

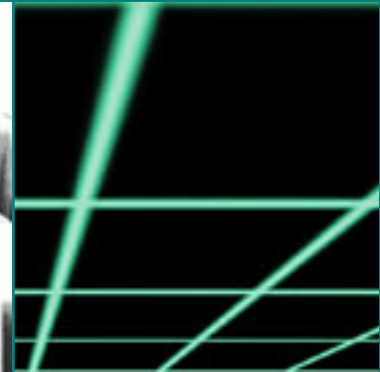
**SRB-Fachtagung:  
Chancen und Risiken der  
Nanotechnologien –  
Der Schweizer Aktionsplan  
Zürich, 1. April 2011**

Vorsorgeraster für  
synthetische Nanomaterialien

 Schweizer Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

 Bundesamt für Umwelt BAFU  
Bundesamt für Umwelt BAFU

$$V = N \cdot (W \cdot E + S)$$



**Dr. Jürgen Höck  
TEMAS AG**



## Agenda

1. Vorstellung: was macht die TEMAS?
2. Was muss man über „nano“ wissen, um mitreden zu können?
3. Was sind die Chancen? Überblick über aktuelle Entwicklungen
4. Wo ist mit Risiken zu rechnen?
5. Wie wird reguliert? Der Schweizer Aktionsplan
6. Gibt es Fragen?



# 1. Was macht die TEMAS? Die zwei Geschäftsbereiche

## Technologie Treuhand Services

- Zielgruppen: Technologieorientierte Unternehmen, Investoren
- Kompetenzen: Unterstützung für den klassischen Innovationsprozess und die Open Innovation Prozesse, Evaluation von Projekten und Technologien, Chancen und Risiken von Technologien auf der Nano-Skala

## Technologie Management Services

- Zielgruppen: Öffentliche Hand, Behörden, Institutionen
- Kompetenzen: Innovations-Strategien, Umsetzung von Programmen, Evaluationen, Consulting, ...
- Teilnahme an nationalen und europäischen Programmen, Projekten und Netzwerken  
(NoE, COST, FP5-FP7, WING, Austrian Nano Initiative, SIINN, GLOVAL, ...)



## 2. Was muss man über „nano“ wissen, um mitreden zu können?



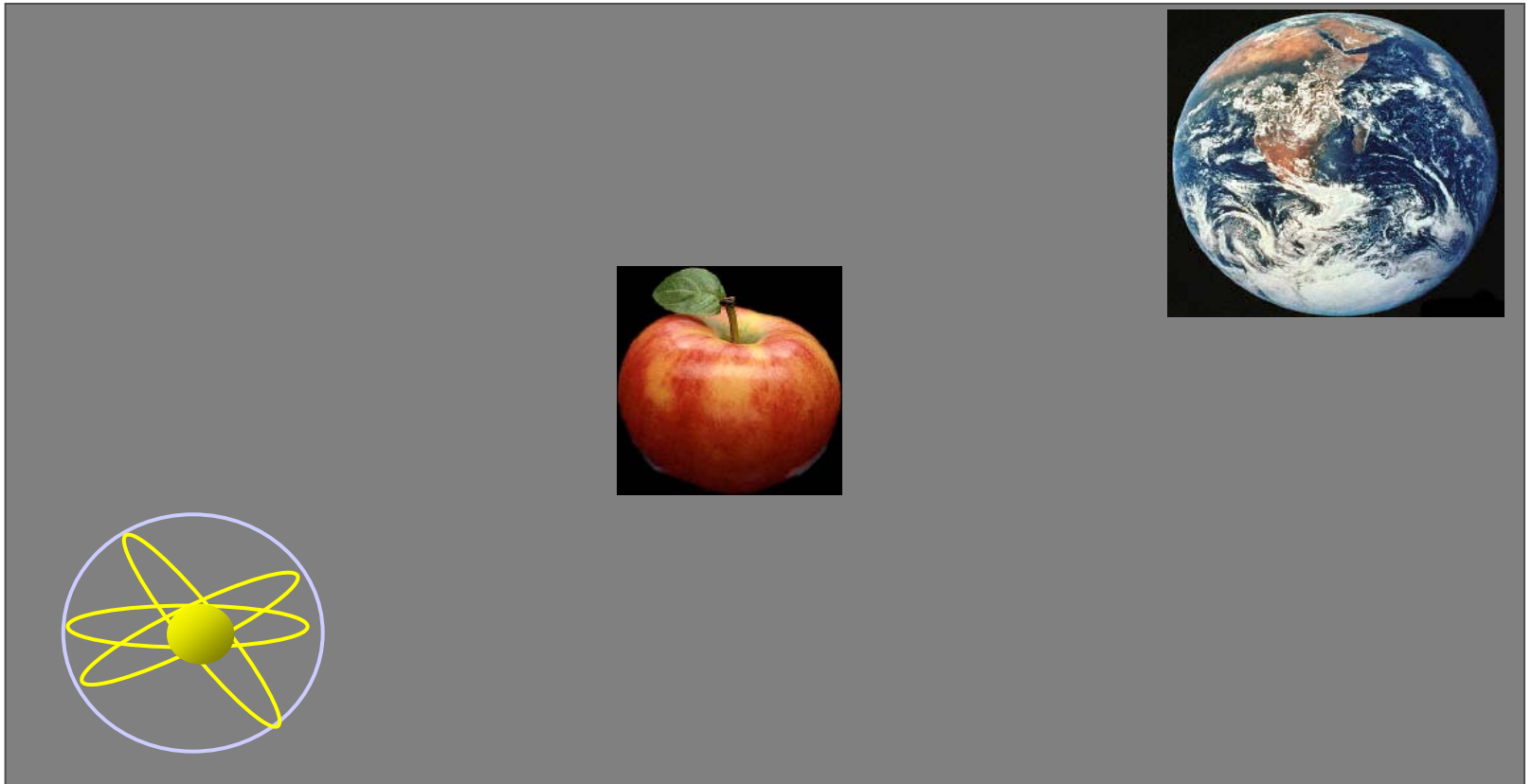
**Nanos** [*griechisch*]: der Zwerg

- **nano** ist nur eine VORSILBE wie **milli** oder **mikro**
- Also nano ⇒ Nanometer

2.



