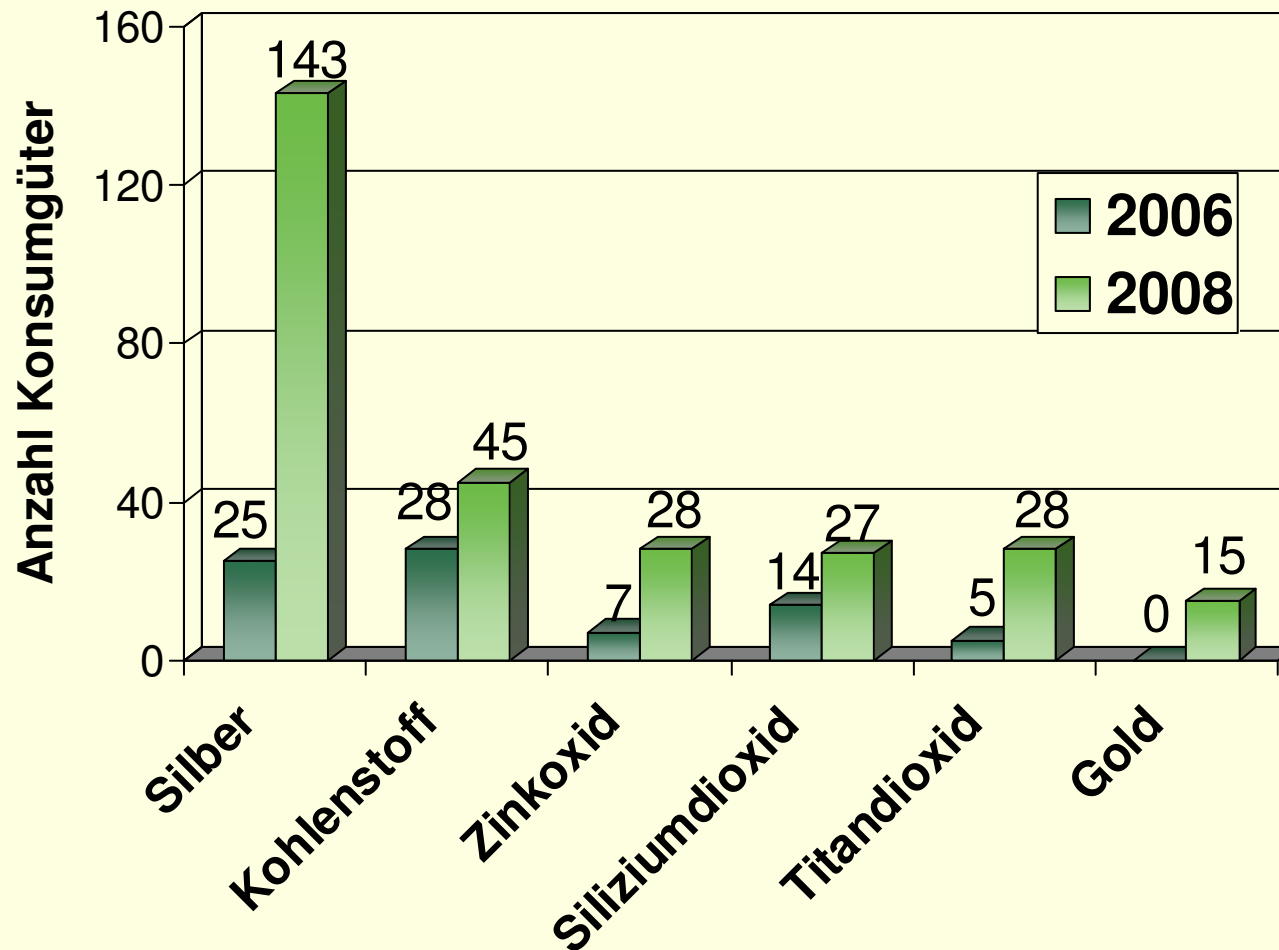


# Nanotechnologie im Alltag



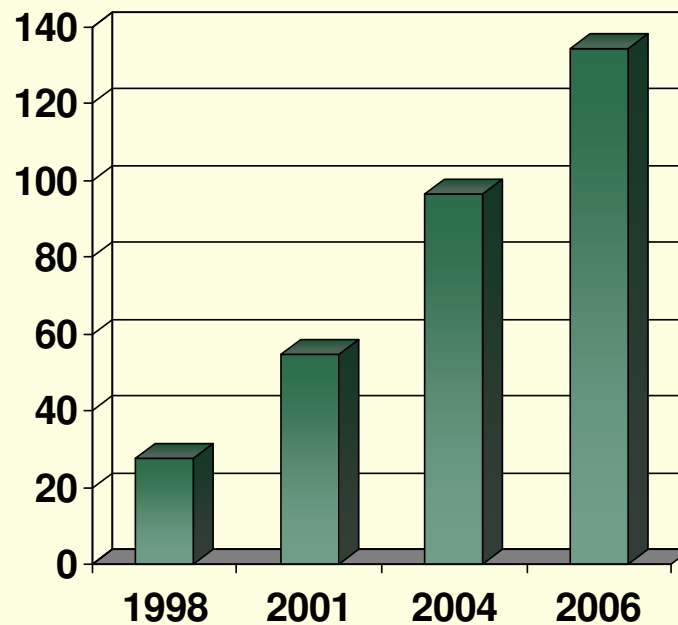
Quelle: [www.nano-solutions.de](http://www.nano-solutions.de), [www.beiersdorf.de](http://www.beiersdorf.de), [www.schott.com](http://www.schott.com), [www.itn-nanovation.com](http://www.itn-nanovation.com), [www.ifam.fraunhofer.de](http://www.ifam.fraunhofer.de),  
[www.sueddeutsche.de/wissen/artikel/369/90279](http://www.sueddeutsche.de/wissen/artikel/369/90279), [www.deutsches-museum.de](http://www.deutsches-museum.de), [www.nokian.de](http://www.nokian.de)

# Nanomaterialien in Konsumgütern





# Chancen in vielen Märkten – Fördergelder sprudeln



Entwicklung der  
Fördermittel des  
BMBF in Mio. €

Weltweit für Forschung und Entwicklung ca. 5 Milliarden € / a

# Ausgewählte Anwendungsfelder

Automobilbau	Nanopartikel für Reifen	Interferenzlacke	Schaltbare Lackfarben	
Medizin	Röntgen- kontrastmittel	Lab-on-a-Chip-Systeme	Krebstherapie	
Energie, Umwelt	Nanomembranen	Farbstoffsolarzellen	Nanostrukturierte Wasserstoffspeicher	
Elektronik	OLED	Strained Silicon	Molekularelektronik	
Materialien	Funktionale Schichten	Kolloide	Kohlenstoff- nanoröhrchen	CNT-Verbund- materialien

□ Gegenwart

□ Entwicklung

□ Vision

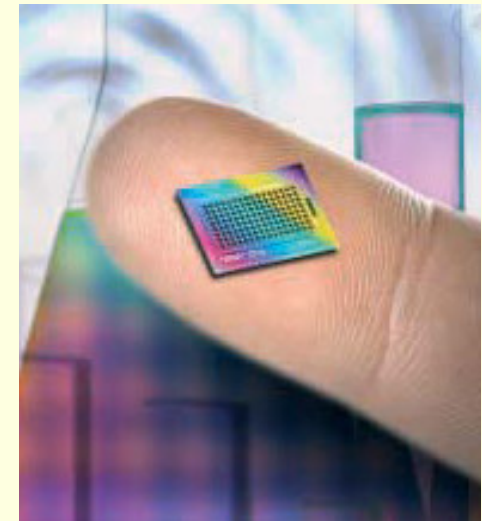
# Nanotechnologien für den Umweltschutz

**Wasser / Boden:** Membrantechnologie ·  
selektive Katalysatoren · Ionenaustauscher ·  
Filtration · sensitiver Schadstoffnachweis

**Energie / Klima / Luft:** Farbstoffsolarzellen ·  
organische Solarzellen · Brennstoffzelle  
miniaturisierte Batteriesysteme · Katalysatoren

**Produktion / Konstruktion:** Neuartige Werk-  
stoffe · schaltbare Werkstoffeigenschaften ·  
Selbstorganisationsprozesse

**Analytik / MSR-Technik:** Kombinierte Sensoren ·  
Nano-Chemo-Sensoren (Lab-on-Chip)

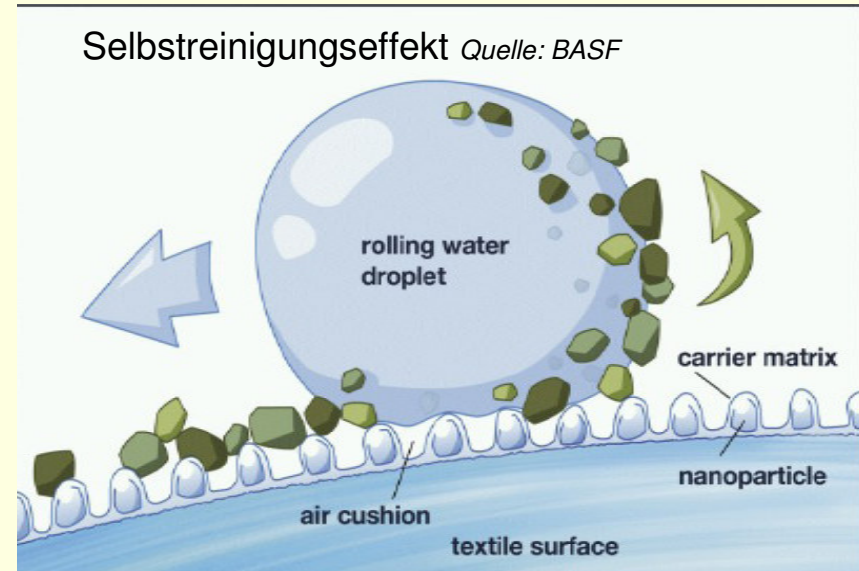


Lab-on-a-chip, ein Labor auf  
der Fingerspitze *Quelle: BMBF*

# Positive Begleiteffekte für die Umwelt

## Beispiel funktionalisierte Oberflächen

- Kratzfestigkeit
- Anti-Fingerprint
- Antistatik
- Antimikrobiell
- Photokatalytik
- Selbstreinigend



- Rohstoffeffizienz
- Abfallvermeidung
- Gesundheitsschutz

# Anwendung in der Energietechnik



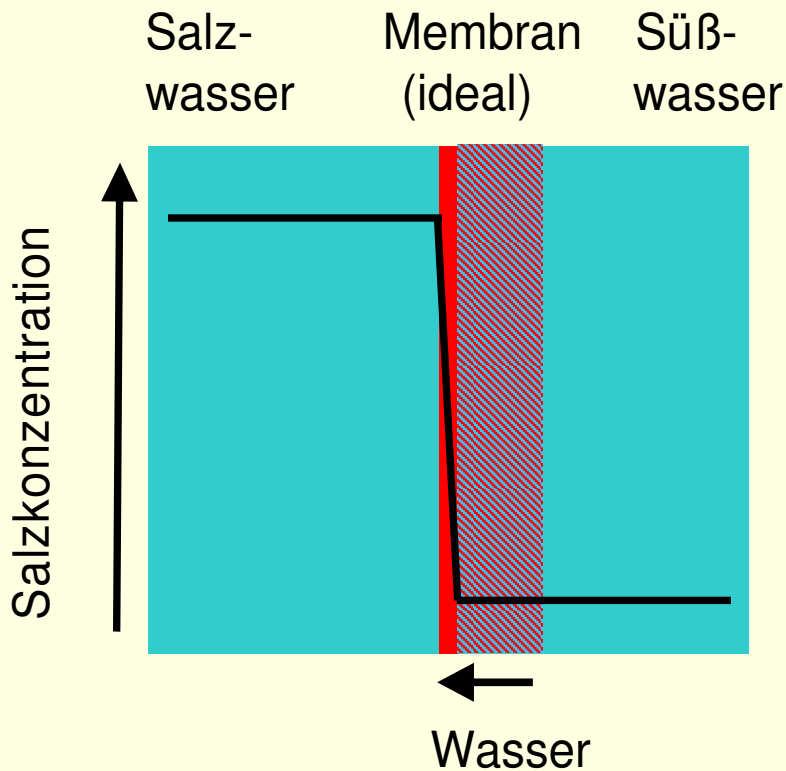
Farbstoffsolarzellen

*Quelle: Fraunhofer ISE*

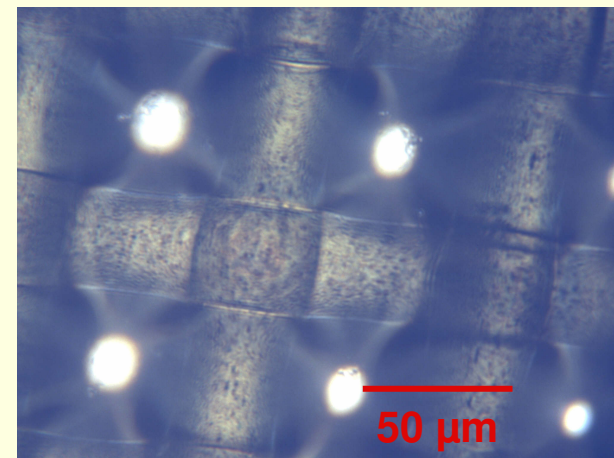
## **Vorteile:**

- Umweltfreundliche Herstellung
- Ohne Silizium
- Kostengünstige Fertigung
- Variables Design
- Teiltransparenz

