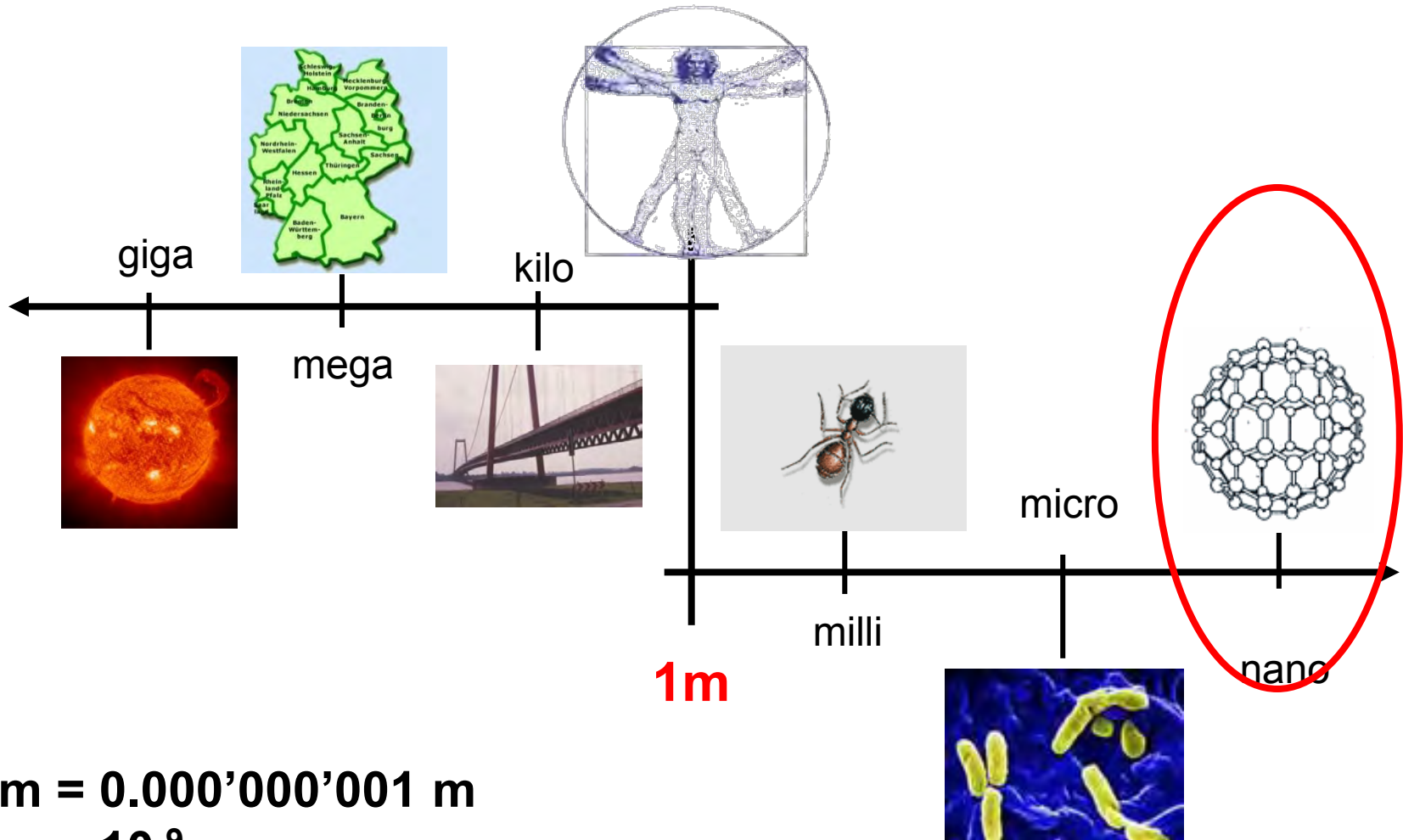


Nanotoxikologie: Wie toxisch sind nanoskalige Partikel wirklich?