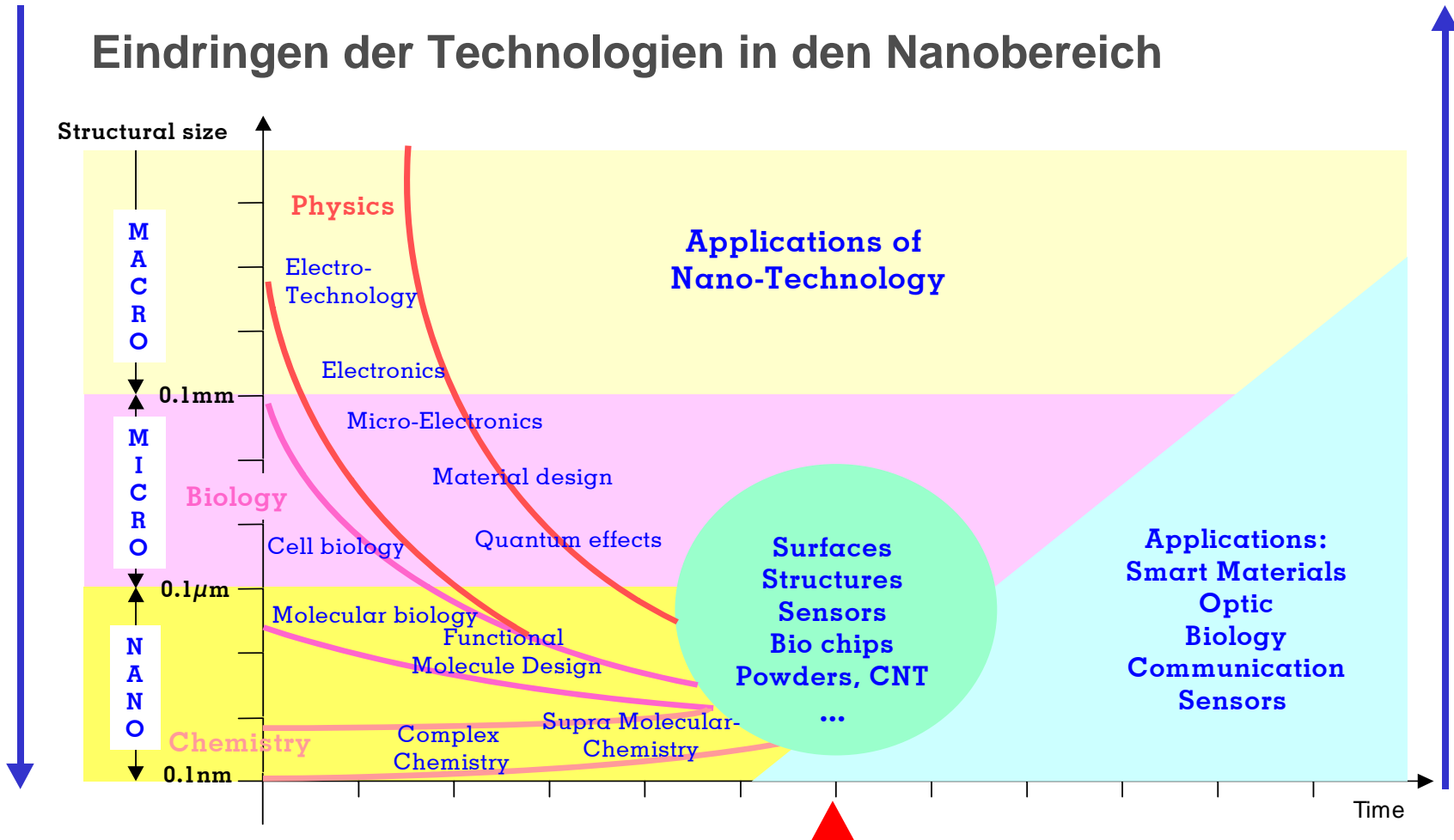
## Grössenvergleich



Quelle: Universität Basel



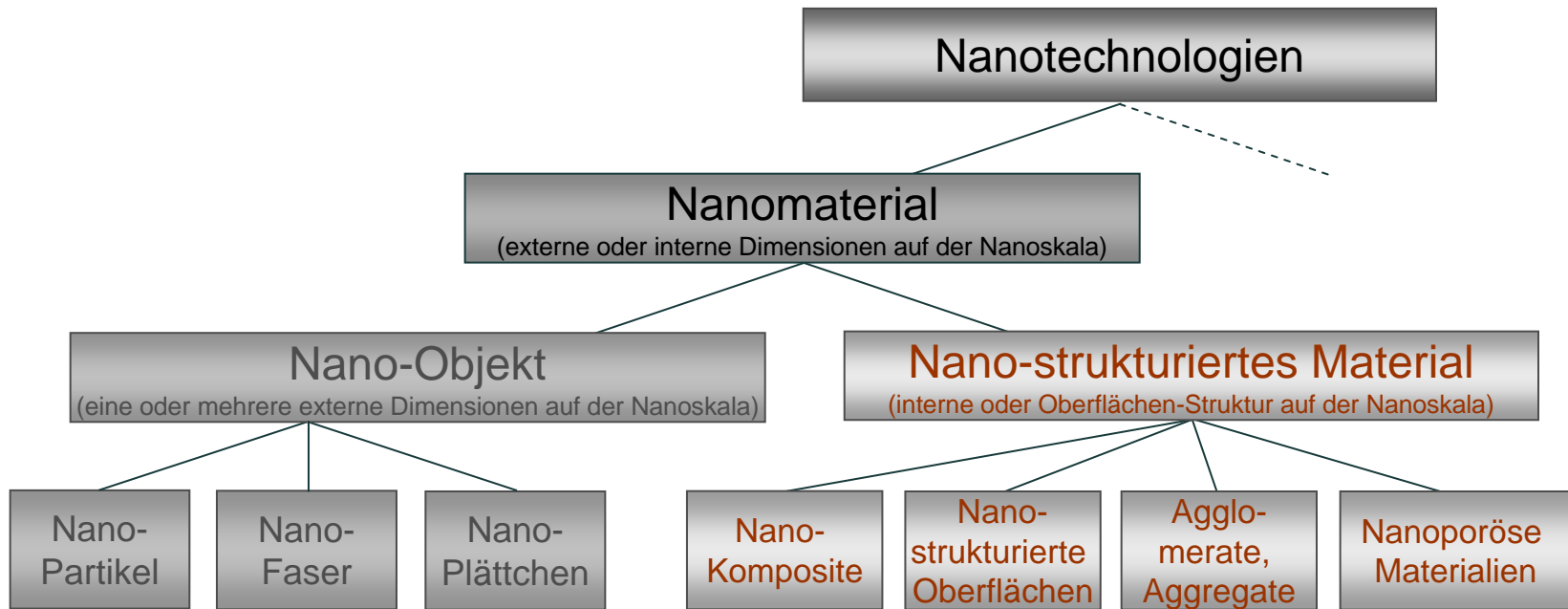
## Eindringen der Technologien in den Nanobereich