# Entwicklung von Membranen für die Energiegewinnung durch Osmosekraftwerke

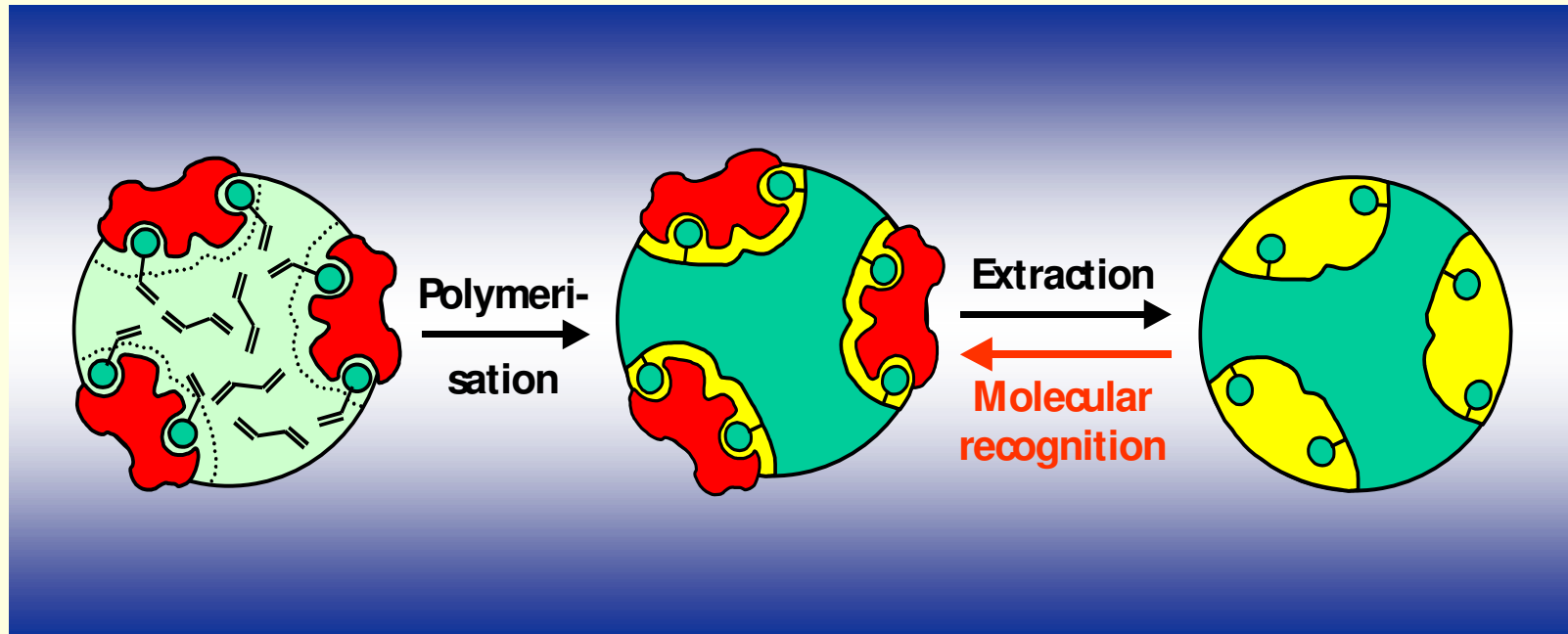


Prinzip der Energiegewinnung



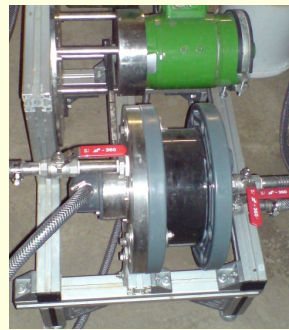
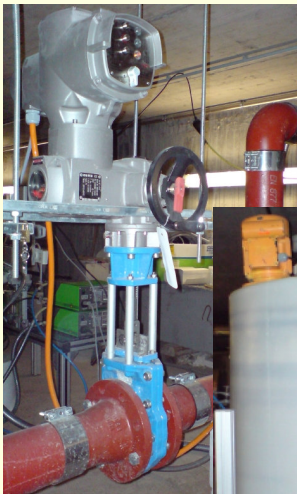
Beeinflussung der Trennschichtdicke mit nanotechnologischen Methoden

# Nanocytes®-Technologie zur Reduzierung ausgewählter Schadstoffe



Quelle: Günter Tovar, Fraunhofer Gesellschaft

# Abwasserbehandlungsanlage im Robert-Bosch-Krankenhaus Stuttgart

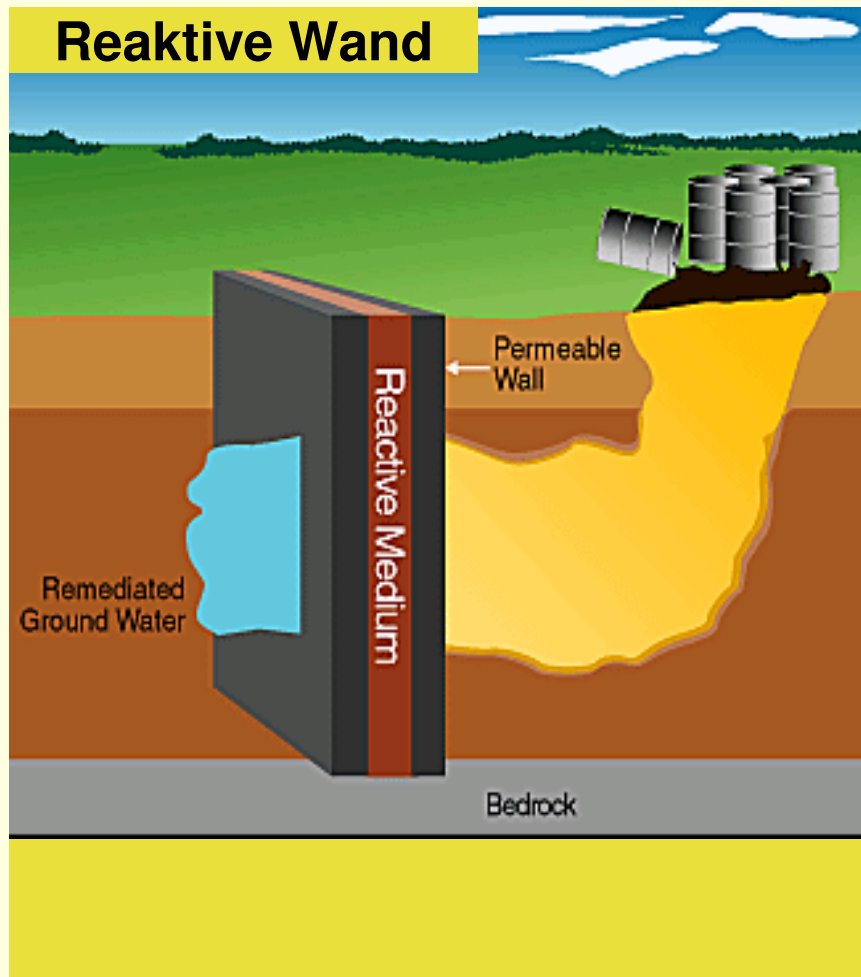


Spezifische Adsorption von  
Micropollutants aus Abwässern

Quellen: Günter Tovar, Fraunhofer Gesellschaft

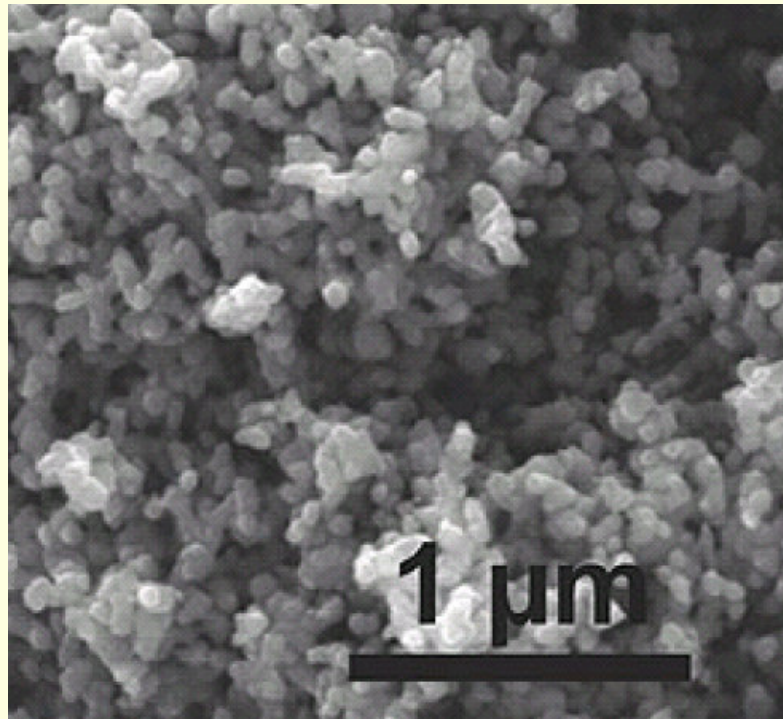


# Altlastensanierung mit reaktiver Wand



- Bisherige Anwendung: Passives Sanierungsverfahren „Reaktive Wand“
- Nachteil: Nachbesserungen schwierig

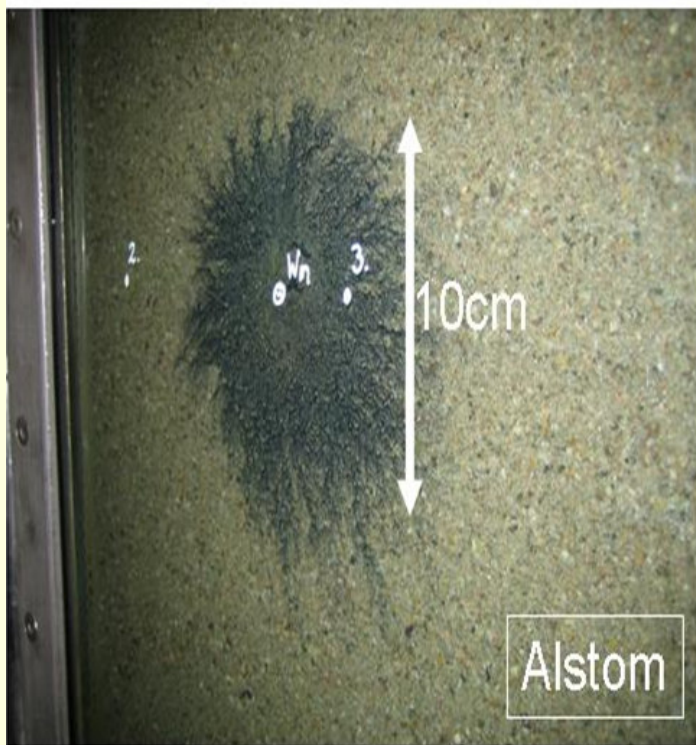
# Altlastensanierung durch Anwendung nanoskaliger Eisen-Kolloide