Jean-Pierre Kaiser
Labor für Material – Biologie Interaktionen,
Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt, (Empa),
CH-9014 St. Gallen, Schweiz

24. Oktober 2011

Größenverhältnisse



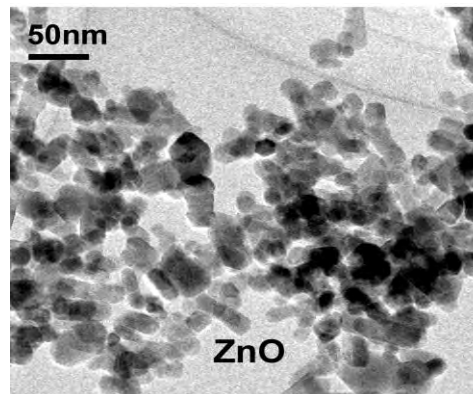
$$1 \text{ nm} = 0.000'000'001 \text{ m}$$

$$1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$$

$$1 \text{ nm} = 1/1'000 \text{ } \mu\text{m} = 1/1'000'000 \text{ mm} = 1/1'000'000'000 \text{ m}$$

Möglichkeiten der Exposition

- Waldbrände
- Vulkanasche
- Nanomaterialien aus Verbrennungsmotoren
(z.B. Abgas aus Dieselmotoren, Smog)
- Künstlich hergestellte Nanomaterialien
- Medizinische Applikationen
- Besondere Vorsicht ist geboten, wenn:
 - Frei oder in Aerosolen
 - Biopersitent
 - Verfügbar
 - Katalytisch aktiv



Einsatz von Nanomaterialien

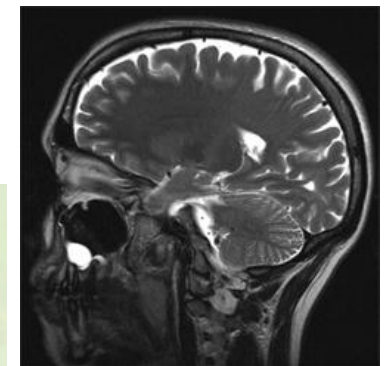
Antimikrobiologische Ausrüstung



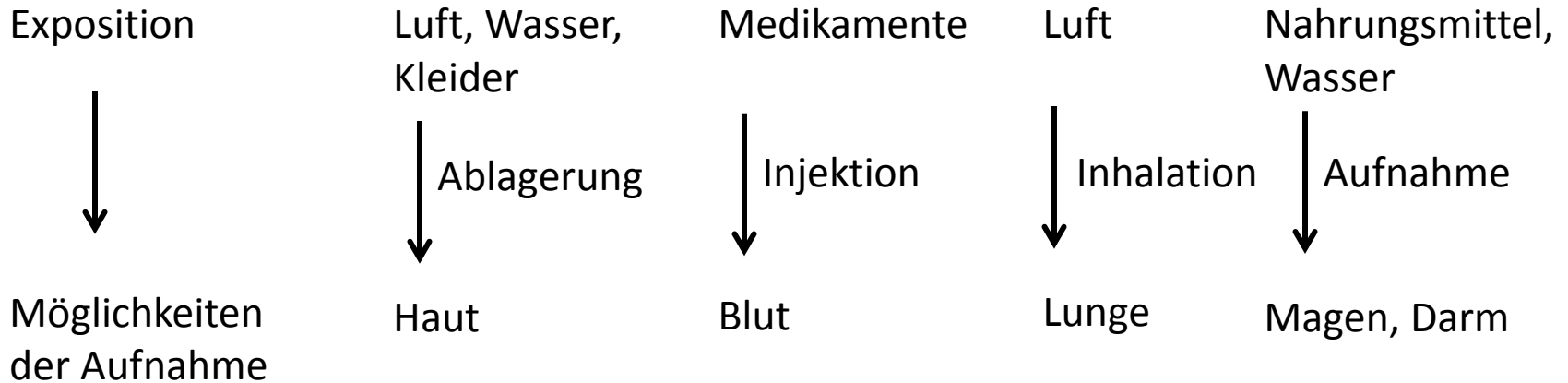
Mechanische Verstärkung von Compositmaterialien



Medizinische und kosmetische Applikationen



Diverse Möglichkeiten von Exposition



Was geschieht im Körper?
Sind Nanomaterialien toxisch?

Sollten sie toxisch sein – Wie gross ist für mich
das Risiko?

Was sind die biologischen Auswirkungen von
Nanomaterialien ?
Wie kann man potentielle Gefahren erkennen?