Quelle: according to VDI



## Gibt es *eine* Nanotechnologie?

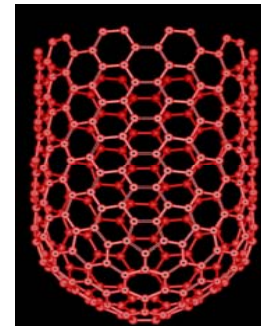
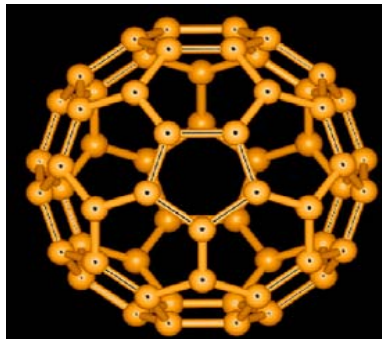
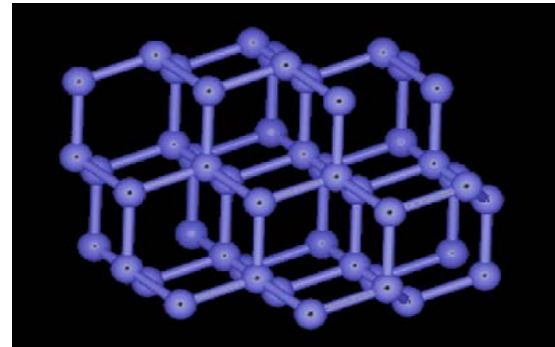
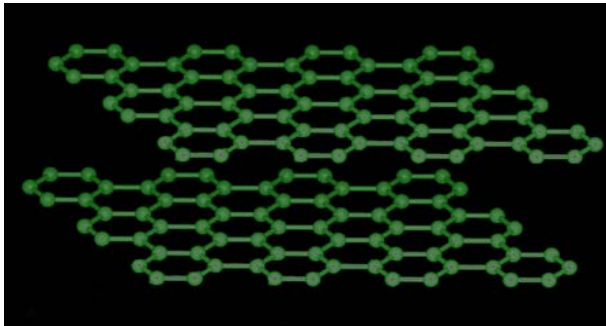


Quelle: ISO TS 27687

2.



**Strukturen werden wichtiger als Zusammensetzung:**





### 3. Was sind die Chancen? Überblick über aktuelle Entwicklungen

Welche Eigenschaften heben „nano“ ab?

- a) Grosse Oberflächenaktivität wegen grosser Oberfläche im Vergleich zum Volumen
- b) Verstärkte oder komplett neue Eigenschaften durch Quanteneffekte
- c) Strukturelle Besonderheiten:
  - Die reine Grösse
  - Einfluss der Form
  - Dicke von Schichten
  - Strukturen im Nanometerbereich



## Wie werden Nanomaterialien mit Vorteil eingesetzt?

### A. Allgemein:

- Zur Einsparung von teuren Materialien (z.B. Katalysatoren)
- Erzielen gleicher Funktionalität bei geringerer Menge (z.B. Nanosilber wegen Toxizität)
- Durchsichtigkeit einer Anwendung durch geringe Grösse von Partikeln (z.B.  $\text{TiO}_2$  in Sonnenmilch)
- Ergänzung von bestehenden Eigenschaften von Bulkmaterialien, ohne diese Eigenschaften zu beeinträchtigen (z.B. Flammschutz mit Alumo-Schichtsilikaten)



- Anpassung von Oberflächeneigenschaften ohne sonstige Änderung von Materialeigenschaften (z.B. tribologische Schichten im Nanometerbereich)
- Gezielte Lichtbeugung an Oberflächen (z.B. Strukturen im Nanometer-Bereich)
- Verstärken oder gezieltes Einführen von mechanischen Eigenschaften (z.B. CNT-Komposite in Fahrradrahmen)



## B. Spezifische Beispiele:

### Nanographit

Aus Kunststoff gefertigte Abfallbehälter für Lösemittel müssen über eine definierte elektrische Ableitfähigkeit verfügen, um Explosionsschutz zu gewährleisten. Mit der Anforderung an die Behälter, dass der Flüssigkeitsstand von aussen sichtbar sein muss versagt der Einsatz von normalem Graphit - er färbt den Kunststoff zu dunkel.

Nanoskaliger Graphit lässt sich in den Kunststoff einarbeiten und erzeugt schon bei viel kleineren Mengen das Auftreten der gewünschten Ableitfähigkeit. Durch die kleineren Mengen an Graphit entsteht im Kunststoff nur noch eine leichte Graufärbung, der Flüssigkeitsstand ist noch erkennbar.