*Quelle: Toda Kogyo, Japan*

Nanoskalige Eisen-Kolloide zur In-Situ-Sanierung anthropogener CKW-Kontaminationen im Untergrund

# Injektion von nanoskaligem Eisen in den Untergrund



Quelle: Alstom

## Vorteile:

- Hohe Reaktivität
- Unter Bauwerken möglich
- Kann prinzipiell in beliebige Tiefen eingebracht werden

# Fazit

- **Breites Anwendungsspektrum**  
42.000 Patente (bis 2007)
- **Großes Potenzial**  
1 000 Mrd. € (bis 2010)
- **Nanotechnologie in der Umwelttechnik**  
[www.zukuenftigetechnologien.de](http://www.zukuenftigetechnologien.de)





Landesanstalt für Umwelt, Messungen und  
Naturschutz Baden-Württemberg

# ► Toxikologie von Nanopartikeln

**ARGE Nano-Beteiligte:**

**23/von der Trenck, 23/Tesseraux, 34/Wehrle**



Baden-Württemberg

# Blattgold und Goldpurpur

**Goldpurpur** = kolloidales Gold  
mit 12 – 18 nm Partikel-Durchmesser.

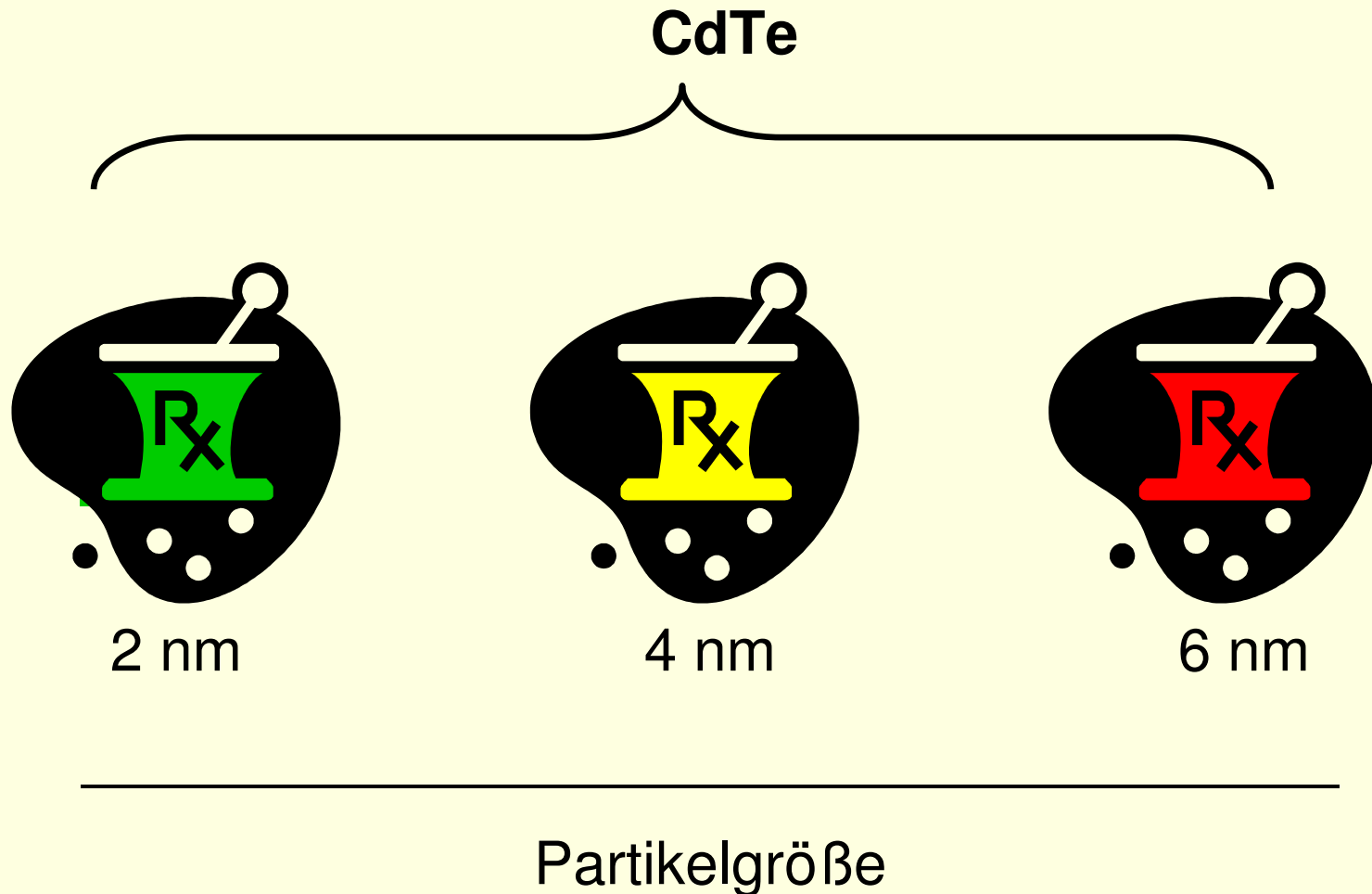
Goldpurpur wurde 1685 von Andreas  
Cassius in Leiden entwickelt und wird z.B.  
zur Herstellung von rubinrotem Glas  
(**Goldrubinglas**) verwendet.

Die purpurrote Farbe von feinstem  
Goldstaub hat man sich früher sogar  
zum analytischen **Nachweis von Gold**  
zunutze gemacht.



Venezianische Trinkgläser um 1908

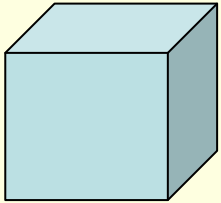
# Größenabhängiger Farbwechsel des CdTe



# Oberflächenvergrößerung

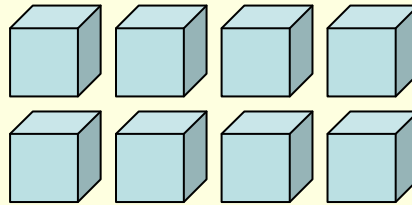
bei Verkleinerung der Partikelgröße  
trotz gleich bleibendem Gesamtvolumen

Gesamtoberfläche:  $6 \text{ cm}^2$



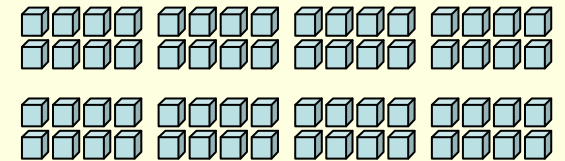
$1 \text{ cm}^3 = 1 \text{ Würfel}$

Gesamtoberfläche:  $12 \text{ cm}^2$



$1 \text{ cm}^3 = 8 \text{ Würfel}$

Gesamtoberfläche:  $24 \text{ cm}^2$



$1 \text{ cm}^3 = 64 \text{ Würfel}$

---

Gesamtvolumen jeweils  $1 \text{ cm}^3$

In einem 1- $\mu\text{m}$ -Würfel sitzen 0,6% der Moleküle an der Oberfläche,  
in einem 10-nm-Würfel 50% → **erhöhte Reaktivität**



# Änderung von Stoffeigenschaften

Verhältnis von Oberflächenatomen zu Volumenatomen  
→ **neue Eigenschaften.**

Unterhalb bestimmter Teilchengrößen können

- elektrische Leitfähigkeit,
- Magnetismus,
- Lichtabsorption
- aber auch Mobilität, chemische Reaktivität und biologische Aktivität un stetige Änderungen erfahren.

Neue Variable der Nanotoxikologie:

- **Größe der Partikel**
- **Eigenschaften** und **Stabilität ihrer Hülle**

# Bausteine der klassischen Toxikologie

<b>Toxikokinetik</b> (Substanz-Verhalten im Körper) und Exposition (Zufuhr) – beschreiben die Giftmenge am Wirkort $c = f(A, D, M, E, t)$	<b>Toxikodynamik</b> (Dosis-Wirkungs-Beziehung, Potenz) <b>Giftwirkung = f(c)</b>
<b>A</b> ufnahme, Resorption	akute Toxizität
<b>D</b> istribution, Verteilung im Körper Rezeptorbindung	chronische Toxizität, Mutagenität, Kancerogenität, Teratogenität
<b>M</b> etabolismus, Verstoffwechselung, Aktivierung/Inaktivierung durch Phase-I- und Phase-II-Reaktionen	
<b>E</b> xkretion, Ausscheidung	

# Toxikodynamik von Staub

Zunahme von **Herz-Kreislauf-Erkrankungen** bei kurzzeitiger Erhöhung der Schwebstaubkonzentration in der Luft:

<b>Herz-Kreislauf-Erkrankungen</b>	<b>Erkrankungsrate</b> ↑	<b>Todesfallrate</b> ↑
Korrelation mit	UFP > PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub> > PM <sub>10</sub>

Hohe Wahrscheinlichkeit für einen ursächlichen Zusammenhang, der nicht durch Störvariable erklärbar ist.

## *Cave!*

Damit ist die **Relevanz** der Staubforschung für synthetische Nanopartikel **nicht erwiesen**, aber sollte solange nicht außer Acht gelassen werden, bis spezifische Informationen verfügbar sind.

# Toxikodynamik von Staub

## Staubbedingte Herz-Kreislauf-Symptome:

→ dickflüssiges Blut (→ Thrombosen)

→ Herzrhythmusstörungen,

akut Beeinträchtigung der **Gefäßfunktion** → langfristig **Atherosklerose**

## Silikose, Asbestose → Befunde in der Lunge:

Entzündung, Vernarbung, **Zerstörung von Lungengewebe** (wie bakt.)

