



Matthias Maring (dir.)

## Fallstudie zur Ethik in Wissenschaft, Wirtschaft, Technik und Gesellschaft

KIT Scientific Publishing

---

# Nanotechnologie

Torsten Fleischer

---

Publisher: KIT Scientific Publishing  
Place of publication: KIT Scientific Publishing  
Year of publication: 2011  
Published on OpenEdition Books: 31 mai 2017  
Serie: KIT Scientific Publishing  
Electronic ISBN: 9782821881587



<http://books.openedition.org>

### Electronic reference

FLEISCHER, Torsten. *Nanotechnologie* In.: *Fallstudie zur Ethik in Wissenschaft, Wirtschaft, Technik und Gesellschaft* [Online]. Karlsruhe: KIT Scientific Publishing, 2011 (Erstellungsdatum: 22 avril 2019).  
Online verfügbar: <<http://books.openedition.org/ksp/3608>>. ISBN: 9782821881587.

---

# Nanotechnologie

Torsten Fleischer

## 1. Nanotechnologie(n) als wissenschaftsorganisatorisches Phänomen

Nanotechnologie hat sich seit rund zwanzig Jahren als Oberbegriff für eine Reihe avancierter Wissenschafts- und Technikrichtungen etabliert, deren Gemeinsamkeit darin besteht, die gezielte Analyse und Manipulation von Materie in einer Größenordnung zu erlauben, die bislang menschlichem Zugriff weitgehend verschlossen war: in der Nanometer-Dimension (der Größenordnung atomarer und molekularer Strukturen). Nanotechnologie gilt als eine der Schlüsseltechnologien der Gegenwart mit einem großen antizipierten wirtschaftlichen und forschungsbezogenen Innovationspotenzial.

Als hartnäckig schwierig erweisen sich dabei sowohl die Charakterisierung von Nanotechnologie als auch die Kommunikation über diese. Dies liegt zum einen darin begründet, dass bis heute unbestimmt ist, was im Einzelnen unter Nanotechnologie verstanden werden soll – und was nicht. Eine im Wissenschaftsbereich allgemein akzeptierte Definition des Gebietes fehlt bislang, sie ist vielleicht auch gar nicht möglich.

Es handelt sich bei ‚Nanotechnologie‘ weder im engeren Sinne um eine spezifische Technik noch um eine abgrenzbare Gruppe von Techniken. Vielmehr umfasst der Begriff eine breite Palette von in Bezug auf Gegenstand, möglichen Anwendungsbereich und denkbaren Realisierungszeitraum höchst heterogenen Ansätzen (Paschen et al. 2004). Vieles ‚Nanotechnologie‘ Genannte ist eher Resultat wissenschaftlicher Neugier, bei dem die technisch-wirtschaftliche Nutzbarkeit und mögliche Umsetzungen noch nicht einmal einigermaßen geklärt sind. Auch eine bislang kaum aufzufindende disziplinäre Identität und die zeitweise fast inflationäre Verwendung des Präfixes ‚nano‘ als Avantgarde-Label in wirtschaftlichen und forschungspolitischen Zusammenhängen legen nahe, von Nanotechnologie eigentlich eher im Plural zu sprechen<sup>1</sup>.

Eine zweite Herausforderung resultiert daraus, dass viele als ‚Nanotechnologie‘ bezeichnete Techniken nicht als direkt anwendungsorientiert zu begreifen, sondern vielmehr einer Reihe von Querschnittstechnologien zuzuordnen sind. Diese können ihrerseits vielfältige Implikationen für andere

---

<sup>1</sup> In der öffentlichen und der politischen Diskussion wird der Begriff größtenteils im Singular verwendet. Der besseren Lesbarkeit willen tragen wir hier dieser Situation Rechnung.

Technikfelder mit sich bringen, für die sie die Rolle einer ‚enabling technology‘, einer ‚ermöglichenden Technik‘ spielen.