## Nanoporöse Glasmembranen

Membranen und Molekularsiebe im High-Tech-Einsatz erfordern heute vielfach eine Kombination aus massgeschneiderter Form, monodispersen Poren in einem weiten Grössenbereich, modifizierbaren inneren Oberflächen, hohen Stabilitäten und guter biologischer Verträglichkeit. Verfügbare Materiallösungen stossen hier an ihre Grenzen.

Hochreine ultradünne nanoporöse Glasmembranen können, anders als Zeolithe, in einem weiten Porengrössenbereich definiert synthetisiert werden und lassen sich damit auch als Molekularsiebe für grössere Moleküle einsetzen. Diese Glasmembranen können in stark unterschiedlichen Formen hergestellt werden.



## Nanokomposit-Werkstoffe im Automobilbereich

Schwere metallische Materialien sollen heute möglichst durch leichte Kunststoffe ersetzt werden, ohne dass Einbussen in den Eigenschaften der Bauteile auftreten. Der Einsatz handelsüblicher Kunststoffe und üblicher Füllstoffe kann im besten Fall einige der Anforderungen erfüllen, dabei müssen teilweise erhebliche Anteile an Füllstoffen eingebracht werden.

Nano-Schichtsilikate mit geeigneter Oberflächenmodifikation lassen sich stabil in Polymere einbringen. Sie bewirken eine erhöhte Temperatur-Toleranz, und ermöglichen den Einsatz industriell üblicher Lackierverfahren. Zum Anderen bewirken sie eine Reduktion des Ausdehnungskoeffizienten, die Bauteile lassen sich deshalb besser integrieren. Die ursprüngliche Optik wird nicht beeinträchtigt.



## Nanoverkapselung für medizinische Zwecke

Grosse Wirkstoffe wie Proteine oder Antikörper für schwer heilbare Krankheiten durch körpereigene biologische Barrieren zu transportieren ist ein Problem. Es besteht deshalb ein Bedarf an geeigneten Transportsystemen, die von den Barrieren im Körper nicht aufgehalten werden. Zudem müssen diese Transportsysteme Wirkstoffe an den richtigen Stellen im Organismus freisetzen können.

Nanoskalige Partikel werden aktiv durch körpereigene Barrieren transportiert. Sie können deshalb als Transportmittel auch für grössere Makromoleküle verwendet werden, um die Wirkstoffe durch die Sperren im Körper zu schleusen. Nanopartikel können auch gezielt auf bestimmte Organe abgestimmt werden. Gegenwärtig werden Methoden erprobt, um die Freisetzung der Wirkstoffe "auf Knopfdruck" zu ermöglichen.



## Fügen von kleinsten Bauteilen durch Nanostrukturen

Mit zunehmender Verkleinerung und steigender Komplexität der Bauteile im Bereich Mikromechanik und Halbleiterindustrie werden die Anforderungen an Technologien zum Fügen dieser Bauteile stetig strenger. Nachteilig bei den gängigen Methoden sind vor allem die hohen Temperaturen beim Fügen sowie die aufwändige Vorbereitung der zu verbindenden Teile.

Durch das Aufbringen spezieller nanoskaliger Strukturen auf die Oberflächen der zu fügenden Teile lassen sich diese Teile auf eine Art und Weise verbinden, die einem Klettverschluss sehr ähnlich ist. Die enorme Oberfläche der Nanostrukturen erzeugt eine Anhaftung der Teile auf praktisch allen festen Oberflächen. Die Vorteile dieser Methode sind unter anderem ihre Einsetzbarkeit bei beliebigen Temperaturen, ihre Reversibilität, Stabilität und Flüssigkeitsdichtheit.



## C. Aktuelle F&E-Schwerpunkte

- Markenschutz für Textilien durch Verwendung unsichtbarer Markierungen
- Erforschung von Verfahren und Polymeren zur Herstellung von Nanofasern und deren textile Nutzung
- Nano-Meltblown-Fasern für Filtermedien
- Metall-Nanopartikel-Kompositmaterialien für organische Leuchtdioden
- Nanogefüllte Kunststoffe für Optiken mit neuen Funktionalitäten



- Molekulare Gasphasenabscheidung zur Funktionalisierung nanostrukturerter Oberflächen
- Nanoporige Oxidschichten für die Gassensorik
- Erforschung elektrisch leitfähiger Druckfarben auf der Basis von Nanopartikeln
- Maßgeschneiderte multifunktionale Nanostäbe und Nanoröhren
- Funktionalisierte Nanoröhren und Nanodrähte für die (Bio)chemische Analytik und medizinische Diagnostik



- Nanoskalige Hohlstrukturen mit eingebetteten Gastmolekülen für neue aktive Korrosionsschutz-Systeme
- Nanophotonik mit Oxiden
- Nanopartikelverstärkte polymere Hochleistungskunststoffe – technische Leistungsfähigkeit und wirtschaftliche Herstellverfahren
- Schnelle thermische Aushärtung von Klebstoffen über nanoskalige Energieabsorber



- Entwicklung einer Nanotechnologie zur Erzeugung hafter und langzeitstabiler Verbunde zwischen pulverlackierten Oberflächen und Silikondicht- bzw. klebstoffen
- Antimykotische, antibiotische und flammhemmende Nanofunktionalisierung von Mehrschicht-Monofilamenten für Kunstrasenanwendungen
- Hochleistungsbrandschutzbeschichtungen unter Verwendung von Nanopartikeln
- Beschichtungen mit foto-katalytischen Nanopartikeln zur Selbst-Reinigung und Selbst-Desinfektion von Oberflächen



- Entwicklung und Funktionsnachweis eines mobilen Adsorptionsspeichers auf der Basis nanoporöser Materialien mit hoher Speicherdichte für gasförmige Kraftstoffe
- Einsatz von innovativen Nanowerkstoffen in Gummimischungen zur Verbesserung der Funktionalitäten von Reifen und technischen Elastomerprodukten im Automobilbereich
- ...