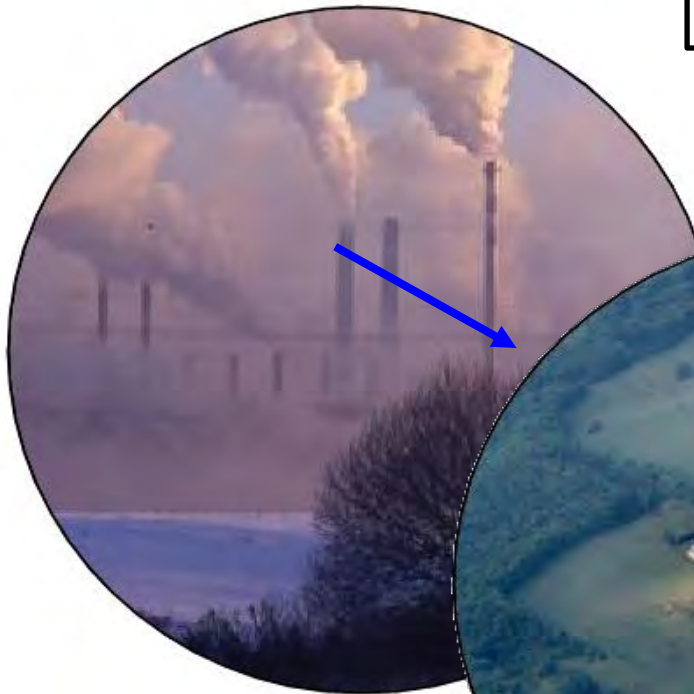
Risiko Beurteilung

Expositions -
Wahrscheinlichkeit (E)

Gefährdung (H)

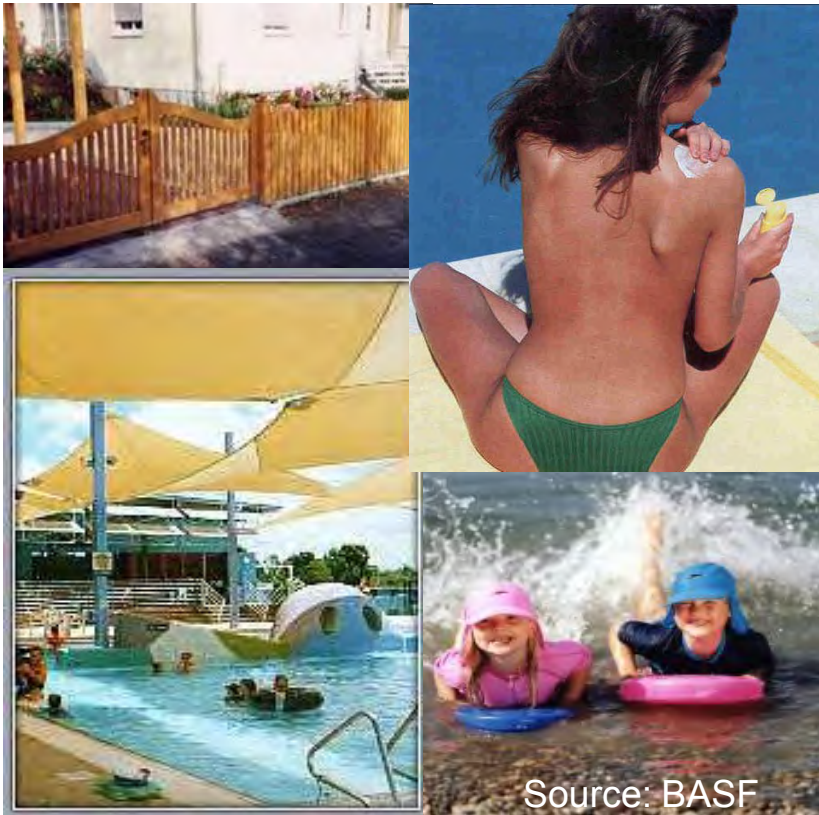
$$R = f_w \{E, H\}$$

Risiko (R)



Risiko Kommunikation

Nanomaterialien schützen vor UV-Strahlung



Titanium dioxide und Zink oxide absorbieren / reflektieren UV-Strahlung

Hautschutz gegen Krebs

- in Textilien
- in Sonnencremes

Schutz gegen UV-Strahlung für

- Polymere
- Holz

Wie gross ist das Risiko bei einer Exposition ?

Nicht jede biologische Auswirkung ist mit einem Risiko verbunden, da viele Vorgänge in unserem Körper selbstheilend sind.