Für Technikfolgenabschätzung und Ethik bedeutet dies, zunächst relevante Anwendungsfelder von Nanotechnologie zu identifizieren und die Rolle von Nanotechnologie für eben diese genauer zu untersuchen und zu spezifizieren, um zu validen Aussagen über Chancen und Risiken, Potenzialen und Konsequenzen in den unterschiedlichen Folgendimensionen zu gelangen. Fragestellungen, die hierbei im Moment intensiver verfolgt werden, können nachstehenden vier Diskurssträngen zugeordnet werden:

1. das potenzielle Auftreten von Risiken durch unbekannte Eigenschaften von (neuen) Nanomaterialien und ihre Auswirkungen auf Mensch und Umwelt.
2. Folgen von „ermöglichten Innovationen“ bei Technikfeldern, die selbst der Nanotechnologie nicht zugerechnet werden, die aber ohne Beiträge aus ihr nicht oder nicht in dieser Form realisiert werden können. Dies betrifft unter anderem die Informations- und Kommunikationstechnik und dort verfolgten Visionen der Einbettung und Ubiquität, die Energietechnik mit neuen Erwartungen bezüglich der Effizienz und der Ressourcenschonung oder die Medizintechnik mit neuen Formen der technischen Nutzung von Erkenntnissen an der Schnittstelle zwischen Nano-, Bio-, Informations- und Kognitionswissenschaften.
3. Realisierbarkeit und Folgen neuer, visionärer Nanotechnologien, die in den gegenwärtigen Anwendungsdiskursen kaum repräsentiert sind. Hier ist unter anderem an die so genannte molekulare Nanotechnologie zu denken.
4. Nanotechnologie als weiterer Repräsentant für ‚Risikotechniken‘ in breiteren Debatten über grundsätzliche Fragen der gesellschaftlichen Steuerung von Wissenschaft, des Vertrauens in Wissenschaft sowie Wissenschaftler und deren Auftraggeber und des (als fehlend wahrgenommenen) Einflusses auf die Forschungs- und Technologiepolitik.

Im Folgenden soll dies anhand zweier Beispiele aus 1 und 2 detaillierter erläutert werden, wobei bei den formulierten Fragestellungen insbesondere auf unsere Beobachtungen und Erfahrungen in Politik beratenden Zusammenhängen zurückgegriffen wurde.

## **2. Gezielt hergestellte partikuläre Nanomaterialien**

Ein, vielleicht sogar der Kernbereich von Nanotechnologie ist ihr tief greifender Einfluss auf die Welt der Materialien und Werkstoffe. Da Entwicklung, Herstellung und Verarbeitung neuer Materialien und Werkstoffe herausragende Bedeutung für viele Technikfelder und Wirtschaftsbranchen haben, sind hierin auch viele Potenzialwartungen für die Nanotechnologie begrün-

det. Eine Teilmenge dieser Materialentwicklungen, die gezielt hergestellten partikulären Nanomaterialien (MPN<sup>2</sup>), wird in den letzten Jahren intensiver diskutiert.

Die wissenschaftliche und wirtschaftliche Attraktivität der MPN, oft auch als synthetische Nanopartikel bezeichnet, liegt vor allem darin begründet, dass sie Eigenschaften aufweisen, die größere Strukturen aus dem gleichen Material nicht zeigen. Dies ist unter anderem durch die sich verändernde Rolle von Oberflächenprozessen infolge der Verkleinerung begründet. So wiesen Titandioxidpartikel beispielsweise photokatalytische Eigenschaften auf, die das Volumenmaterial nicht zeigt. Gold, das als makroskopisches Material inert ist, wird als Partikel chemisch reaktiv. MPN werden heute bereits in einer Reihe von Alltagsprodukten eingesetzt, etwa in Kosmetika, Textilien, Farben oder Gummiprodukten (Fleischer/Grunwald 2008).