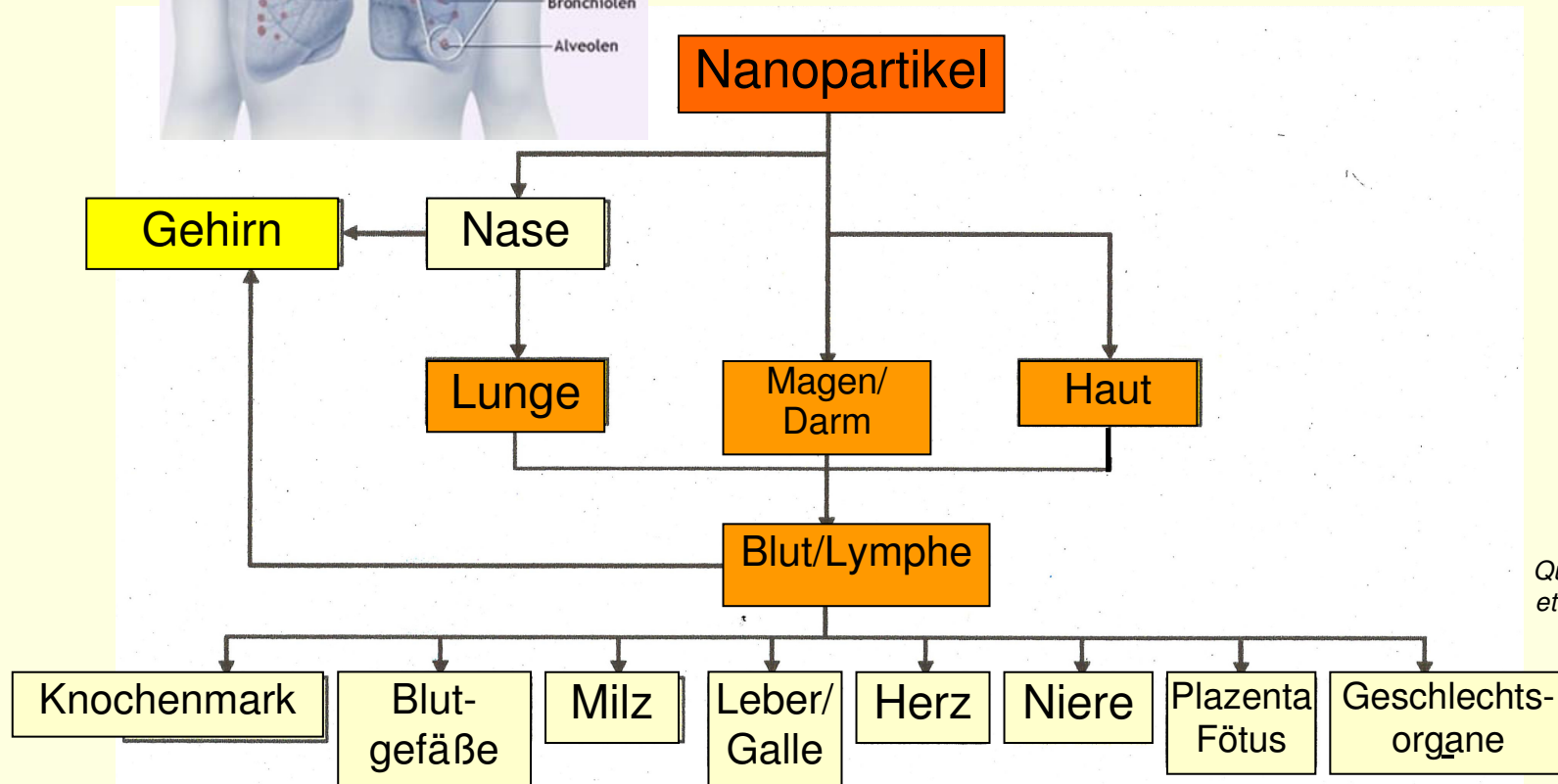
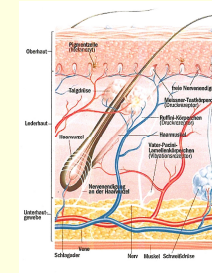
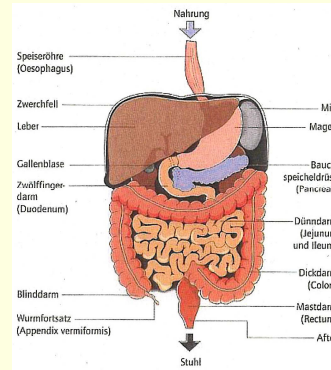
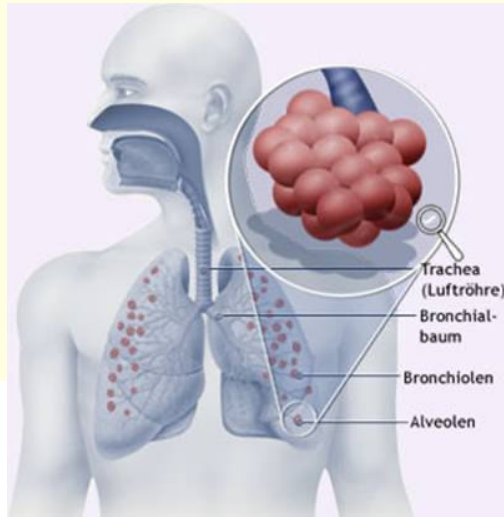
Nanopartikel wirken stärker als größere Partikel:		Entzündungsreaktion in Rattenlunge
	TiO <sub>2</sub> <b>20 nm</b> Ø	+++
	TiO <sub>2</sub> <b>250 nm</b> Ø	+

Gemeinsamer Mechanismus: Oxidativer Stress (**O-Radikale in Zellkulturen nach Gabe von Nanopartikeln**)

→ **Partikel wirken**

# Toxikokinetik von Nanopartikeln

Aufnahme über: - Atemtrakt, - Magen-Darm-Trakt, - Haut



Quelle: Meili et al. (2007)

# Partikel-Übertritt von Lungenbläschen in Kapillaren

PartikelØ [nm]	Partikeltyp	Durch-tritt	Lokalisation, Effekt	Literatur
5-20	Gold, Albumin-beschichtet	ja	via Poren	Mehta et al. (2004)
8	Gold, Albumin-beschichtet	ja	via Vesikel	König et al. (1993)
8	Gold, Albumin-beschichtet	ja	via Poren	Heckel et al. (2004)
18	Iridium	ja	extrapulmonäre Org.	Kreyling et al. (2002)
30	Gold	ja	Thrombozyten	Berry et al. (1977)
35	Kohlenstoff	ja	Leber	Oberdörster (2002)
60	Polystyrol	ja	früher Thrombus	Silva et al. (2002)
60	Polystyrol	?	kein Thrombus	Nemmar et al. (2002)
80	Iridium	ja	extrapulmonäre Org.	Kreyling et al. (2002)
240	Polystyrol, <b>Lecithin-beschichtet</b>	ja	Monocyten	Kato et al. (2003)
240	Polystyrol, <b>unbeschichtet</b>	nein		Kato et al. (2003)
400	Polystyrol	nein	später Thrombus	Nemmar et al. (2003)

# Aufnahme über den Magen-Darm-Trakt

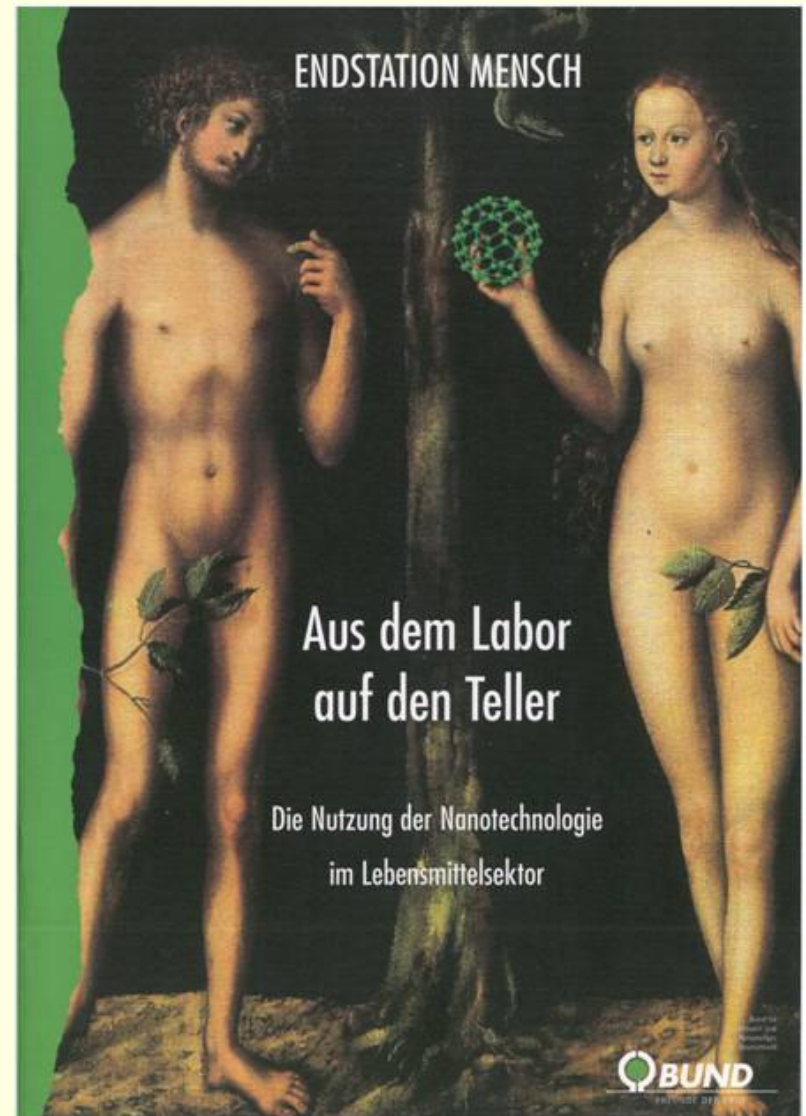
Wenige Untersuchungen

Meist schnelle Ausscheidung über Stuhl

Unterschiede durch Oberflächen-Eigensch.  
u. Teilchengröße

Aufnahme von **Polystyrol**-Partikeln  
in die Darmschleimhaut der Ratte:

Teilchengröße	Aufnahmerate
50 nm	6,6%
100 nm	5,8%
1 µm	0,8%
3 µm	0%



# Aufnahme über die Haut

**Oberhaut** = 4 Zellschichten über der **Lederhaut** mit Blutgefäßen, Nervenendigungen

## ***In-vitro:***

ZnO-/TiO<sub>2</sub>-Nanopartikel durchdringen die Haut nicht.  
→ BfR: „Nanopartikel aus Sonnenschutzmitteln sind **zu groß** für einen passiven Transport durch die Haut.“

## **Aber:**

**Hautverletzungen:** (z.B. Barfußläufer)

Partikel (0,5 – 7 µm) → nahe Lymphknoten

**Gelenkbeugung:** fluoreszierende Partikel (1 µm)

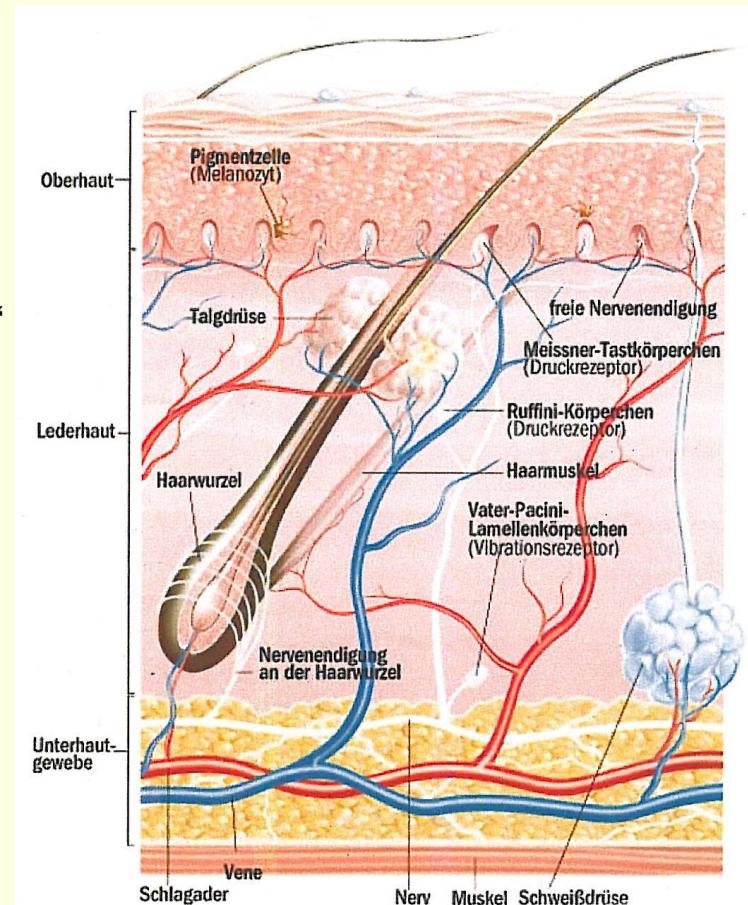
→ **Lederhaut** (Fresszellen, Langerhanssche Zellen)

