

Chancen und Risiken der Nanotechnologien 5 Thesen und 3 Konsequenzen

Arnim von Gleich
Fachgebiet Technikgestaltung und Technologieentwicklung
FB Produktionstechnik
Universität Bremen

Überblick

- **Rationalität im Nanodiskurs**
- **Der halbierte Nanodialog**
- **Wissensbasis des Chancen und Risikodiskurses**
Die technischen Potenziale (Nanofunktionalitäten)
- **Von der vorläufigen Abschätzung zur vorsorgeorientierten und leitbildorientierten Gestaltung**

These 1: Regulativer Anpassungsbedarf - wo?

**EFSA: Anwendbarkeit der gültigen Risk Assessment Paradigmen
Debatte, ob REACH greift bzw. Anpassungsbedarf in der Regulation
besteht, ignoriert das Problem, dass die ‚gültigen RAP‘
unzureichend sind.
Sie können so früh im Innovationsprozess noch gar nicht greifen.
Wir wollen / können nicht warten, bis ihr immenser Wissensbedarf
erfüllt ist.**

Die offenere Baustelle:

- ⇒ Vorläufige Abschätzung – ‚preliminary assessment‘**
- Entlastungs- und Besorgniskriterien als erster Schritt**
- ⇒ Vorsorgeorientiertes Risikomanagement**
- Leitfäden und Gestaltungsoptionen**

Was wurde aus der Gentechnikdebatte gelernt?

- **Öffentlichkeit ist wichtiger Machtfaktor – kann blockieren**
- **Ist tendenziell irrational (Ängste nicht Sorgen)**
=> muss aufgeklärt werden
=> Flanke absichern
- **V. Colvin warnt in Kongress-Anhörung vor ‚Wow-Yuk- Muster‘**
Innovationsforscher vor ‚Hype-Enttäuschungsmuster‘

These 2: ‚Irrationalität‘ ist gut verteilt

- **A. Rip ordnet den Verweis auf ‚Wow – Yuk – Muster‘ bzw. ‚Hype-Enttäuschungsmuster‘ als ‚Folk Theory‘ ein (Alltagstheorie bzw. Legende) - eher eine Projektion**
A. Rip: ‚Folk Theories of nanotechnologists‘ in: Science as Culture Vol. 15, No. 4, 349–365, December 2006
 - **Nanotech-Akteure sind Urheber von Übertreibungen und Verniedlichungen**
- => Ohne Spekulation (Visionen) geht es nicht**
- => Die Spekulationen dürfen aber nicht auf den Chancendiskurs beschränkt werden**

Übertreibungen waren unerlässlich für die Mobilisierung von gesellschaftlicher Unterstützung für ein ‚Nano- Programm‘

- **Feynmans ‚room at the bottom‘ => ‚new frontier‘**
- **Drexlers Visionen**
- **Rocos Programmausarbeitung**
- **Charakterisierung als Schlüsseltechnologie / Basisinnovation (BMBF)**