Wenn aber die Verkleinerung der Materialien zu einer Änderung der physikalisch-chemischen Eigenschaften führt, so eine prima facie plausible Vermutung, gilt dies möglicherweise auch für ihre biologischen Eigenschaften. Daraus hat sich inzwischen eine intensive Debatte über Risikoforschung zu und Governance von neuen Nanomaterialien entwickelt. Dabei vermengen sich wissenschaftliche, wirtschaftliche und regulative Fragestellungen: Sind toxikologische Bewertungen, die für Volumenmaterial vorgenommen wurden, auch für nanopartikuläre Materialien gültig? Werden solche Teilchen eventuell anders („einfacher“) in den Körper aufgenommen, und welche Effekte zeigen sie dort? Wie werden sie im Körper transportiert, wie werden sie ausgeschieden oder akkumulieren sie? Führen sie zu gesundheitlichen Effekten und möglicherweise Schädigungen? Rechtfertigt der aktuelle Wissensstand regulative Eingriffe, oder sollte, solange die Unbedenklichkeit dieser Materialien nicht belegt ist, auf ihre kommerzielle Nutzung verzichtet werden?

Akteure, die sich hierzu eine begründete Position erarbeiten wollen, stehen vor einer Reihe von Herausforderungen: Toxikologische Forschungsergebnisse zu Nanopartikeln liegen bisher zu wenige vor. Zwar ist die Forschung hierzu jüngst deutlich ausgeweitet worden, dennoch sind viele der entstandenen Studien nicht einfach miteinander vergleichbar oder methodisch diskutabel, woraus Validierungsprobleme entstehen. Bei der Interpretation des aktuellen Standes der Forschung und der regulativen Bewertung liegen die Expertenpositionen häufig weit auseinander. Aus der Perspektive der Werkstoffentwicklung ist darüber hinaus bedeutsam, dass MPN aus vielen verschiedenen Materialien hergestellt und eventuell auch noch mit anderen Stoffen kombiniert oder beschichtet werden können. Diese große Man-

---

2 Manufactured Particulate Nanomaterials.

nigfaltigkeit wird sich kaum „Fall für Fall“ untersuchen lassen, was die Frage nach der Übertragbarkeit von Forschungsergebnissen zwischen unterschiedlichen Materialgruppen aufwirft (Krug/Fleischer 2007). Ein weiteres Problem liegt im Forschungssystem selbst begründet: In der Fachliteratur werden in der Regel nur Studien veröffentlicht, die einen biologisch oder toxikologisch relevanten Effekt von MPN nachweisen. So genannte „No-effect“-Studien werden nur selten zur Publikation angenommen, was zu einem verzerrten Bild der Forschungssituation führt.

Für die politische und regulative Diskussion stellt sich damit die Frage nach den Entscheidungsbedingungen und Folgen unter wissenschaftlicher Unsicherheit. Dabei treffen zwei normative Systeme aufeinander: Entstehen erst aus dem Vorliegen wissenschaftlicher Evidenz für negative Umwelt- und Gesundheitswirkungen von MPN Gründe für regulative Eingriffe in das wirtschaftliche Handeln? Ist das damit einher gehende Risiko von eventuellen Folgeschäden, des regulativen Zuspätkommens, ethisch vertretbar? Oder sollte man das Inverkehrbringen solcher Materialien und der sie beinhaltenden Produkte erst dann gestatten, wenn ihre Unbedenklichkeit wissenschaftlich belegt ist („Vorsorgeprinzip“)? Wie müsste, vor allem im Lichte epistemischer Grenzen eines Nachweises der Ungefährlichkeit von Stoffverwendungen, ein solcher Beleg aussehen? Welche Folgen hätte eine Verzögerung der Nutzung solcher Materialien für andere gesellschaftlich wichtiger Ziele, etwa die Ressourcenschonung oder die medizinische Behandlung? Wie lässt sich zwischen den unterschiedlichen Effekten entscheiden? Für heilende Wirkungen von Pharmazeutika (z.B. Chemotherapien) nehmen wir ja schon heute auch bekannte schädliche Nebenwirkungen sowie unbekannte ‚side effects‘ in Kauf. Ist eine solche Konstellation auch auf den Umweltschutz übertragbar, oder gibt es absolut gültige Schutzziele im humanen und ökologischen Bereich? Welche ethischen Erwägungen sind mit den jeweiligen Positionen verbunden?