→ Lymphknoten

**Haarfollikel:** Eindringen von 40 nm TiO<sub>2</sub> bei Haarwachstum oder Talg-Produktion

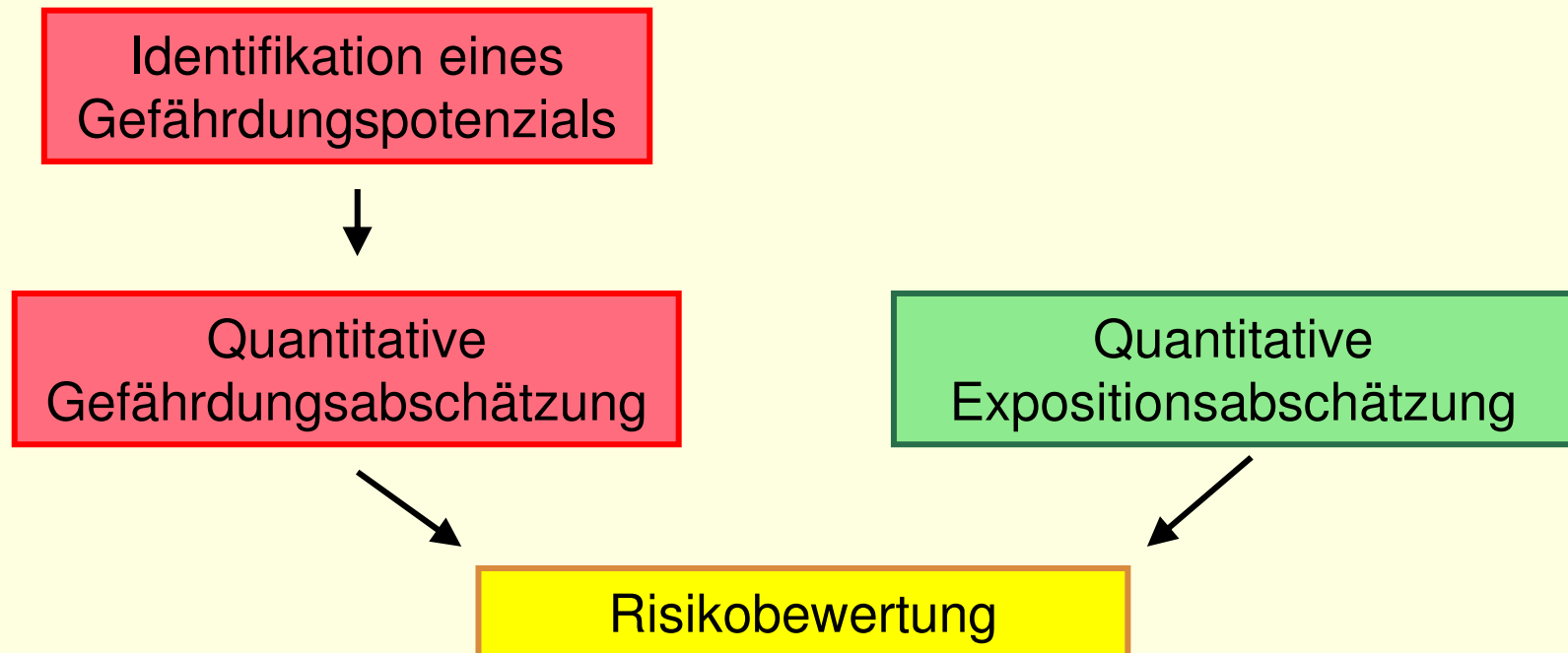
**Transport über sensorische Nerven der Haut:**

Herpes-Viren

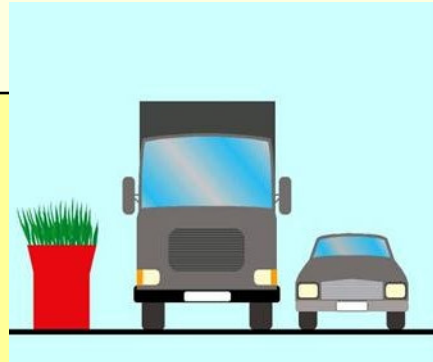




# Bausteine der Risikobewertung



# Bewertung von Platin in der Atemluft über der Autobahn



Lösliche PtX-Salze:  
Atemwegs-  
sensibilisierend



Wirkschwelle  
Atemluft

Bisher:

Pt in Autobahn-Luft  
(1% löslich,  
inertes Edelmetall)

Sicherheits-  
marge

Lösliche PtX-Salze:  
Atemwegs-  
sensibilisierend



Wirkschwelle  
Atemluft

**BWPLUS-Projekt:**

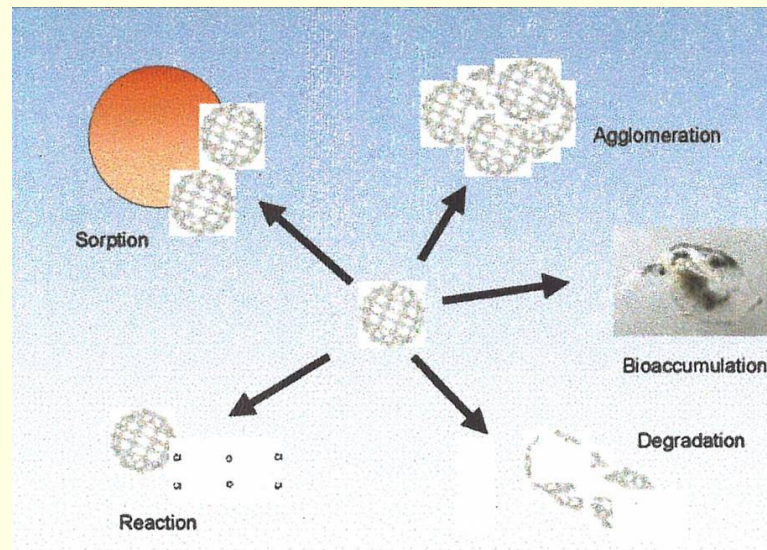
Pt in Autobahn-  
Luft  
**(30% löslich,  
Nano-Pt?)**

Sicherheitsmarge  
geringer

# Exposition

## – sind wir diesen Stoffen ausgesetzt?

- Freisetzung synthetischer Nanopartikel aus nanotechnolog. Produkten **unklar**, da so gut wie nicht untersucht
- Zukünftig **vermehrte Freisetzung** und **erhöhter Eintrag** in einzelne Umweltkompartimente wie die Luft zu erwarten
- Verhalten in der Umwelt („atmosphärisches Schicksal“) **unklar**

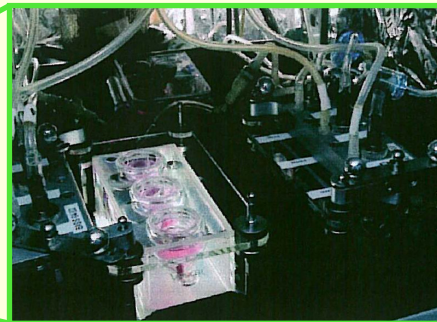
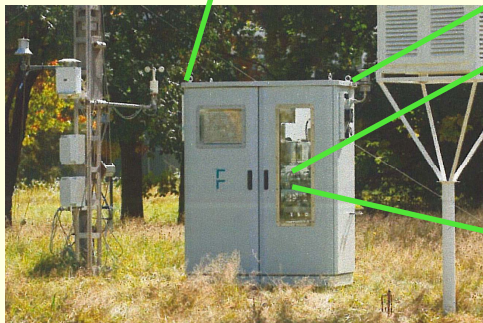
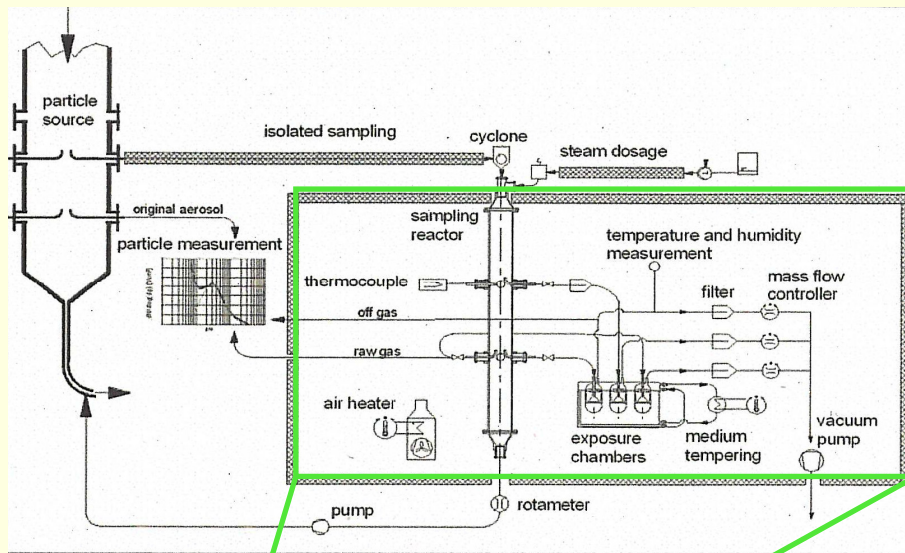


Quelle: Boxall in  
„Meili & Husmann  
(2006)

- **Kaum** Erkenntnisse zur **Exposition des Menschen** (Dauer, Höhe)  
→ Klärung relevanter Exposition erforderlich

# Aerosol-Exposition am FZK

## Exposition



Zellkulturschalen unter  
Testatmosphäre 37°C, 90% Luftfeuchte

## Wirkung

molekulare Mechanismen:

Oxidativer Stress

Entzündungsmediatoren

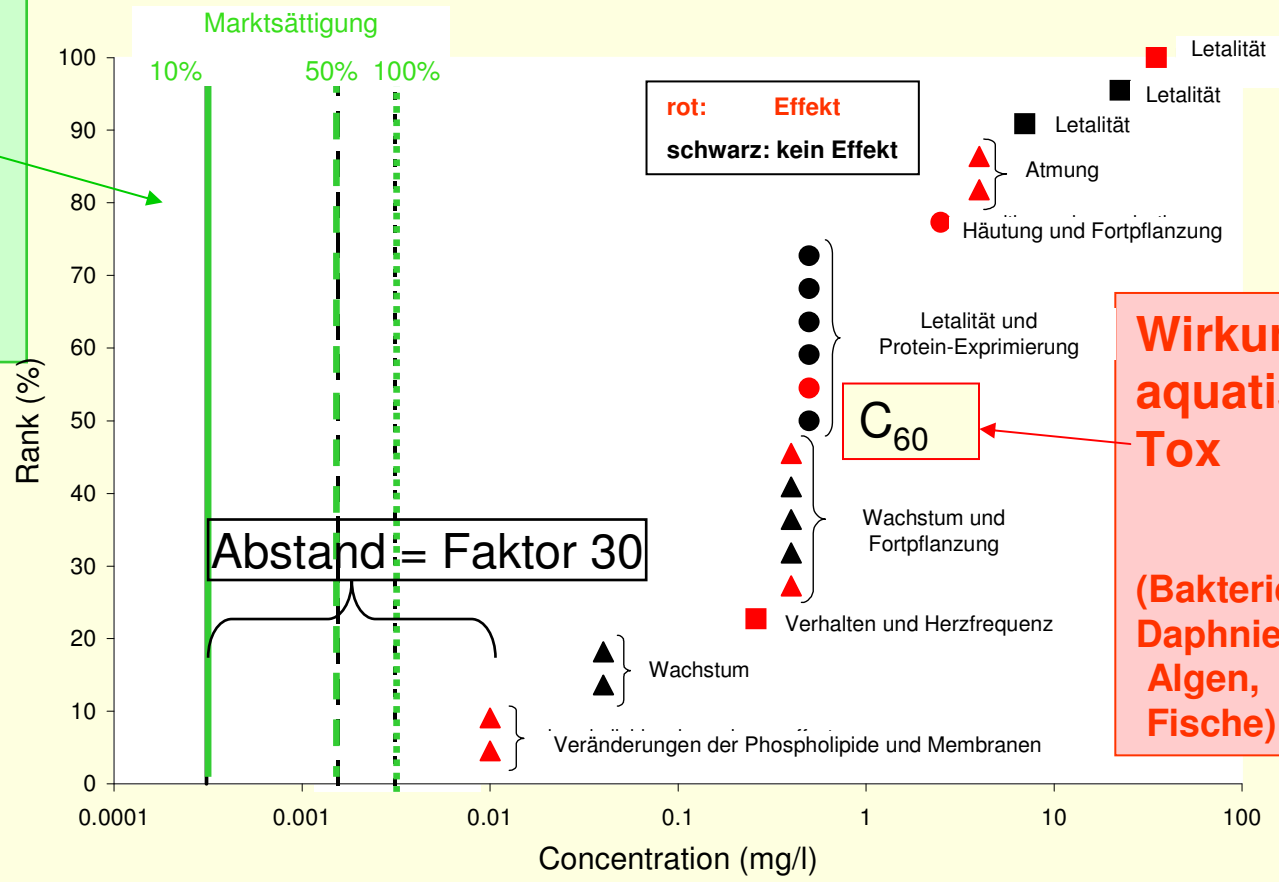
Zelltod

Quelle: Paur et al.