## 4. Wo ist mit Risiken zu rechnen?

Wird ein Bulk-Material bis in den Nanometer-Bereich verkleinert, so können sich seine Eigenschaften verändern:

- Verstärkte oder neue physikalische oder chemische Eigenschaften
- Andere Wechselwirkung mit der Umwelt über Grösseneffekte

⇒ Parallel zum Auffinden und der Nutzung neuer Funktionalitäten ergibt sich daraus die Notwendigkeit zur Betrachtung von nanospezifischen Risiken, um eine nachhaltige Entwicklung sicher zu stellen

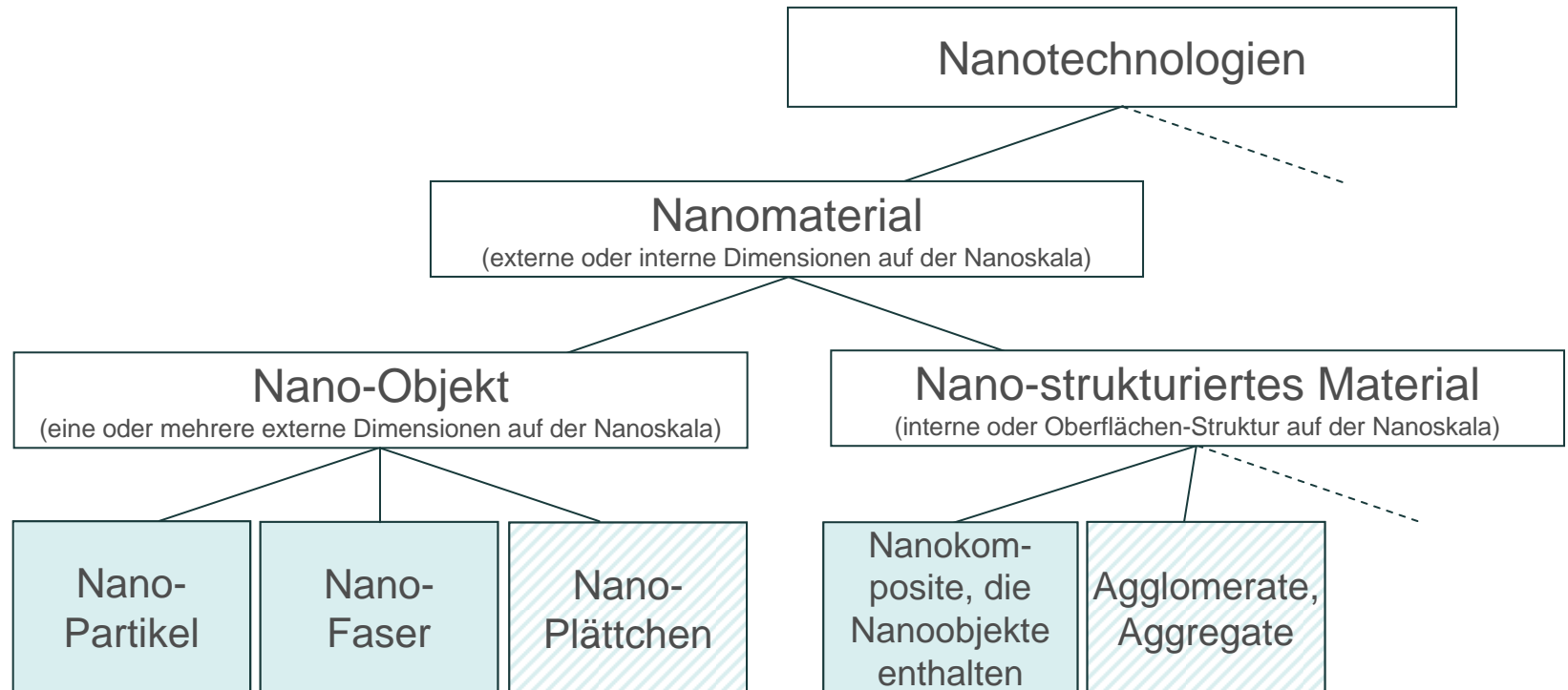


## Unterscheidung zwischen Gefahr und Risiko

- **Gefahr (engl. hazard):** Das Potenzial, Schaden zu verursachen; als intrinsische Materialeigenschaft nicht zu minimieren
- **Risiko:** Die Wahrscheinlichkeit, dass ein Schaden eintritt; keine intrinsische Materialeigenschaft und damit zu minimieren



## Eingrenzung des Fokus für Betrachtung von Nanosicherheit



Quelle: ISO TS 27687



## 5. Wie wird reguliert? Der Schweizer Aktionsplan

### Ausgangslage

- Das Wissen um Belastungsquellen, Marktvolumen, toxikologische Effekte und Umweltverhalten der meisten synthetischen Nanomaterialien ist nach wie vor mangelhaft.

*Diese Lücken lassen eine fundierte Risikobeurteilung nicht zu.*

- Fehlende Definitionen, Mess- und Testmethoden.

*Dies erschwert die Erarbeitung regulatorischer Anforderungen an Nanomaterialien und die Kommunikation.*



- Bestehende Unsicherheiten und lückenhafte Regulierungen.

*Diese können zu falschen Einschätzungen der Risiken führen und ein Hemmnis für Innovation darstellen.*

- Die spezifischen Eigenschaften von Nanomaterialien werden durch die heutigen Regulierungen nicht berücksichtigt.

*Anpassungen brauchen Zeit.*

- Produkte mit Nanomaterialien sind auf dem Markt.