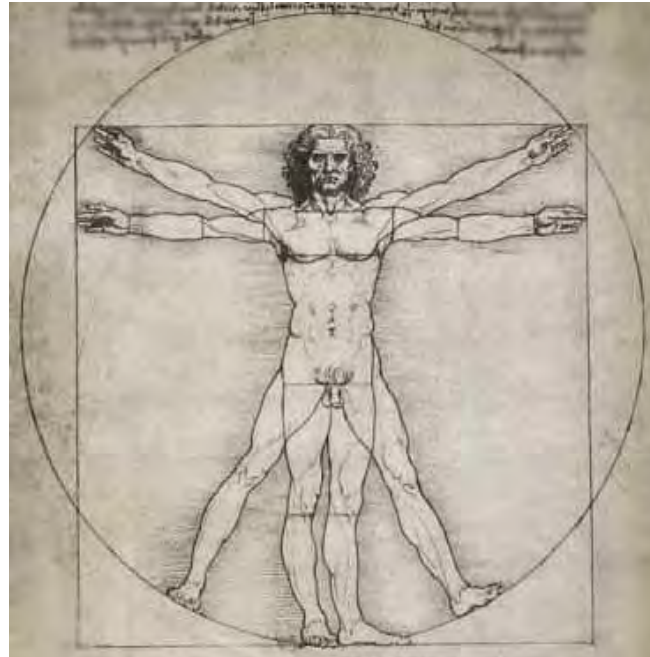
Ein Risiko besteht, wenn die Substanzen persistent sind und sich im Körper akkumulieren.

Ist die biologische Wirkung eines Materials nicht bekannt, so soll auf eine Exposition weitestgehend verzichtet werden.

Eintrittspforten für Nanomaterialien beim gesunden Menschen

Nase:

Oleofaktorischer
Nerv, Spezialfall



Magen/Darmtrakt:

Fläche: 2000m² inkl.
Mikrovilli, pH 2,
Darmschleimhaut dick
Abstand zu
Blutgefässen **gross**

Lunge:

140 m²

Luft/Blut Barriere **sehr dünn**
kleiner als eine Zellschicht

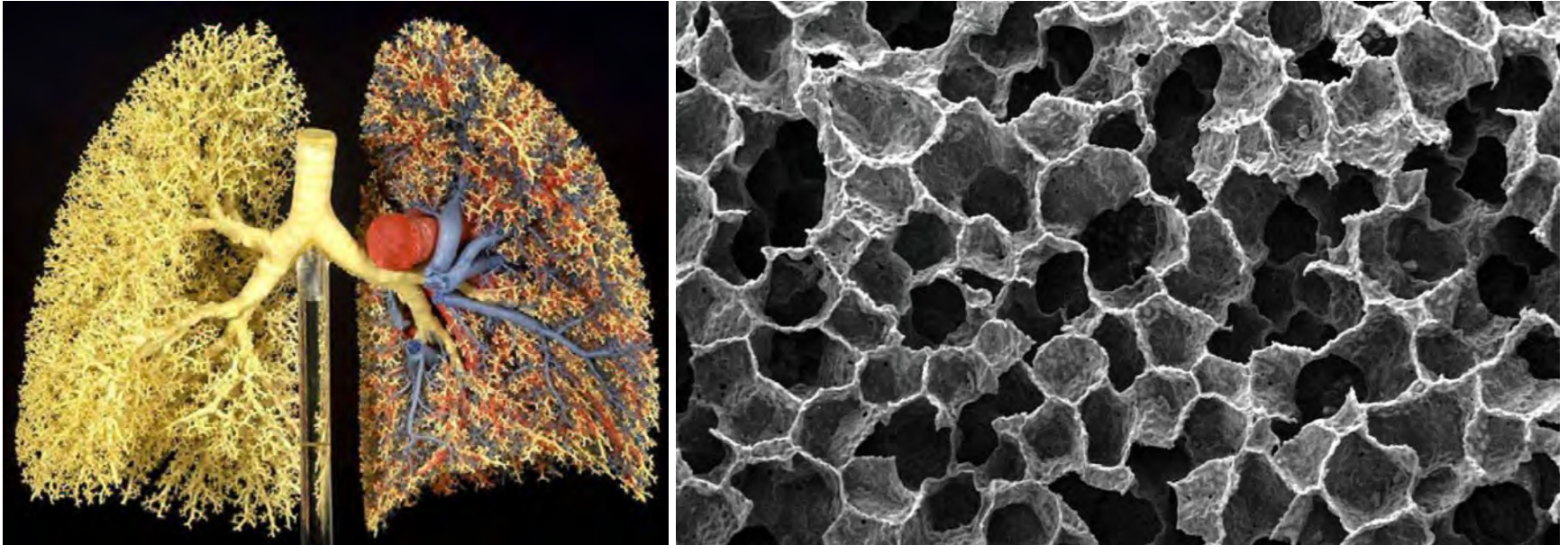
Haut:

2.0 m²

Barriere **sehr dick**,
Epidermis, Hornhaut

Haarfollikel	20/cm ²
Schweissdrüsen	150/cm ²
Talgdrüsen	15/cm ²

Lunge als Haupteintrittspforte für Nanoobjekte



Fläche: 140 m^2

Das Lungengewebe ist optimiert für den Gasaustausch.
Die Luft in den Alveolen ist nur einige hundert Nanometer vom fließenden Blut entfernt.