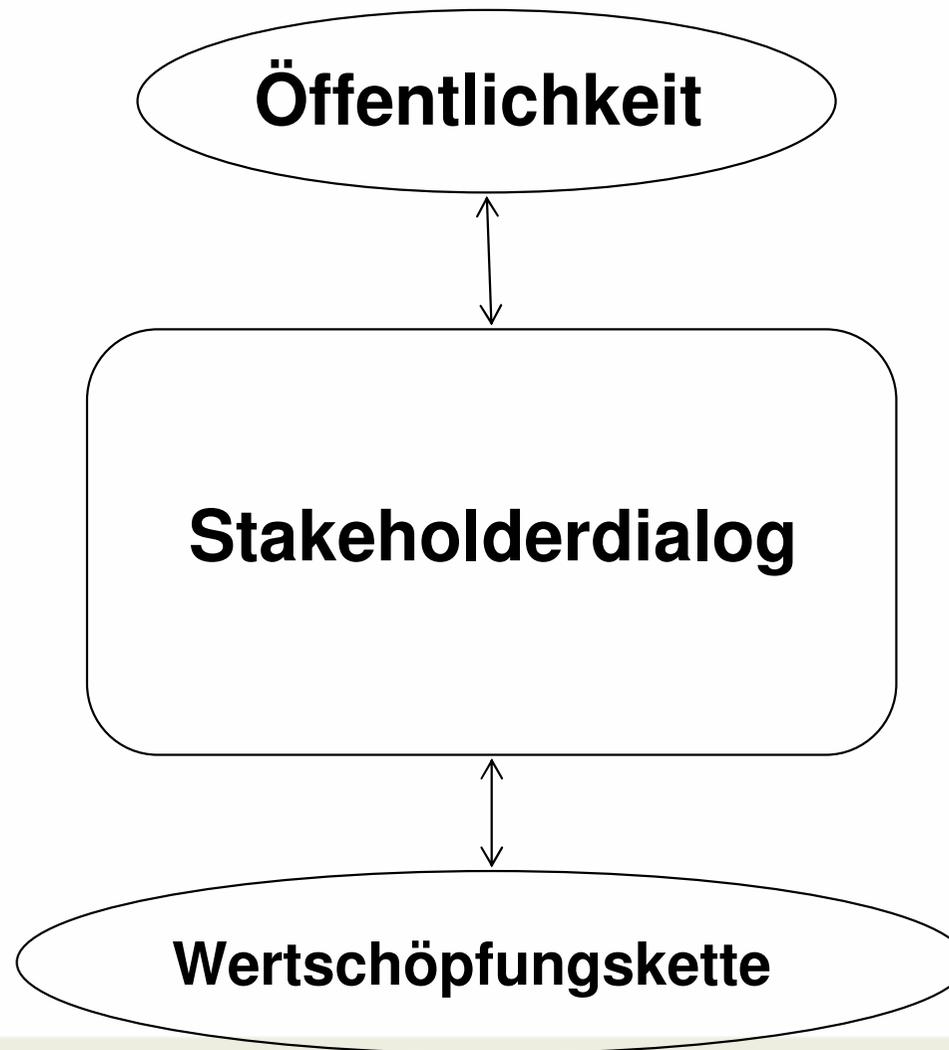
=> Konsequenz

**Versammlung der Akteure unter dem Regenschirm
(‚nano‘ als umbrella term)**

Nach erfolgreicher Mobilisierung scheint eher Verniedlichung angesagt

- **„Nichts wirklich Neues“ (Kolloidchemie, Natur ist voller Nano)
=> Kombination erhöht nicht unbedingt die Glaubwürdigkeit**
- **NanoKommission (Selbst)Beschränkung auf Nanopartikel / Nanomaterialien
=> Nur erste Generation
=> Nur Verbesserungsinnovationen?
=> Enttäuschung ist vorprogrammiert**
- **In der Fortsetzung immerhin: Öffnung auf weitere Generationen**

Konsequenz 1: Erweiterung des halbierten Dialogs

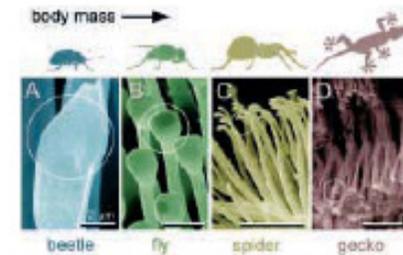


These 3: Die 'Färbung' der Nanotechnologien ist noch unentschieden



Reise in den Nanokosmos

Nanotechnologie in der Natur



Mit Nano an der Decke : der Gecko

Geckos können jede Wand hinauflaufen, kopflunter über die Decke flitzen und mit einem einzigen Fuß an ihr hängen bleiben. Das geht mit – natürlich – Nanotechnologie. Der Geckofuß ist mit feinsten Haaren bestückt, die so anschmiegsam sind, dass sie sich der Unterlage über weite Strecken auf wenige Nanometer nähern können. Dann beginnt die sogenannte Van-der-Waals-Bindung zu wirken, die eigentlich sehr schwach ist, durch Millionen von Haltpunkten aber tragend wird. Die Bindungen lassen sich durch „Abschälen“ leicht lösen, so, wie man einen Tesafilm abzieht. So kann der Gecko die Decke entlanglaufen. Materialwissenschaftler freuen sich bereits auf ein synthetisches „Geckolin“.

leicht klebend verzögern. Bei Lockstoff-Höchststand kleben die Leukozyten fest an, andere Klebemoleküle ziehen die Blutkörperchen dann durch die Gefäßwand zur Einstichstelle, wo sie sich über etwaige Eindringlinge hermachen – Klebekunst in Vollendung. Nanotechnologische Imitate werden unter dem Stichwort „bonding on command“ erforscht – Kleben auf Kommando.