Auf **Gesetzesstufe** sind die Voraussetzungen gegeben, um Nanomaterialien zu regeln. Die Selbstkontrolle und das Vorsorgeprinzip sind im Lebensmittel-, Chemikalien- und Umweltrecht verankert. Das heisst:

- Die Bestimmungen gelten implizit auch für Nanomaterialien in Lebensmitteln, Kosmetika, Konsumprodukten, Chemikalien, Bioziden etc.
- Hersteller sind verpflichtet, die Sicherheit ihrer Produkte zu prüfen und erforderliche Massnahmen im Rahmen der Selbstkontrolle zu ergreifen:
  - Einstufung, Kennzeichnung, Verpackung
  - Sicherheitsdatenblatt



Vor diesem Hintergrund hat der Schweizer Bundesrat den **Schweizer Aktionsplan Synthetische Nanomaterialien** verabschiedet ([www.umwelt-schweiz.ch/div-4002-d](http://www.umwelt-schweiz.ch/div-4002-d)).

Schwerpunkte:

- Wegleitung: Anforderungen an Sicherheitsdatenblätter von synthetischen Nanomaterialien
- Vollzugshilfe zur Entsorgung von industriellen und gewerblichen Abfällen von synthetischen Nanomaterialien
- Bessere Information der Konsumentinnen und Konsumenten über Nanomaterialien in Produkten
- Analyse des Handlungsbedarfs Störfallvorsorge: Kriterien und Mengenschwellen für Brand- und Explosionseigenschaften oxidierbarer Nanopartikel, Störfallszenarien
- Konkretisierung der Selbstkontrolle



## Der Vorsorgeraster für synthetische Nanomaterialien

### Problemstellung

Schutzmassnahmen für Arbeitnehmer sind verfügbar, aber nicht das Wissen, wann sie überhaupt eingesetzt werden müssen – und wenn ja, welche. Dies führt zu einem Entscheidungsvakuum und grosser Unsicherheit auf Seiten der Industrie, speziell der KMU.

Der Aktionsplan beinhaltet deshalb auch die **Einführung eines Vorsorgerasters** für Produkte und Anwendungen mit synthetischen Nanomaterialien als zentrale Massnahme zur **Stärkung der Eigenverantwortung der Industrie**.



## Zielsetzung

Der Vorsorgeraster soll als freiwilliges Hilfsmittel ...

- ... die Eigenverantwortung von allen an der Nanotechnologie-Wertschöpfungskette Beteiligten gegenüber Arbeitnehmern, Konsumenten und der Umwelt stärken
- ... alle Nanomaterialien behandeln, als gäbe es noch keine Untersuchungen für spezifische Fälle, um eine gleichermassen objektive Beurteilung zu ermöglichen
- ... das differenzierte Herangehen an unterschiedliche nanospezifische Fragestellungen von Fall zu Fall auslösen und erleichtern
- ... Handlungsschwerpunkte für den Gesundheits- und Umweltschutz aufzeigen, wo dies nötig und sinnvoll ist
- ... die Kommunikation zwischen allen Interessengruppen objektivieren und erleichtern

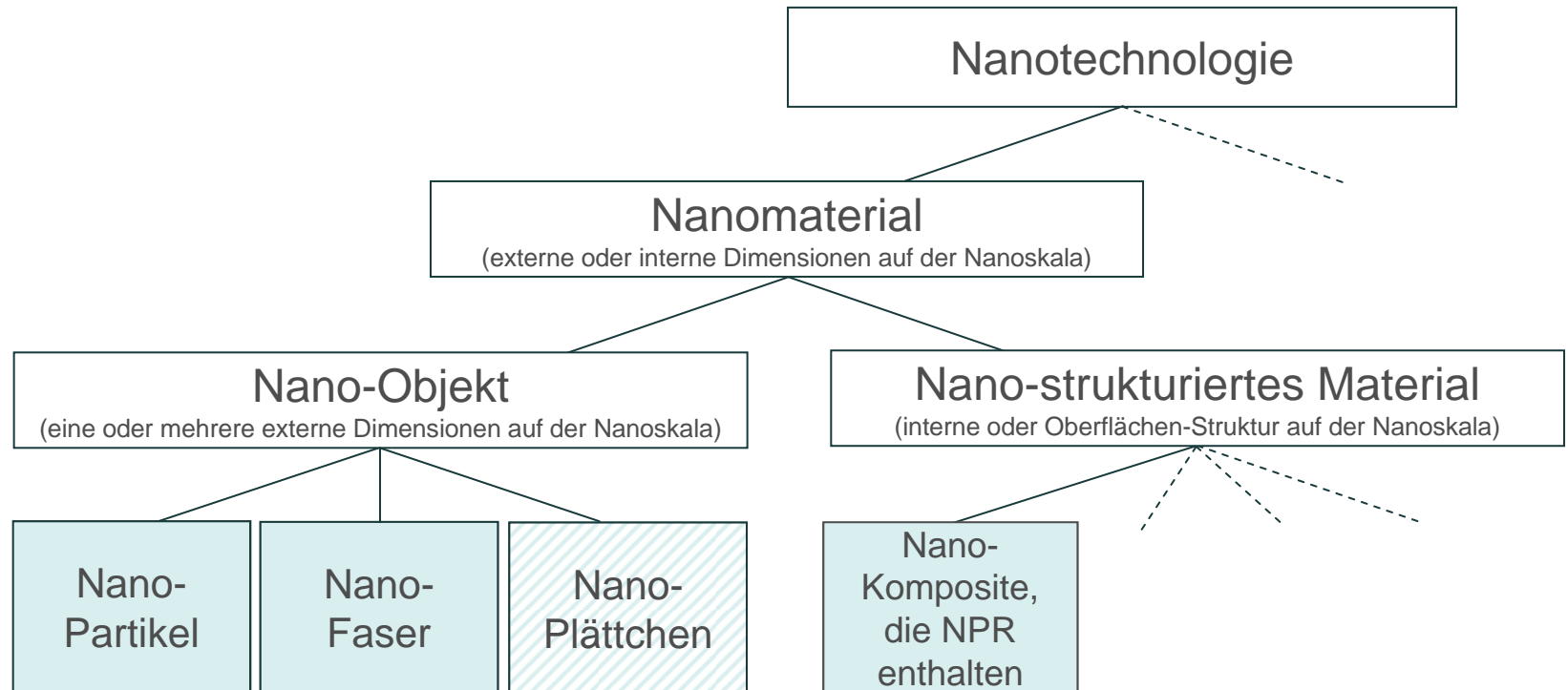


## Rahmenbedingungen für die Entwicklung des Vorsorgerasters

- Fokus auf synthetische Nanomaterialien
- wenige Parameter, auf wissenschaftliche Grundlagen gestützt
- Abfrage in Form eines Fragebogens
- allgemein anwendbar
- soweit als möglich ohne Expertenwissen anwendbar
- gezieltes Auffinden und Darstellen von Vorsorgebedarf für Arbeitnehmer, Verbraucher und Umwelt
- Anzeige der Notwendigkeit für vorsorgliche Massnahmen
- offen für Anpassungen / Verbesserungen!