# Gewässer-Konzentration und Wirkpotenzial von Fulleren C<sub>60</sub>

**Marktanalyse**  
 → Modell-rechnung  
 → Gewässer-Konzentration (C<sub>60</sub>)

Predicted Environmental Exposure to Engineered Nanoparticles from Consumer Products (Boxall et al., J. Env. Sci. Health A, im Druck)



# Chancen und Risiken für die Umwelt

Chancen		Risiken
Grundwassersanierung	Mobilität	Keine Elimination in der Umwelt
Wasserentkeimung	Toxizität	Veränderung der Mikrofauna in Boden und Wasser
Abbau von organischen Stoffen	Katalytische Aktivität	Ökotoxizität
Bindung von Schadstoffen	Adsorption	Mobilisierung von Schadstoffen

# Was wissen wir genau?

- Die chemische Identität eines Stoffes ist nicht hinreichend für die Festlegung seiner Eigenschaften ( $C \neq C$ ,  $TiO_2 \neq TiO_2$ ).
- Partikelgröße und –zusammensetzung sind neue Variable, die für die toxikologische Testung von Stoffen neue Dimensionen erfordern.
- Die den Nanopartikeln mitgegebenen Eigenschaften müssen bei der toxikologischen Bewertung ihren Niederschlag finden.
- Nanopartikel lassen sich nicht alle in einen Topf werfen, sondern bestenfalls in eine hoffentlich nicht zu große Anzahl verschiedener Töpfe.

▶ **Arbeitsschutz-Aspekte**  
bei Tätigkeiten mit Nanopartikeln

**ARGE Nano-Beteiligte:**

**34/Wehrle, 34/Wurster, 72/Creutzmacher, 72/Lumpp**



**Baden-Württemberg**

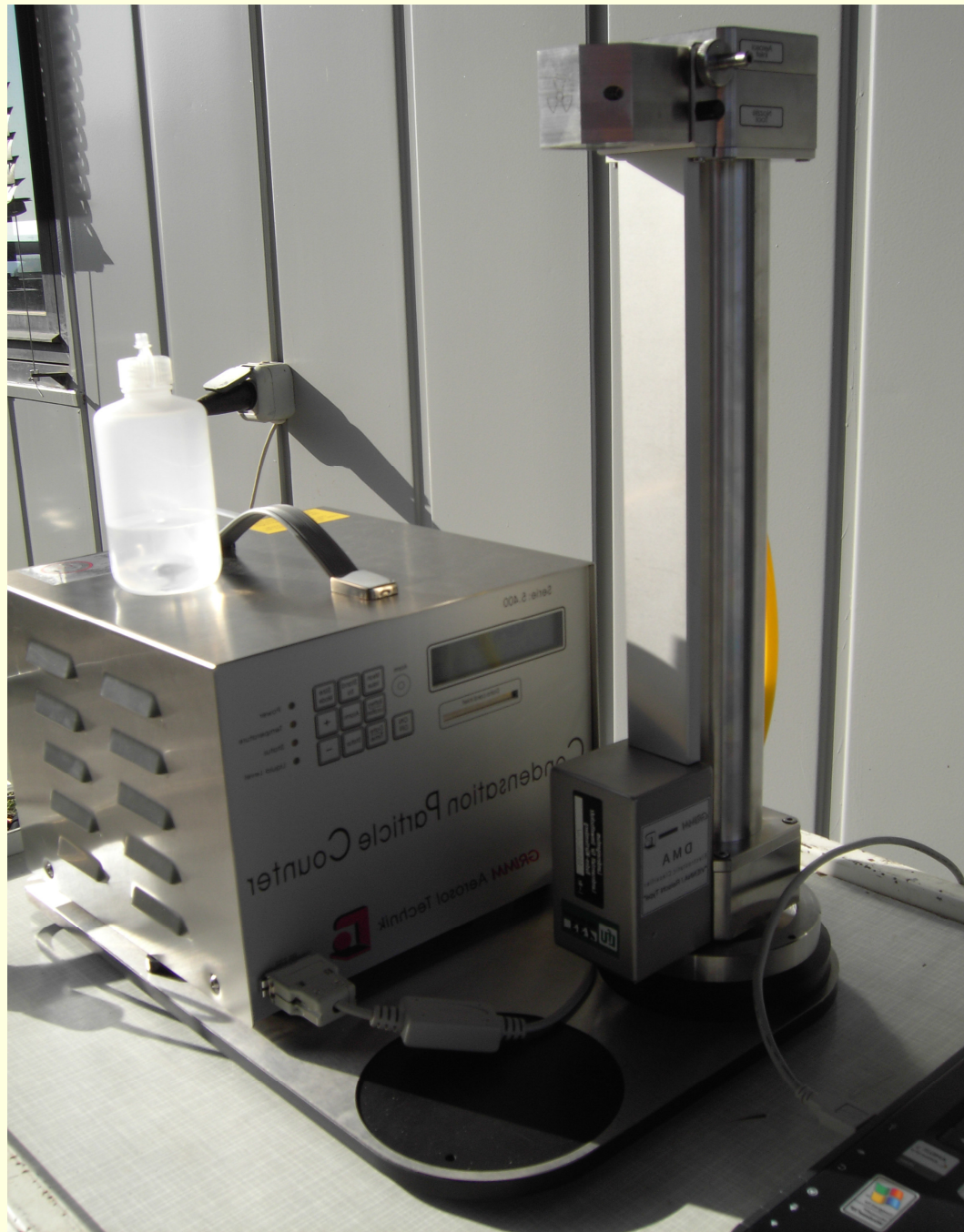


# Messung

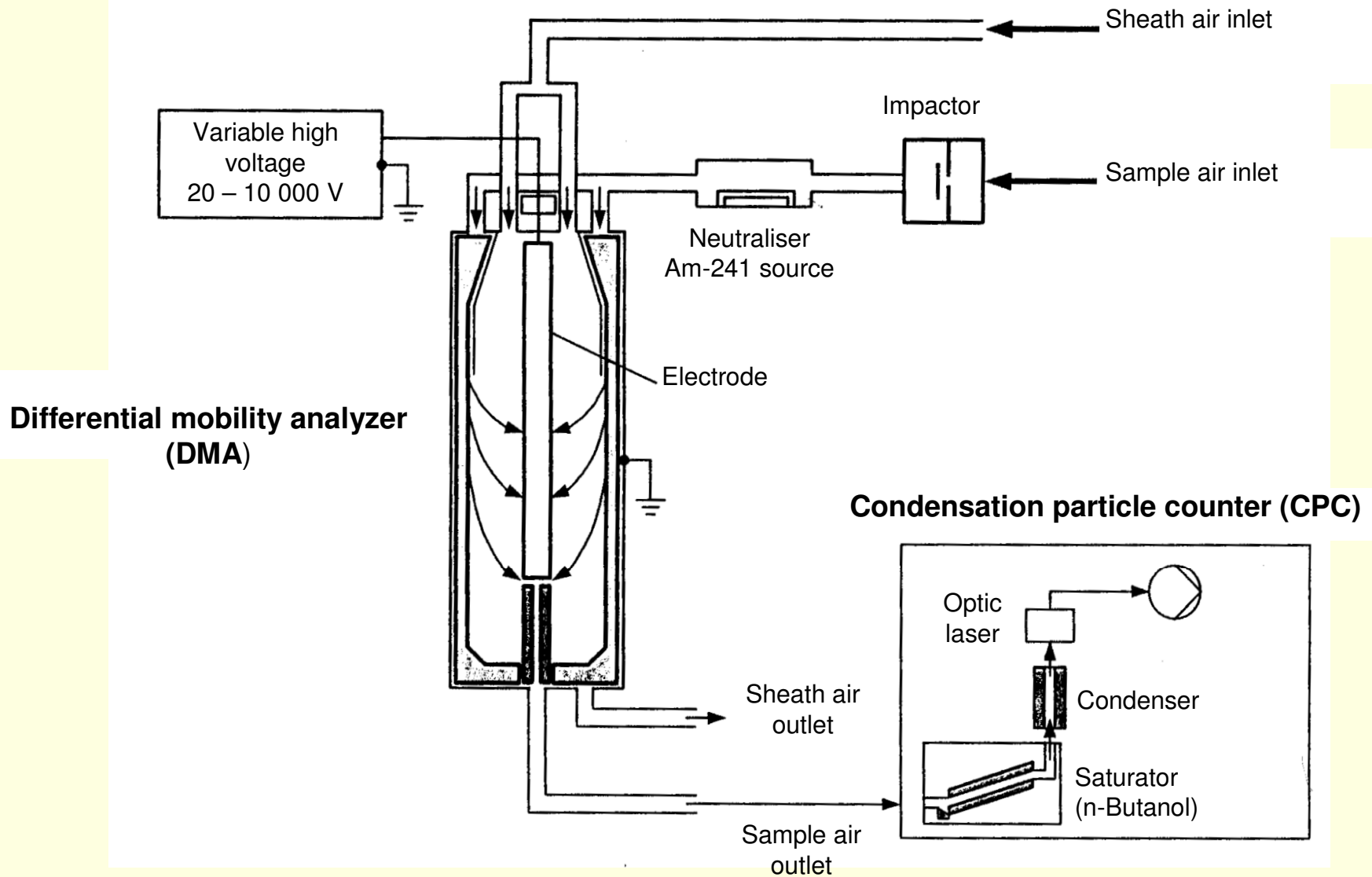
Partikelanzahlkonzentration / Anzahlgrößenverteilung in der Luft

- Grundlagen: VDI 3867 Blatt 1 / Entwurf vom Februar 2006
- Kondensationspartikelzähler: VDI 3867 Blatt 2 / Entwurf vom Mai 2006