Atmung: $0.5 \text{ l} - 3 \text{ l}$; $6 \text{ l} - 120 \text{ l} / \text{min}$; pro 24h: $10 - 150 \text{ m}^3$

Durchschnittliche Belastung der CH-Luft (PM10): $50 \mu\text{g} / \text{m}^3$
Pro Tag ungefähr $0.5 - 7.5 \text{ mg PM10}$

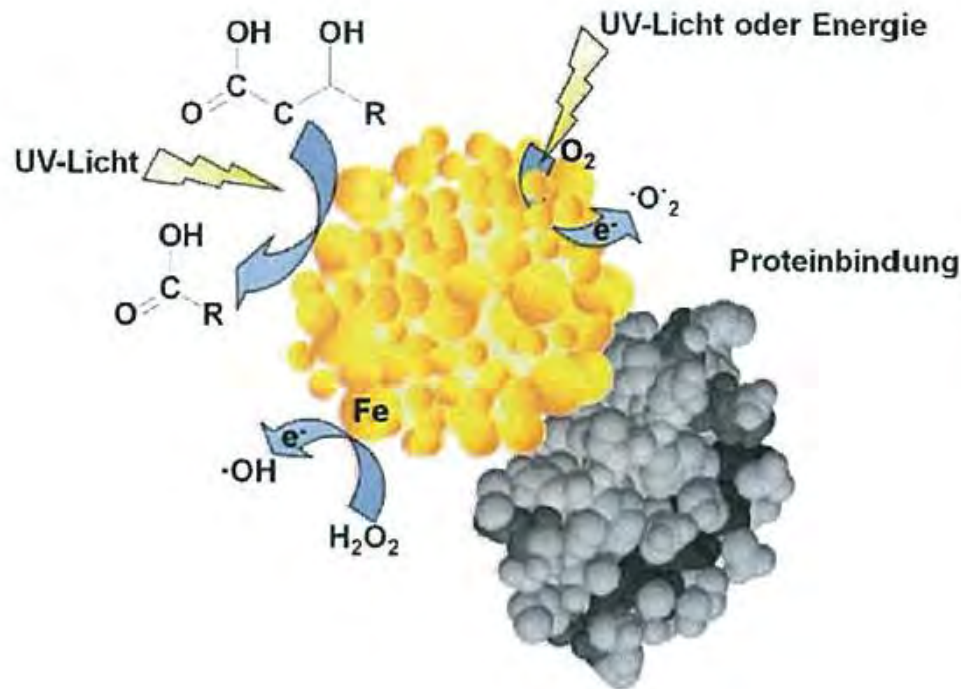
Entfernung von Partikeln aus der Lunge

- Mikro-zilläre Reinigungsmechanismen sind in den Alveolen der Lunge nicht vorhanden.
- Makrophagen (Fresszellen) nehmen partikuläre Fremdstoffe auf und transportieren diese in den bronchialen Bereich
- **→** Fremdstoffe werden via mikro-zillären Aktivitäten aus der Lunge entfernt.