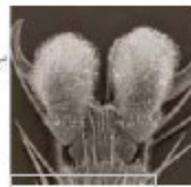


Käfer, Fliegen, Spinnen, Geckos haben am Menschen nichts zu tun. Mit offener Schärpe in Startlagert. Geckos sind eine ihrer Meisterwerke gelehrt. Sie kleben mit Mäusen, die mit dem Untergrund ein Van-der-Waals-Bündel eingehen. Je schwerer das Tier, desto leichter und zahlreicher die Mäusen.

Kleben fürs Leben

Leben existiert, weil seine Bestandteile von einer raffinierten nanotechnologischen Klebekunst zusammengehalten werden. Auch bei Verletzungen, Beispiel Mückenstich: Die Einstichstelle wird rot, weil sich feinste Blutgefäße erweitern, durch die dann Schwärme von Leukozyten, Weiße Blutkörperchen, treiben. Zellen am Einstichort sondern einen Lockstoff ab. Abhängig von dessen Konzentration fahren die

Zellauskleidungen der Blutgefäße und die Leukozyten aufeinander abgestimmte Klebemoleküle aus, die die Leukozytenfahrt an der Gefäßwand



Fliegenfüße ganz nah

<http://gizmodo.com/392166/are-nanotubes-the-new-asbestos>

These 4: Die Wissensbasis für Chancen- und Risikodiskurs liegt in der Technologie selbst

- **Es ist falsch, sich auf die erste Generation zu beschränken**
- **Die Nanofunktionalitäten bilden die Grundlage für die vorläufige Abschätzung**
=> Entlastungs- und Besorgniskriterien

=> z. T. auch für die Gestaltung

Konsequenz 2: Nanotechnologie-Generationen betrachten

Siehe Abbildung aus:

**Renn, O.; M.C. Roco:
Nanotechnology and the need for
risk governance, in: J. Nanoparticle
Research, Vol 8 (2-3), 2006**

Entlastungs- und Besorgniskriterien

Entlastungskriterien:

Verlust der Nanoeigenschaften durch **Löslichkeit**

Biologische **Abbaubarkeit**

Besorgniskriterien:

a) *Hinweise auf hohe Exposition*

Hohe **Mobilität** in Organismen (biol. Schranken) in der Umwelt

Persistenz

b) *Hinweise auf möglicherweise (problematische) Wirkungen*

Hohe **Reaktivität** (z. B. katalytisch)