### 3. Neuronale Implantate

Eine andere, sehr viel weiter in die Zukunft reichende Diskussion, die mit Nanotechnologie verbunden ist, ist die um die ‚konvergierenden‘ Techniken (CT – converging technologies). Insbesondere durch die synergistische Kombination emergenter Nano-, Bio- und Informationstechniken mit den Erkenntnissen der Kognitionswissenschaften, so die Proponenten dieser Entwicklungen, erschlossen sich weitreichende neue technische Ansätze. Das diskutierte Technologieportfolio ist auch hier sehr vielfältig. Besonderes Interesse der TA<sup>3</sup> und der Ethik hat der Einsatz technischer Artefakte für die

---

3 TA: Technikfolgenabschätzung.

Wiederherstellung oder Verbesserung („Enhancement“) motorischer, sensorischer oder kognitiver Fähigkeiten des Menschen erlangt. Dabei stehen vor allem neuronale Implantate<sup>4</sup> im Fokus (Decker/Fleischer 2008).

Für funktionale neurotechnische Systeme dieser Art ist eine Integration von Wissen und Fähigkeiten aus der Nanotechnologie, aus den Biotechniken und Techniken der Informationsgewinnung, -übertragung, -verarbeitung und -speicherung anzunehmen. Nano- und Biotechnologie werden als die antreibenden Kräfte der materiellen Umsetzung sowie des technischen „Anschlusses“ von Artefakt und Nervensystem gesehen. Von den Kognitionswissenschaften wird erwartet, Prozesse des Erkennens, Wahrnehmens, Fühlens usw. zu analysieren, zu interpretieren und zu den ihnen unterliegenden materiellen Prozessen in Beziehung zu setzen.

In aktuellen Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten werden hierzu erste Versuche unternommen. Beispielsweise wird an künstlichen Sehsystemen gearbeitet, die eine (teilweise) (Wieder-)Herstellung des Sehvermögens gestatten sollen. Cochlea-Implantate, die der teilweisen Wiederherstellung des Gehörsinns bei tauben Patienten mit noch intaktem Hörsinn dienen, werden bereits in größerem Umfang in der klinischen Praxis eingesetzt. Geforscht wird darüber hinaus an Neurotechniken zur Wiederherstellung des Gleichgewichtssinnes sowie an Implantaten, die darauf abzielen, Stimmungen, Emotionen bis hin zu Gedächtnisfunktionen zu beeinflussen.

Solche Entwicklungen dienen zunächst primär therapeutischen Zielen und werden deshalb in der Regel kaum oder gar nicht kontrovers diskutiert. Man kann jedoch erwarten, dass – sollten entsprechende Techniken zu medizinischen Zwecken eingeführt und erprobt sein – auch andere Anwendungsmöglichkeiten untersucht und gegebenenfalls umgesetzt werden. Ein Treiber könnten sicherheitsrelevante Anwendungen sein, bei denen man sich Vorteile aus der Erweiterung der Wahrnehmungsmöglichkeiten oder durch eine ‚Verbesserung‘ der kognitiven Leistungsfähigkeit des Personals erhofft. Im Zuge der fortschreitenden Ökonomisierung von Gesundheitssystem und medizinischen ‚Dienstleistern‘ sowie erkennbarer gesellschaftlicher Trends hin zu wachsender Individualisierung und einem sich weiter ausprägenden sozialen Wettbewerb könnten auch ‚Lifestyle‘-Anwendungen eine große Rolle spielen.