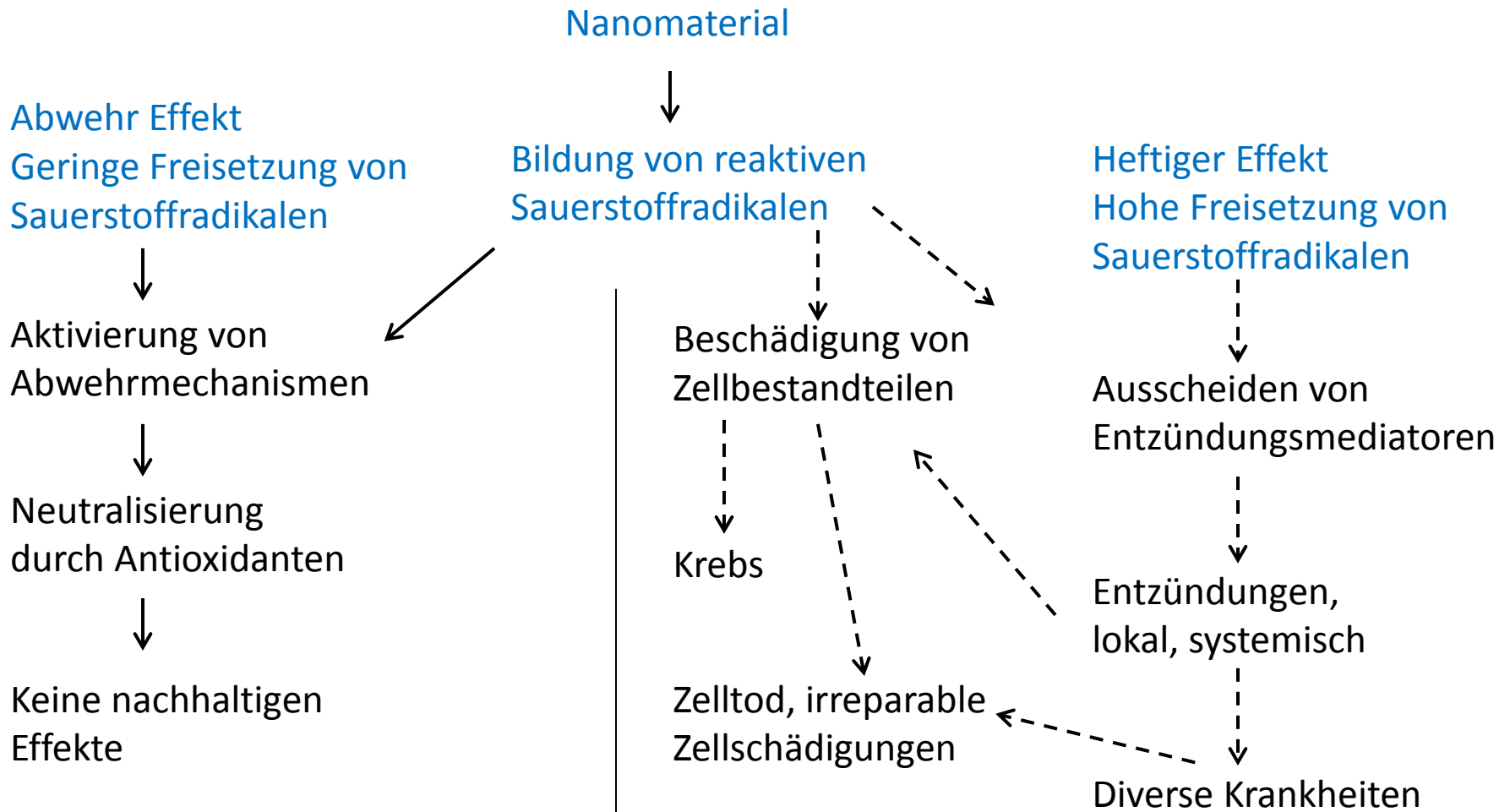
Bildung von reaktiven Sauerstoffradikalen

Die spezifischen Oberflächen von Nanomaterialien können zur Bildung von reaktiven Sauerstoffradikalen führen.

Reaktionen mit Zellkomponenten sind möglich.



Mögliche Effekte



Interaktion von Nanoobjekten mit biologischen Systemen

Wichtige Parameter von Nanoobjekten, die ihr Verhalten im Körper beeinflussen:

- Größe (Das Oberflächen/Volumen-Verhältnis nimmt mit Abnahme der Masse zu)
 - Oberflächenladung
 - Oberflächenchemie, -struktur und -geometrie (z.B. faserförmig)
 - Hydrophobie/Hydrophilie
 - Form/Kristallinität
- Diese Parameter können **gewollt** angepasst werden um Nanoobjekte **gezielt** in bestimmte Organe/an ihren Wirkungsort zu bringen
 - Dieselben Parameter müssen aber auch im Hinblick auf **toxische** Effekte in Betracht gezogen werden

Fazit

- Nanotechnologien gehören zu den Schlüsseltechnologien der Zukunft, die zahlreiche Neuerungen hervorbringen werden – auch für den alltäglichen Gebrauch
- Verantwortungsvoller Umgang mit neuen Technologien notwendig; dies gilt selbstverständlich auch für die Nanotechnologien
- Information der Konsumenten unerlässlich; dies ist sowohl eine Bring- als auch eine Holschuld