## Weitere Eingrenzung des Fokus

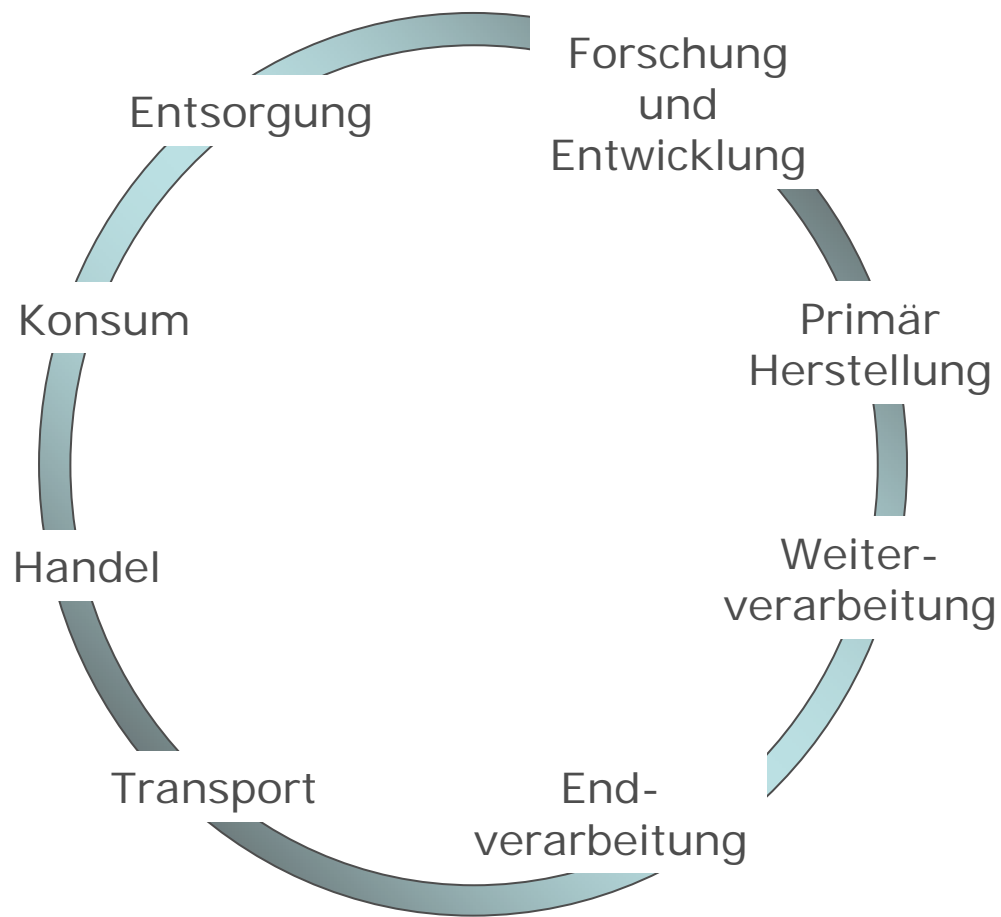


⇒ **NPR**

Quelle: ISO TS 27687

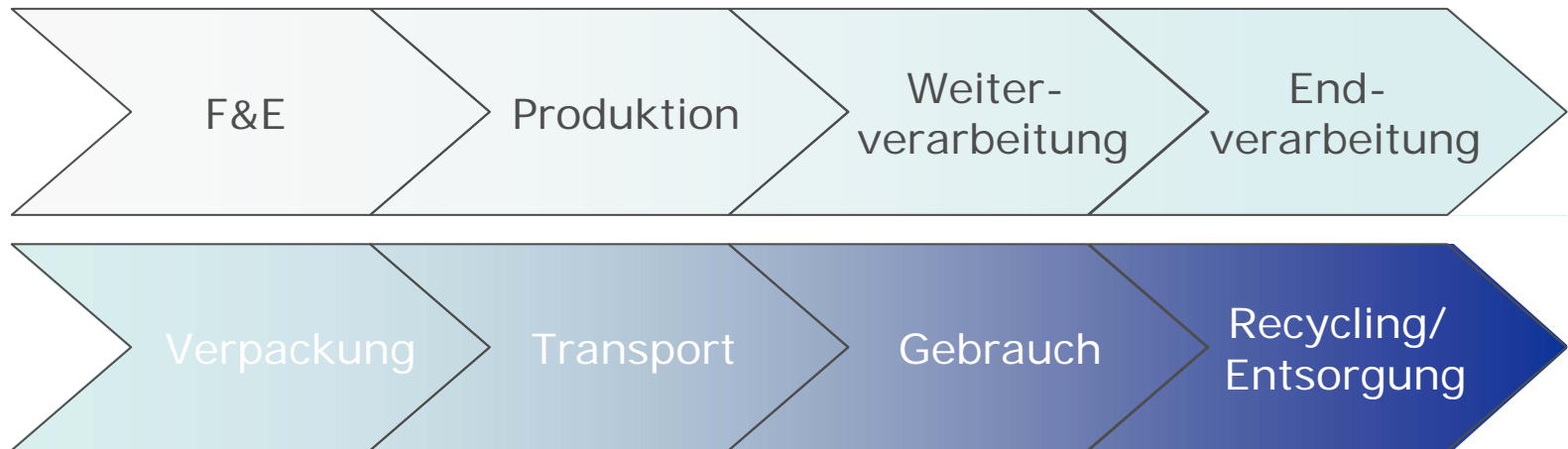


## Zielgruppen: die Stakeholder





**Die Betrachtung erfolgt entlang des ganzen Lebenswegs der NPR...**



**... und von Fall zu Fall unter den jeweiligen Umgebungsbedingungen: derselbe NPR kann unterschiedliche Bewertungen erhalten, je nach Umgebung!**