Problematische **Morphologie**

Besorgnis erregend in den weiteren Nano-Generationen

Derzeit und mittelfristig

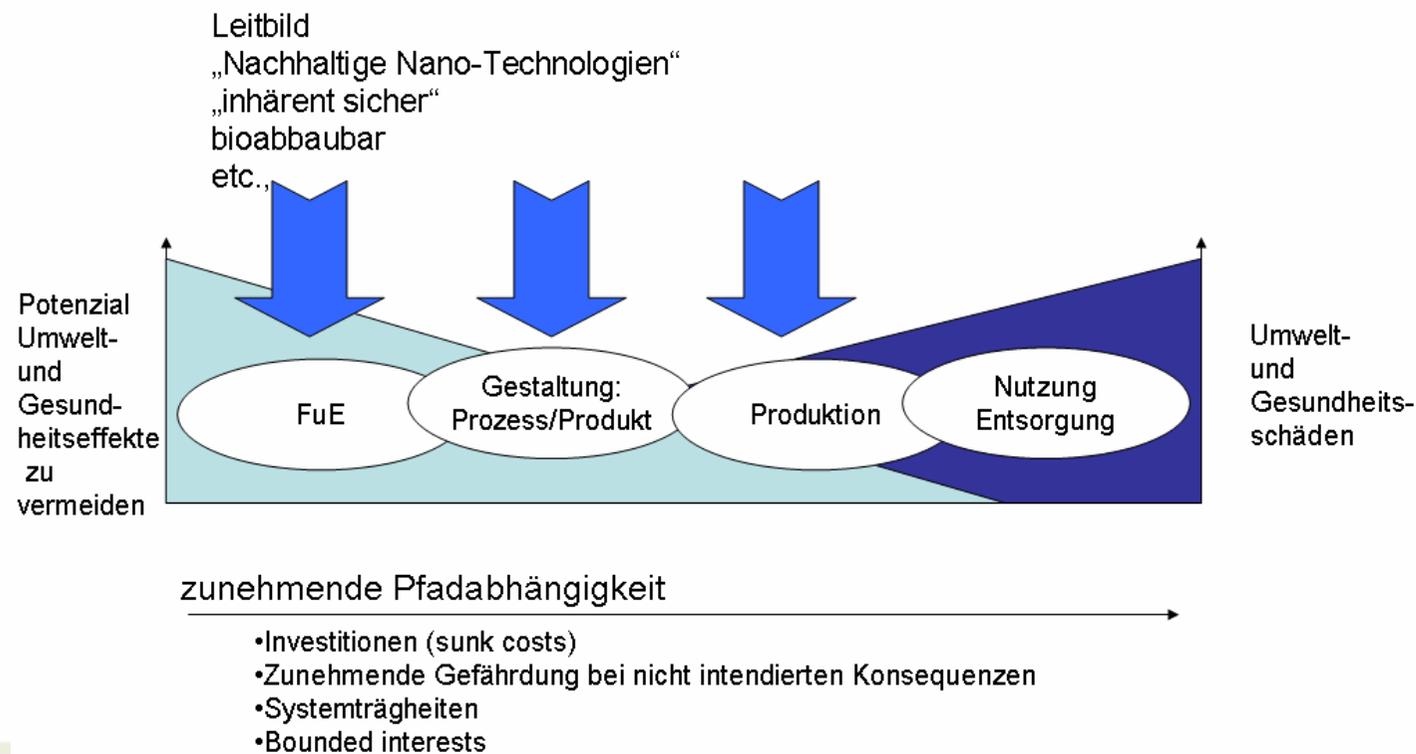
- **Active nanosystems
in Nahrungsmittelkette, Kosmetik und Medizin
=> Nutrealease - Aquanova**
- **Erhöhung der Bioverfügbarkeit - aktive Mobilisierung – aktiver
Transport durch biologische Schranken – Verteilung im Körper**
- **Aktives Finden und Anhaften
(molekular funktionalisierte Oberflächen)**

Längerfristig:

- **Synthetische Biologie**

These 5: Weder Chancen noch Risiken sind Selbstläufer

F&E, Produktion, Lebenszyklus und
Potenziale der Vermeidung von EHS Risiken



Quelle: verändert nach Rejeski 2003

Konsequenz 3: Leitbildorientierte Technikgestaltung zur Realisierung der Chancen und Minimierung der Risiken

- **Entwicklung von Wissenschaft und Technik sind nicht steuerbar – aber doch gesellschaftlich gestaltet, also ‚beeinflussbar‘**
- **Leitbilder spielen eine wichtige Rolle bei der Technikentwicklung und in Innovationsprozessen**

Design for safety => Nanobionik?