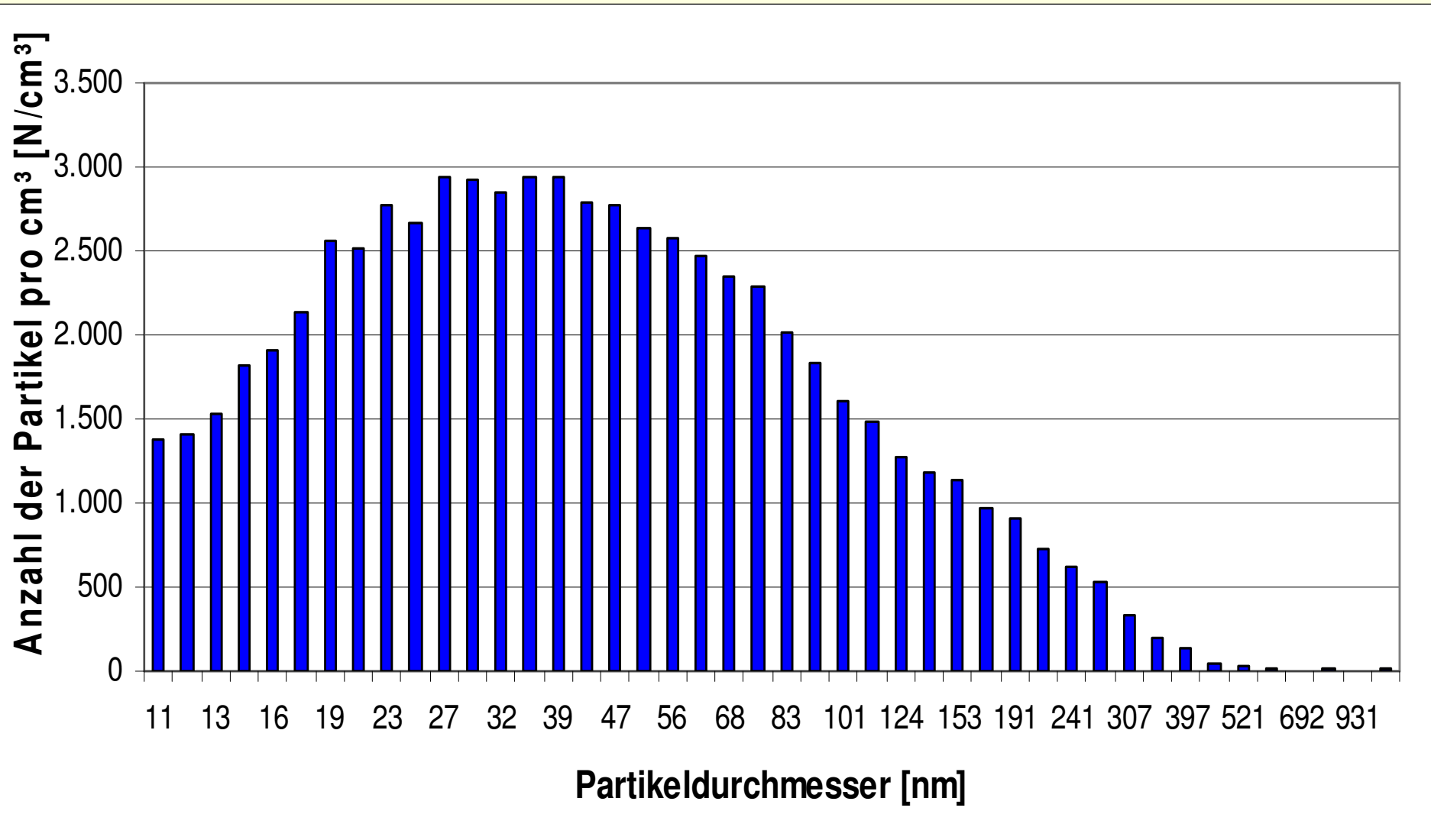
- **Optische Partikelzähler:** ca. 0,1 bis 10  $\mu\text{m}$   
Intensität des Streulichtes gilt als Maß für Partikelgröße, die Anzahl der Streulichtimpulse gilt als Maß für Partikelzahlkonzentration
- **Kondensationspartikelzähler:** ca. 0,005 bis 1  $\mu\text{m}$   
Optische Messung von sehr kleinen Partikeln nach Kondensationswachstum; liefert Informationen über die Partikelgröße, wenn eine Klassier-Einheit vorgeschaltet ist.



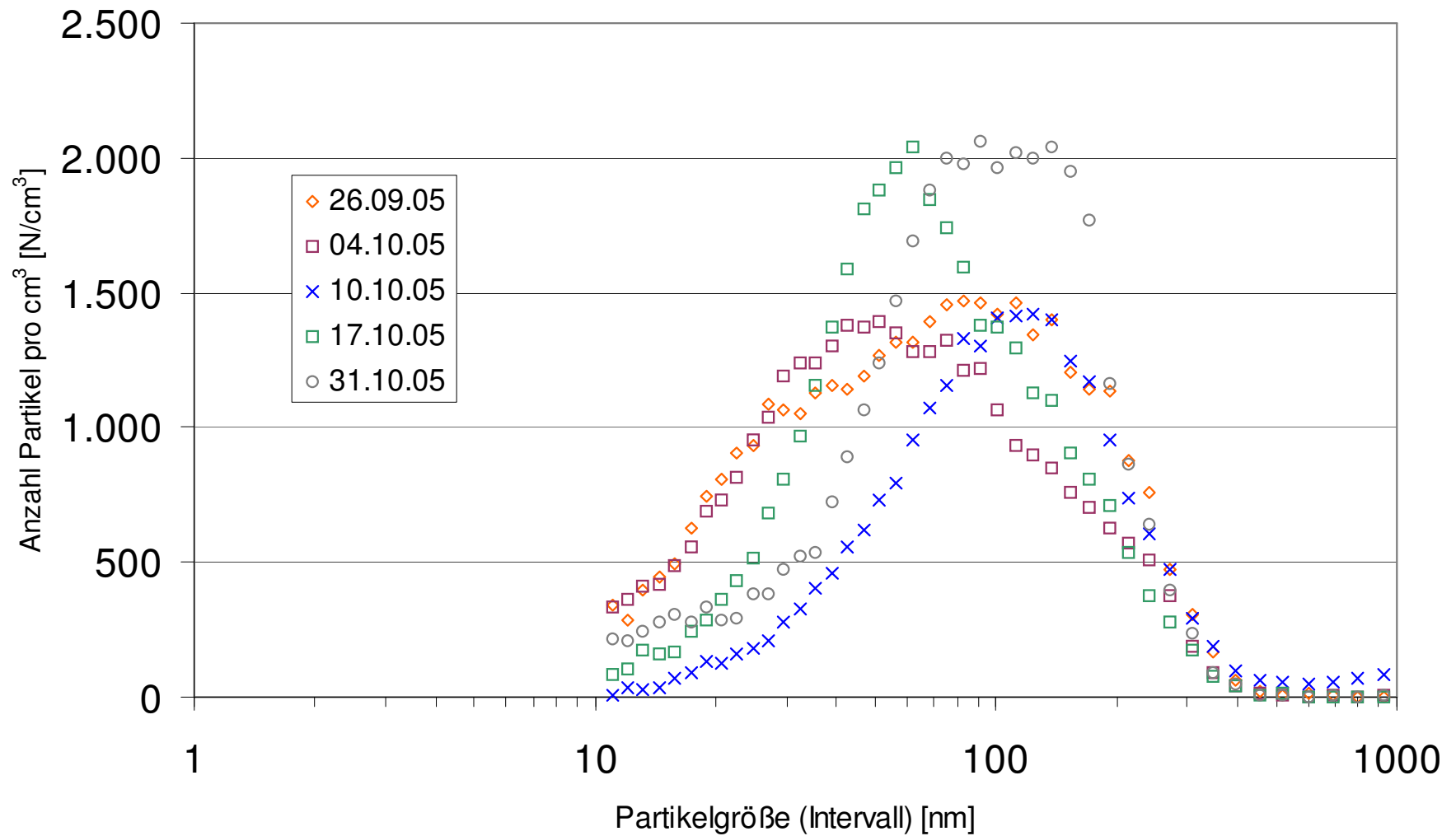
*Kondensationspartikelzähler  
(Condensation Particle  
Counter /CPC) mit Klassier-  
Einheit (Differential Mobility  
Analyzer /DMA)  
→ Scanning mobility particle  
sizer (**SMPS**)*



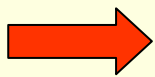
*Schematische Beschreibung eines SMPS (Scanning mobility particle sizer)*



*SMPS: Darstellung eines Messzyklus (Wohnraum-Partikelgrößenverteilung)*



*Beispiel Büroraum: Varianz von Einzelmessungen („Ausreißer“-bereinigt)*

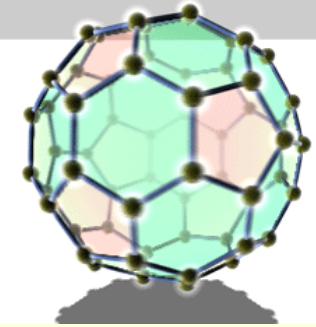


**Standardisierung der Messtechnik erforderlich!**

<b>Mess-Ort</b>	<b>Maximum Partikelzahlverteilung</b>	<b>Partikelzahl- konzentration</b>	<b>Massenkonzentration (Feinstaub)</b>
<b>Laborbereich</b>	50 - 110 nm	1 500 - 3 500 N/cm <sup>3</sup>	20 µg/m <sup>3</sup>
<b>Cafeteria</b>	40 - 150 nm	10 000 - 20 000 N/cm <sup>3</sup> (Nichtraucher) 40 000 - 70 000 N/cm <sup>3</sup> (Raucher)	800 µg/m <sup>3</sup> (Nichtraucher) 4 000 µg/m <sup>3</sup> (Raucher)
<b>Chemiebetrieb (Abfüllung)</b>	50 nm	80 000 N/cm <sup>3</sup>	3 900 µg/m <sup>3</sup>
<b>Raum- schießanlage</b>	140 nm	4 400 N/cm <sup>3</sup> (belüftet) 370 000 N/cm <sup>3</sup> (unbelüftet)	30 µg/m <sup>3</sup> (belüftet) 11 000 µg/m <sup>3</sup> (unbelüftet)

*Eigene Mess-Ergebnisse (Partikelgrößenbereich: 10 bis 1 000 nm)*

# Exposition



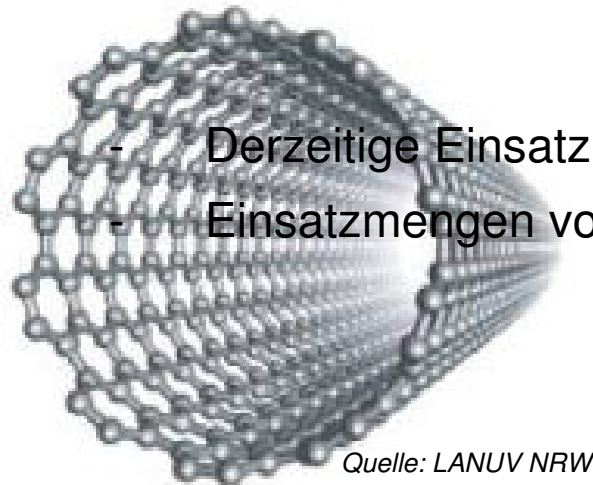
Gefährdungen durch Nanopartikel bei folgenden Tätigkeiten:

- Herstellung / Umgang mit Nanopartikeln (Gasphase, Pulver)
- Entsorgung bzw. Verwertung von Nanoprodukten
- Auch Arbeitsplätze, an denen ultrafeine Partikel durch ungewolltes Entstehen freigesetzt werden (Bsp.: Schweißbrauche, Schleifprozesse, Abrieb) sind im Blickfeld zu behalten.

Quelle: LANUV NRW

- Neuartige Substanzklassen: **Kohlenstoff-Nanoröhrchen** („CNT“)

## Fullerene („Buckyballs“)



Quelle: LANUV NRW

- Derzeitige Einsatzmengen von CNT bzw. Fullerenen: kg-Bereich/a
- Einsatzmengen von nanoskaligem  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{SiO}_2$ , Carbon Black: t-Bereich/a

<b>Mess-Ort</b>	<b>Maximum Partikelzahlverteilung</b>	<b>Partikelzahlkonzentration (Messbereich von 14 bis 700 nm)</b>
<b>Außenluft, Büroräume</b>	-	bis ca. 10 000 N/cm <sup>3</sup>
<b>Metallschleifen</b>	20 - 170 nm	bis ca. 130 000 N/cm <sup>3</sup>
<b>Weichlöten</b>	30 - 60 nm	bis 400 000 N/cm <sup>3</sup>
<b>Schweißen</b>	40 bis 600 nm	100 000 bis 40 Mio. N/cm <sup>3</sup>
<b>Bäckerei</b>	30 - 110 nm	bis 650 000 N/cm <sup>3</sup>
<b>Flughafenvorfeld</b>	< 45 nm	bis 700 000 N/cm <sup>3</sup>

*BGIA: Vorkommen von ultrafeinen Aerosolen an verschiedenen Arbeitsplätzen (SMPS)*

*Quelle: Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft, S. 469, 2005*



# Vorsorgender Arbeitsschutz:

- Technische Schutzmaßnahmen → geschlossene Systeme (Einhausungen) oder Einsatz nicht staubender Verfahren (flüssig/pastöse Phase)
  - Vermeidung von Staubexplosionen (Brand- und Explosionsschutz)
- Organisatorische Schutzmaßnahmen → deutliche Abgrenzung bzw. Kennzeichnung der Arbeitsbereiche
- Persönliche Schutzmaßnahmen → Verwendung von handelsüblichen Staubschutzmasken (FFP1, FFP2, FFP3) bzw. Schutzanzüge (Wartungsarbeiten / Störfälle)
  - Rückhalt von bis zu ca. 99 % für FFP3-Staubschutzmasken (BGIA)