Eine erste Frage, mit der sich TA auseinandersetzt, ist die nach den Realisierungsbedingungen und der Wahrscheinlichkeit des Einsatzes solcher Techniken zu unterschiedlichen Zwecken. In der Regel wird von den auf diesem Gebiet aktiven Forschern – auch bei den durch uns durchgeführten Ex-

---

4 Neuronale Implantate sind technische Geräte, bei denen wenigstens ein Teil in den Körper eingesetzt wird und die eine funktionale Verbindung mit dem Nervensystem aufweisen (Fiedeler 2008).

perteninterviews – betont, dass sich ihre Anstrengungen auf kurative Zwecke richteten und alle anderen Anwendungsvisionen Science-Fiction wären. Zugleich hat sich die philosophisch-ethische Debatte über Nanotechnologie („Nanoethics“) ausführlich gerade solchen Visionen und den damit verbundenen ethischen Herausforderungen gewidmet (beispielhaft: Hennen et al. 2007, Merkel et al. 2007, BMA 2007, Coenen et al. 2009). Dies mündete in eine Diskussion darüber, ob der größte Teil der Nanoethik nicht zu futuristisch wäre und durch ein Überangebot an „spekulativer Nanoethik“ (Nordmann 2007) ethische Ressourcen für dringendere Probleme nicht zur Verfügung stünden. Dem hält Grunwald (2010) ein Konzept der explorativen Philosophie (der Nanotechnologie) entgegen, indem er zunächst noch einmal nach den Zwecken der ethischen Reflexion fragt und anschließend der Diskussion möglicher und wünschenswerter Zukünfte eine Rolle der gesellschaftlichen Vergewisserung und der Vorbereitung zukünftiger angewandter Ethiken zuweist.

Der Neurowissenschaftler Steffen Rosahl (2009) weist darauf hin, dass der Vorwurf der Spekulativität unter Umständen nur für eine begrenzte, schwer vorherzusehende Zeitspanne Gültigkeit beanspruchen kann. Ein effizientes, neuroelektronisches Implantat zur Steigerung kognitiver Leistungsfähigkeit würde seiner Auffassung nach einen sozialen Druck in Richtung Enhancement erzeugen, welcher sehr rasche Veränderungen in der Gesellschaft hervorrufe. Daher plädiert er dafür, die Debatte von Seiten der Wissenschaft nicht weiter zu verschieben, sondern sie in einem vernünftigen Rahmen über Begrifflichkeiten und mögliche Regulierungen zu führen, die eine Basis für einen positiven Umgang mit den Ergebnissen der Neurowissenschaften und ihrer „Verbündeten“ in Mikro- und Nanotechnologie schaffen könne.

Damit verbunden – und zeitlich vorgelagert – sind Fragestellungen aus der angewandten Medizinethik, die eine Abwägung bei konkreten „Produkt“-Visionen strukturieren. Jens Clausen hat dies ausführlich an anderem Ort für Gehirn-Maschine-Schnittstellen dargestellt (Clausen 2009) und verweist dabei insbesondere auf die Grundsätze des Nichtschädigens, eine valide individuelle Nutzen-Risiko-Abwägung, eine Abschätzung der Auswirkungen solcher Implantate auf Verantwortung, Autonomie und Zurechnungsfähigkeit des Patienten, eine sorgfältige Deklaration dessen, was man unter der „Natur des Menschen“ versteht und was an ihr normativ gehaltvoll ist, wenn diese für ethische Diskussionen herangezogen werden soll, sowie forschungsethische Probleme in der Entwicklungsphase solcher neurotechnischer Artefakte.