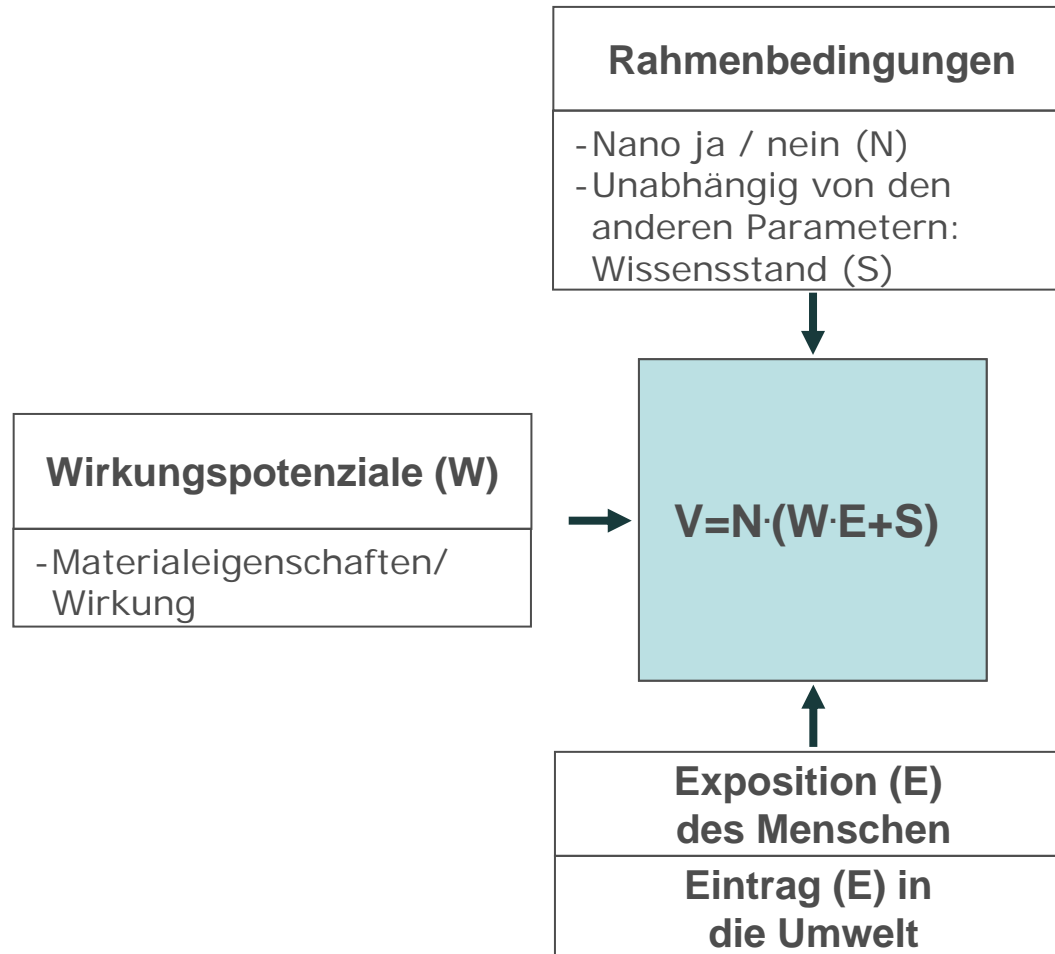


## Aktueller Stand

- Der Vorsorgeraster steht in elektronischer Form in 4 Sprachen zur Verfügung
- Begleitende Dokumente: Wegleitung, FAQs, Merkblatt
- In einer einjährigen Pilot-Phase wurde dieser Raster in Zusammenarbeit mit den Stakeholdern geprüft und weiterentwickelt
- Eine überarbeitete Version ist seit März 2010 verfügbar:  
<http://www.bag.admin.ch/themen/chemikalien/00228/00510/05626/index.html?lang=de>
- Im Frühjahr 2011 wird die neu überarbeitete Version 2.1 veröffentlicht



## Aufbau und Konzept des Vorsorgerasters



**V = Vorsorgebedarf**

⇒ Ergebnis ist eine relative Zahl!  
 Einordnung auf Skala, für Analyse resp. Vergleich



## Klassierung

Punktzahl	Klassierung	Bedeutung
0 - 20	A	Die nanospezifischen Risiken können auch ohne Vorliegen weiterer Risikoabklärungen der Nanomaterialien als gering eingestuft werden.
> 20	B	Mögliche nanospezifische Risiken sind nicht auszuschliessen. Weiterführende Risikoabklärungen oder gegebenenfalls Risikoreduktionsmassnahmen bezüglich Herstellung, Gebrauch und Entsorgung sind im Sinne der Vorsorge zu empfehlen.

5.



## Elektronische Version des Vorsorgerasters

[NanoRasterV2\\_0\\_de.xls](#)



## Ausblick

- Erreichen eines breiteren Anwenderfeldes
- Weiterentwicklung des Vorsorgerasters
- Koordination mit der deutschen NanoKommission
- Weitere Internationalisierung

Kontaktperson:

Dr. Christoph Studer, BAG  
([christoph.studer@bag.admin.ch](mailto:christoph.studer@bag.admin.ch))



## 6. Gibt es Fragen?

**Fragen, Kommentare und konstruktive Kritik  
sind herzlich willkommen!**



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.