# Voraussetzungen für die Verbesserung eines präventiven Arbeitsschutzes:

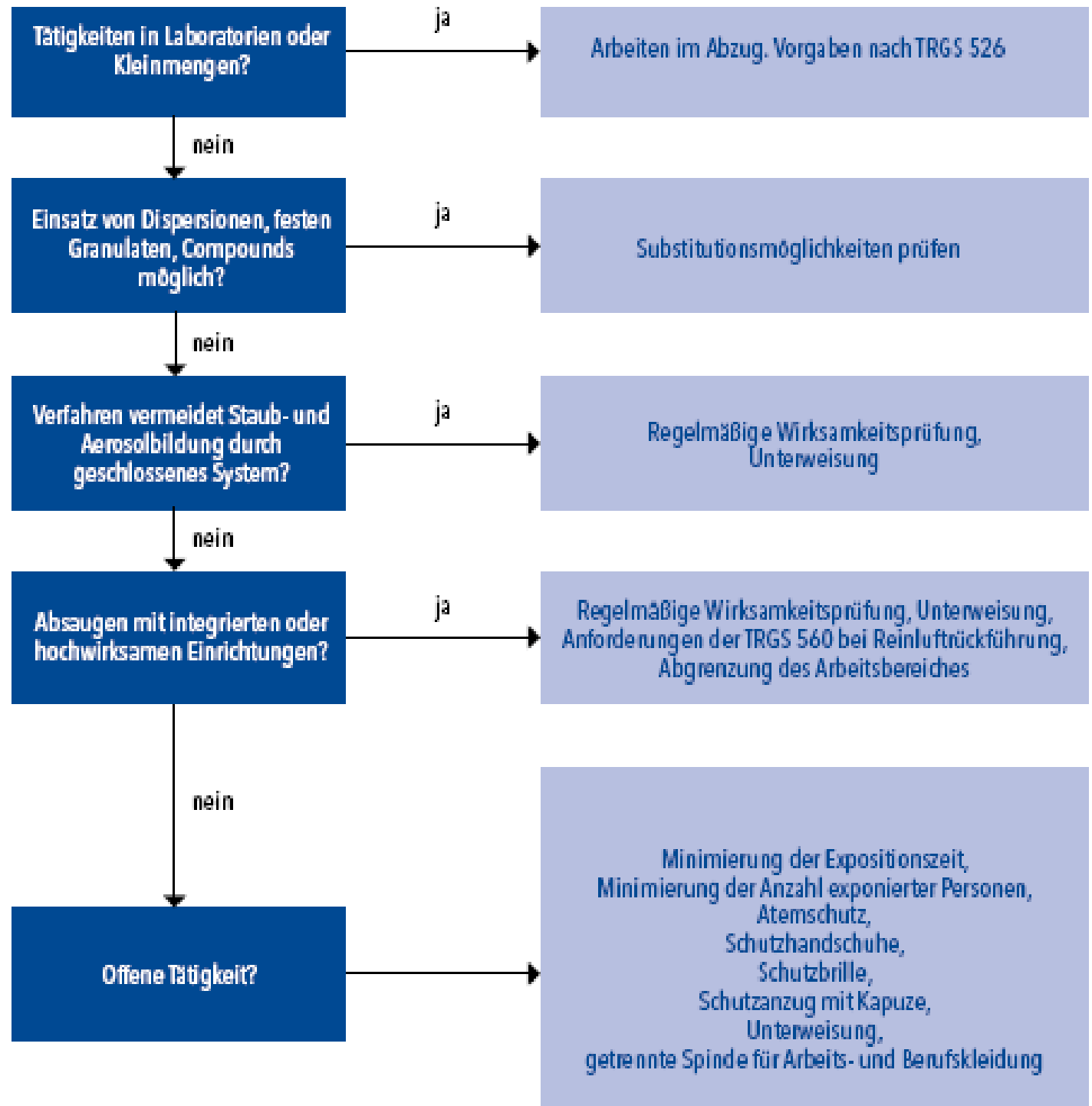
- Standardisierung von Messverfahren (Teilchenkonzentration)
- Beobachtung des Krankheits-Geschehens in Betrieben bzw. epidemiologische Erhebungen in der Arbeitswelt
- Information von Beschäftigten zu Sicherheits- und Präventionsmaßnahmen
- Schutzkonzeption für Tätigkeiten mit Nanopartikeln (s. nachfolgendes Ablaufschema)!

## **Informationsdefizite !**

Regulative Maßnahmen / Grenzwertsetzungen, wenn:

- Anwendung und Vorkommen von Nanopartikeln
- Wirkung von Teilchenkonzentration / Teilchengrößenverteilung

*Ablaufschema  
Gefährdungs-  
Beurteilung  
(BAuA und VCI)  
„Nanomaterial  
am Arbeitsplatz“  
(inhalative Route)*



# Gesetzliche Regelungen

**EU:** **keine Regelungen**, die sich speziell auf Nanopartikel bzw. UFP beziehen (auch für andere Länder nicht bekannt)  
→ Bezug auf **Feinstaub** (s. dort)

**REACH (CAS- bzw. EINECS-Verzeichnis):**  
→ **keine** eigene Registrierung der Nanofraktion

## **Lebensmittel/Kosmetika**

→ Reinheitskriterien enthalten **keine** Angaben zur Partikelgröße (ZuStoffZuVo)

# Feinstaub

## Arbeitsschutz

Für Stäube ohne spezielle toxische Merkmale (TRGS 900) gilt:

Allgemeiner Staubgrenzwert (einatembare, E-Staub): **10 mg/m<sup>3</sup>**

Alveolengängiger Staub (A-Staub): **3 mg/m<sup>3</sup>**

Für Stäube mit **cmr-Eigenschaften** (Bsp.: ChromVI-haltige Schweißbrauche) kann ein E-Staub-Richtwert abgeleitet werden: **0,100 mg/m<sup>3</sup>**

## Innenräume/Arbeitsräume

Arbeitsstättenverordnung / ASR5: „... die Qualität im Wesentlichen der Außenluftqualität entspricht“ → keine Regelung

## Immissionsschutz (PM10)

24-Stunden-Grenzwert (35malige Überschreitung pro Jahr): **0,050 mg/m<sup>3</sup>**

Jahresgrenzwert: **0,040 mg/m<sup>3</sup>**

 **Kein Bezug auf Teilchenkonzentration / Teilchengrößenverteilung !**

# Regulierungsfeld „Arbeits-, Umwelt- und Verbraucherschutz“

**SCENIHR** (EU-Ausschuss „Neu auftretende und neu identifizierte Gesundheitsrisiken“):

→ Verfahren zur Risikobewertung von Nanopartikeln sollten geändert werden, da weiterhin Wissenslücken bei neuartigen Nanopartikeln:

- Charakterisierung
- Detektion und Messung
- Toxikologie/Ökotoxikologie
- Möglicher Verbleib im Menschen und in der Umwelt

→ Stufenkonzept:

- Bewältigung des Informationsproblems
- Systematisierung / Bewertung der Risikoinformationen
- Umsetzung von Risikomanagement-Maßnahmen
- Weiterführen von Nano-Dialogen („Stakeholder“-Beteiligungen)
- Nachjustieren der regulativen Rahmenbedingungen

# Aktuelle Regulierungsdiskussion

Behördendialog (A, CH, D, Lie) in 2008:

- „Nano-Meldeverordnung“

Schwedische Ratspräsidentschaft in 2009:


- eigene Konferenz zur Regulierung von Nanomaterialien angekündigt („Kemikalieninspektion Schweden“)
  - Forderung, alle nanoskaligen Stoffe zu den potentiell zulassungspflichtigen Stoffen zu zählen (gescheiterter Änderungsantrag in der 2. Lesung zur REACH-VO)

Verbraucherschützer:

- Verwendung / Kennzeichnung ?



**Abgewogene Regulierung zur Sicherung von Chancen und zur Minimierung von Risiken notwendig !**



# ► Ausblick - ARGE Nanotechnologie in der LUBW

**ARGE Nano-Beteiligte:**

**33/Drechsler, 34/Höpker**



Baden-Württemberg



# Zusammenfassung

- Technologie: Neuartige Eigenschaften, Breites Anwendungsspektrum, großes Potenzial
- Toxikologie: auch neuartige toxikologische Eigenschaften, geringer Kenntnisstand zu Mechanismen, Expositionssituation unklar, Risikobewertung für Mensch und Umwelt derzeit sehr schwierig
- Arbeitsschutz: Standardisierung der Messtechnik erforderlich, erste Konzepte für präventiven Arbeitsschutz, Kenntnisstand für regulative Maßnahmen noch zu gering

# Nanotechnologie – quo vadis?

- Nanotechnologie wird viele Lebensbereiche (nicht wahrnehmbar) berühren
- Chancen sind derzeit klarer erkennbar als Risiken
- Nanotechnologie besitzt das Potenzial ein bedeutendes Umwelt- und Gesundheitsthema zu werden

“The role of the infinitely small in nature  
is infinitely large”

*Louis Pasteur*

# Forschung

- 7. EU Rahmenprogramm (3.5 Mrd. €)
- BMBF Nano-Initiative Aktionsplan 2010, ressortübergreifend
- Nanodialog
- Baden-Württemberg: ca. 35 Forschungseinrichtungen und ca. 80 Firmen.
- Umweltministerium B.-W.: Förderung von 6 Projekten im Bereich Umwelttechnologie

# ARGE-Nanotechnologie in der LUBW

- Aufbau von Kompetenzen innerhalb der LUBW zur Technologie, Toxikologie und Ökotoxikologie, Prävention, Messung und Bewertung von Nanopartikeln im Arbeits- und Umweltschutz
- Beratung des Umweltministeriums, Darstellung und Transfer von Erkenntnissen zu den Zielgruppen Umweltverwaltung und (Fach)-Öffentlichkeit
- Begleitung von Umweltforschungsprojekten des Landes im Bereich der Nanotechnologie
- Förderung des Informationstransfers und der Synergiebildung innerhalb der LUBW
- Kommunikation von Fort- und Weiterbildungsmöglichkeiten innerhalb der ARGE

# Wer ist die ARGE Nanotechnologie?



Name	Referat
Fr. Heesen (Fr. Dr. Zimmermann)	21
Fr. Dr. Tesseraux Hr. Dr. v.d. Trenck	23
Hr. Schneider Fr. Matysek	31
Fr. Drechsler	33
Hr. Dr. Höpker Fr. Dr. Wehrle Hr. Wurster	34
Hr. Dr. Zitzmann	35
Hr. Dr. Kohler	44
Hr. Dr. Creutzmacher Hr. Dr. Lump	72

# Aufgaben 2008

1. Einrichtung einer Informations- und Datenaustauschmöglichkeit mit Arbeitsmaterialien zur Nanotechnologie
2. „Nanotechnologie – quo vadis“ LUBW-Fachvortrag
3. Für den Themenausschnitt Arbeitsschutz und Toxikologie/Ökotoxikologie wird der derzeitige Stand des Wissens in Form eines Berichts zusammengefasst und bewertet (3. Quartal)
4. Die ARGE erstellt für ihre weitere Tätigkeit einen Stufenplan für die Bearbeitung von relevanten Aufgaben, die sich aus Punkt 2. und Punkt 3. ergeben

## **Informationen zu den Themen im Internet:**

**<http://www.bmbf.de/de/5915.php> (NanoCare)**

**<http://www.dialog-nanopartikel.de> (Nano-Dialog BMU)**

**[http://ec.europa.eu/nanotechnology/policies\\_en.html](http://ec.europa.eu/nanotechnology/policies_en.html) (EU-Strategie)**

**[http://www.suva.ch/nanopartikel\\_an\\_arbeitsplaetzen](http://www.suva.ch/nanopartikel_an_arbeitsplaetzen) (Unfallvers. CH)**

**<http://www.nano-map.de> (Nano-Technologie-Zentren in D)**

**<http://www.nanomat.de> (Netzwerk Nanomaterialien)**

**<http://www.nanoforum.org> (Nano-Anwendungen)**



**Vielen Dank!**