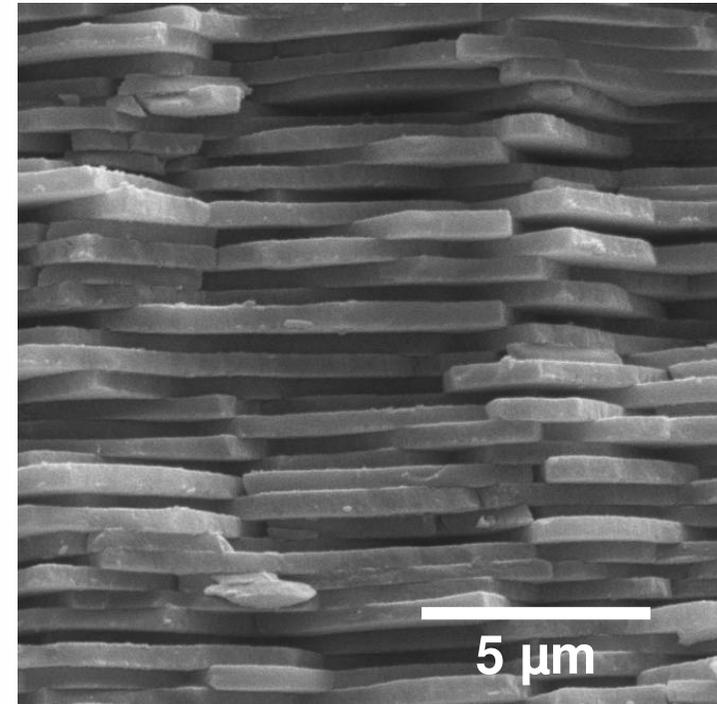
- **Design for safety**
Kreyling: „NP und ihre Oberflächen können so gestaltet werden, dass die interessierende (Nano-)Funktion erhalten und toxische Reaktionen minimiert werden“
=> Entlastungskriterien und Umkehrung von Besorgniskriterien als erste Orientierung
- **Green nanotechnology**
- **Nach dem Vorbild der Natur (,radical green vision‘)**
=> Atomare Effizienz
=> Nanobionik
- **Unter dem schönen Begriff der ,Leitinnovationen‘ (BMBF) könnte hier noch einen weiter gehende Perspektive eröffnet werden**

Leitbild Nanobionik

Projekt Künstliches Perlmutter



Perlmutter des Seeohrs *Haliotis laevis*



Rasterelektronenmikroskopische Aufnahme von Perlmutter

Fritz, Grathwohl, von Gleich (Uni Bremen) Fa. Remmers Lohne

Nächstes Paradigma der Fertigung?

1. **Schneiden aus dem Vollen (Werkstoffblock)**
2. **Homogenisieren bzw. Schmelzen und dann Gießen, Pressen, Schmieden**
3. **Hierarchisch strukturierte Materialien wie Perlmutter, Knochen, Zähne, Spinnenseide einfach
,Wachsen lassen‘ (Templat gesteuerte Selbstorganisation)**

Zusammenfassung/Konsequenzen

- **Hinwendung zur Technologie - zu allen Generationen**
- **Nanofunktionalitäten als rationale Grundlage des Chancen- und Risikodiskurses**
- **Darauf aufbauend: Vorläufige Abschätzung und vorsorgeorientierte Gestaltung als die offeneren Baustellen**
Entlastungs- und Besorgniskriterien als erste Orientierungen
- **Von der Prognostik und Öffentlichkeitsdidaktik zur Gestaltungspragmatik**
=> Open innovation
- **Erweiterung der ‚Leitinnovationen‘ um Projekte leitbildorientierter Gestaltung – vom ‚design für safety bis hin zur Nanobionik**

Teams und Links

BMBF-Projekt :

Nachhaltigkeitseffekte durch Herstellung und Anwendung nanotechnologischer Produkte

Michael Steinfeldt, Arnim von Gleich, Ulrich Petschow, Rüdiger Haum, Thomas Chudoba, Stephan Haubold, Endbericht 2004

http://www.bmbf.bund.de/pub/nano_nachhaltigkeit_ioew_endbericht.pdf

(Book Springer Verlag in print)

BMBF-Projekt :

Perlmutter – Vorbild für nachhaltig zukunftsfähige Werkstoffe

Monika Fritz, Georg Grathwohl, Arnim von Gleich, Hans Willi Babka

<http://www.tecdesign.uni-bremen.de/FG10/dokumente/PerlmutterBericht.doc>

BMBF-Projekt :

Potenziale und Trends der Bionik (Potentials and trends in bionics)

Arnim von Gleich, Ulrich Petschow, PATON Patentzentrum Thüringen

http://www.tecdesign.uni-bremen.de/FG10/dokumente/BMBF_Bionik.doc

UBA-Projekt

Umweltentlastungspotenziale durch Nanotechnologien

A. v. Gleich, M. Steinfeldt, U. Petschow

www.tecdesign.uni-bremen.de

Nanokommission der Bundesregierung

http://www.bmu.de/gesundheit_und_umwelt/nanotechnologie/nanodialog/doc/37262.php