Weitere Fragen regulativ-politischer Natur betreffen die individuelle und gesellschaftliche Definition von Krankheit und Gesundheit sowie deren

Trennschärfe (wann sind Anwendungszwecke eigentlich kurativ?), die Begriffsbestimmung von Enhancement (wann werden Fähigkeiten wiederhergestellt, wann verbessert? Was ist das Bezugssystem dafür? Das jeweilige Individuum, ein wie auch immer bestimmter „Normalmensch“ oder ein kollektiver Mittelwert?) sowie die möglichen sozialen Triebkräfte für Enhancement-Bestrebungen und die Bewertung ihrer Legitimität. Ist ein Wunsch nach individueller Verbesserung von geistiger und körperliche Leistungsfähigkeit sowie Attraktivität Voraussetzung für eine erfolgreiche berufliche und persönliche Lebensgestaltung und/oder Folge gesellschaftlicher Entwicklungen wie Individualisierung, Wettbewerb, Leistungsdruck in Beruf und Familie oder Wandel sozialer Beziehungen? Was unterscheidet in dieser Hinsicht gesellschaftlich eingeführte und etablierte Techniken wie plastische Chirurgie, Nutzung von psychoaktiven Substanzen oder extrakorporale „Sinnesverstärker“ wie Brillen bzw. Lupen oder Hörgeräte bzw. Mikrofone von neuronalen Implantaten?

#### 4. Kurzfazit

Wegen der Heterogenität der Nanotechnologie selber wie auch der Vielfältigkeit ihrer Anwendungsmöglichkeiten sind für TA und Ethik sowohl Konkretisierungen als auch Kontextualisierungen notwendig. (*Die ethischen Fragen der Nanotechnologie lassen sich bislang kaum sinnvoll diskutieren.*) Die damit verbundenen Priorisierungen lassen sich nur in Teilen mit wissenschaftlichen Argumenten begründen, auch Erfahrungen und Werthaltungen der beteiligten Forscher spielen eine wichtige Rolle. Bei in der Entstehung befindenden Techniken machen TA und Ethik vielfältige Diskursangebote, über deren Relevanz in unterschiedlichen Arenen (Wissenschaft, Forschungspolitik, Medien, usw.) befunden wird. Bei perpetuierenden Diskursen treten TA und Ethik als ‚Akteure‘ in die anschließenden Innovationsprozesse ein, da sie – durch die aufgeworfenen Fragen und gegebenen Antworten – Forscher- und Entwicklerhandeln sowohl durch die Mitgestaltung der Rahmenbedingungen als auch unmittelbar beeinflussen.

#### 5. Literatur

(Publikationen, die sich ausführlich den hier diskutierten Fragestellungen widmen und einen breiten Überblick über die Thematik bieten, sind kursiv hervorgehoben.)

BMA (British Medical Association) (2007): Boosting your brainpower: ethical aspects of cognitive enhancements. Discussion Paper. London 2007.

Clausen, J. (2009): Man, Machine and in Between. S. 1080–1081 in *Nature* 457 (2009) 7233.



- Coenen, C. – Schuijff, M. – Smits, M. – Klaassen, P. – Hennen, L. – Rader, M. – Wolbring, G. (2009): Human Enhancement. European Parliament. Brussels 2009.
- Decker, M. – Fleischer, T. (2008): Contacting the brain – aspects of a technology assessment of neural implants. S. 1502–1510 in *Biotechnology Journal* 3 (2008).
- Fiedeler, U. (2008): *Stand der Technik neuronaler Implantate. Wissenschaftliche Berichte FZKA 7387. Forschungszentrum Karlsruhe GmbH. Karlsruhe 2008.*
- Fleischer, T. – Grunwald, A. (2008): Making nanotechnology developments sustainable. A role for technology assessment? S. 889–898 in *Journal of Cleaner Production* 16 (2008) 8–9.
- Fleischer, T. – Rader, M. (2009): TA-Fragen und ethische Herausforderungen durch Converging Technologies. S. 4–12 in *Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis* 18 (2009) 2.
- Grunwald, A. (2008): *Auf einem Weg in eine nanotechnologischen Zukunft. Philosophisch-ethische Fragen. Freiburg 2008.*
- Grunwald, A. (2010): From speculative nanoethics to explorative philosophy of nanotechnology. S. 91–101 in *Nanoethics* 4 (2010).
- Hennen, L. – Grünwald, R. – Revermann, C. – Sauter, A. (2007): *Hirnforschung. TAB-Arbeitsbericht Nr. 117. Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag. Berlin 2007.*
- Krug, H.F. – Fleischer, T. (2007): Nanotechnologie – eine Bestandsaufnahme. S. 20 in *umwelt•medizin•gesellschaft* 20 (2007) 1.
- Merkel, B. – Boer, G. – Fegert, J. – Galert, T. – Hartmann, D. – Nuttin, B. – Rosahl, S. (2007): *Intervening in the Brain – Changing Psyche and Society. (Ethics of Science and Technology Assessment. Vol.29.) Berlin – Heidelberg – New York 2007.*
- Nordmann, A. (2007): If and then: a critique of speculative nanoethics. S. 31–46 in *Nanoethics* 1 (2007).
- Paschen, H. – Coenen, C. – Fleischer, T. – Grünwald, R. – Oertel, D. – Revermann, C. (2004): *Nanotechnologie in Forschung, Entwicklung, Anwendung. Stand und Perspektiven. Berlin – Heidelberg 2004.*
- Rosahl, S. (2009): Mehr als normal – verstehen wir die Enhancement-Debatte? S. 13–20 in *Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis* 18 (2009) 2.

## 6. Fragen

- Gibt es für emergente Techniken wie die Nanotechnologie(n) einen „richtigen“ Zeitraum für Folgenbetrachtungen und ethische Reflexion? Wann würden sie „zu früh“ ansetzen, wann kämen sie „zu spät“? Lässt sich dabei eine Grenze zwischen Exploration und Spekulation formulieren?
- Nanotechnologie als ermöglichende Technik ist mit einer Vielfalt von Anwendungsoptionen verbunden. Wie kann man daraus diejenigen auswählen, die einer detaillierteren Folgenbetrachtung unterzogen werden

sollen? Was wären die Kriterien für diese Auswahl und ggf. für eine Priorisierung?

- Für neue, gezielt hergestellte Stoffe wie beispielsweise Nanomaterialien sind mögliche Umwelt- und Gesundheitsfolgen ihrer Herstellung, Verwendung und Rezyklierung in der Regel kaum bekannt. Welches wissenschaftliche und technische Wissen wäre notwendig, um unter dem Primat der Vermeidung von Gesundheits- und Umweltschäden ihr Inverkehrbringen zu legitimieren? Gibt es neben den geltenden rechtlichen Rahmenbedingungen hierfür auch weitergehende, möglicherweise nicht kodifizierte Standards?
- Gibt es Heuristiken, die bei wissenschaftlicher Unsicherheit über die Umwelt- und Gesundheitsfolgen von Nanomaterialien eine gut begründete Entscheidung der beteiligten Ingenieure und Entwickler über deren Verwendung in Alltagsprodukten ermöglichen? Reichen Heuristiken dafür aus? Wenn nicht, was wäre die für solche Entscheidungen minimal erforderliche wissenschaftliche Evidenz? Was wären die Grenzen?
- Nehmen wir an, ein risikoarm zu nutzendes neuroelektronisches Implantat zur Verbesserung der kognitiven Leistungsfähigkeit des Menschen stünde kurz vor seiner Marktreife. Sollte seine Nutzung ohne Auflagen gestattet oder reguliert werden? Für wen, wie und warum?
- Ist es legitim und angemessen, dass Fachgemeinschaften wie die Ethiker oder die TA über die von ihnen angeregten Diskurse über Neurotechniken Einfluss auf die Gestaltung zukünftiger (medizin-)technischer Entwicklungen und ihrer Umsetzungsbedingungen nehmen?