

Bilder und Bildung der Nanotechnologie



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

Philosophische Aspekte

was ist nanotechnologie?

Die frühen Jahre:

Niemand kann sagen, was Nanotechnologie ist, aber jeder redet mit, wenn es darum geht, ihre Folgen zu diskutieren – wenn alles anders wird. Nanotechnologie ist nicht das, was sie ist, sondern das, was sie sein wird.

Heute:

Normalisierung der Erwartungen, Aufmerksamkeit auf Toxikologie, Nutzen und Risiken von Nanosilber

Die Nanotechnologie ist in die Jahre gekommen und wir können danach fragen, wie sie sich entwickelt hat, welchen Charakter sie herausgebildet hat, ob und wie sie zu so etwas wie gesellschaftlichem Fortschritt beiträgt.



Ich kann freilich nicht sagen, ob es besser werden wird wenn es anders wird;
aber so viel kann ich sagen, es muß anders werden, wenn es gut werden soll.

Though I can't tell, of course, whether things will be better, when things change;
but this much I can tell, they have to change if they are to be good.

Georg Christoph Lichtenberg, 1742-1799, K 293

problemstellungen

Wir fragen immer noch vor allem, was nanotechnologisch kommen wird

...statt zu fragen, welche Erwartungen und Werte nanotechnologische Forschungen prägen.

Die Entscheidungen über die Entwicklung der Nanotechnologie werden in das Innere der Labore oder in die Zukunft projiziert

...statt gesellschaftliche Probleme und nanotechnologische Kapazitäten genau aufeinander abzustimmen.

Das Programm des *human enhancement* gilt als eine fantastische, futuristische, irrelevante Zukunftsvorstellung

...aber das Programm eines *material enhancement/ enhancement of material nature* wird nicht kritisch hinterfragt.

ENGINEERING | AND | SCIENCE

February 1960



Portrait in a new field — page 22

Published at the California Institute of Technology

There's Plenty of Room at the Bottom

An invitation to enter a new field of physics.

I would like to describe a field, in which little has been done, but in which an enormous amount can be done in principle. This field is not quite the same as the others in that it will not tell us much of fundamental physics (in the sense of, "What are the strange particles?") but it is more like solid-state physics in the sense that it might tell us much of great interest about the strange phenomena that occur in complex situations. Furthermore, a point that is most important is that it would have an enormous number of technical applications.

ein raumfahrtprogramm



Richard Feynman lädt
ein:

*There is plenty of room
at the bottom!*

philosophy of nanoscience

Indeed and unlike the war on cancer, the arms race, or the human genome project, nanoscale research is not issue-driven but place-oriented. It is neither interested in representations of nature nor in devices that work or in substances with novel properties. Truth/falsity and confirmation/refutation of hypotheses do not serve as its epistemic standards, but epistemic success or the achievement of knowledge is also not measured in terms of functionality of devices or usefulness of properties. Instead, nanoscience is an exploratory attempt to claim foreign territory and to inhabit a new world or an hitherto unexplored region of the world. Epistemic success is thus a kind of technical achievement, namely the ability to act on the nanoscale as one encounters the novel properties that can be observed at the intersection of classical and quantum regimes. ...

philosophy of nanoscience

... For the most part, classical and quantum theories are already standing ready as a resource for the explanation of these properties. While their discovery therefore does not fundamentally alter our basic understanding of nature, it is intellectually exciting to finally “experience” the actual conditions at the nanoscale face to face and in a hands-on manner. As with the space program, therefore, scientific and technological success at the nanoscale consists in the ability to see, to move around, to move things around, and to act on the nanoscale, that is, in the **demonstration and acquisition of basic capabilities of control**, that is, to inhabit inner space somewhat as we have conquered the wilderness or begun to claim outer space. – **The epistemological story is not one of progressing over time and approximating the truth, but of advancing outward from the laboratory into the world.**

verortung mit stokes

A distinction is often made in the motives for conducting research between the quest for basic understanding of nature on the one hand, and the prospect of practical application of the research on the other.

The research sociologist Stokes has pointed out that these two motives for research do not have to be opposed - as is exemplified by the work of Pasteur.

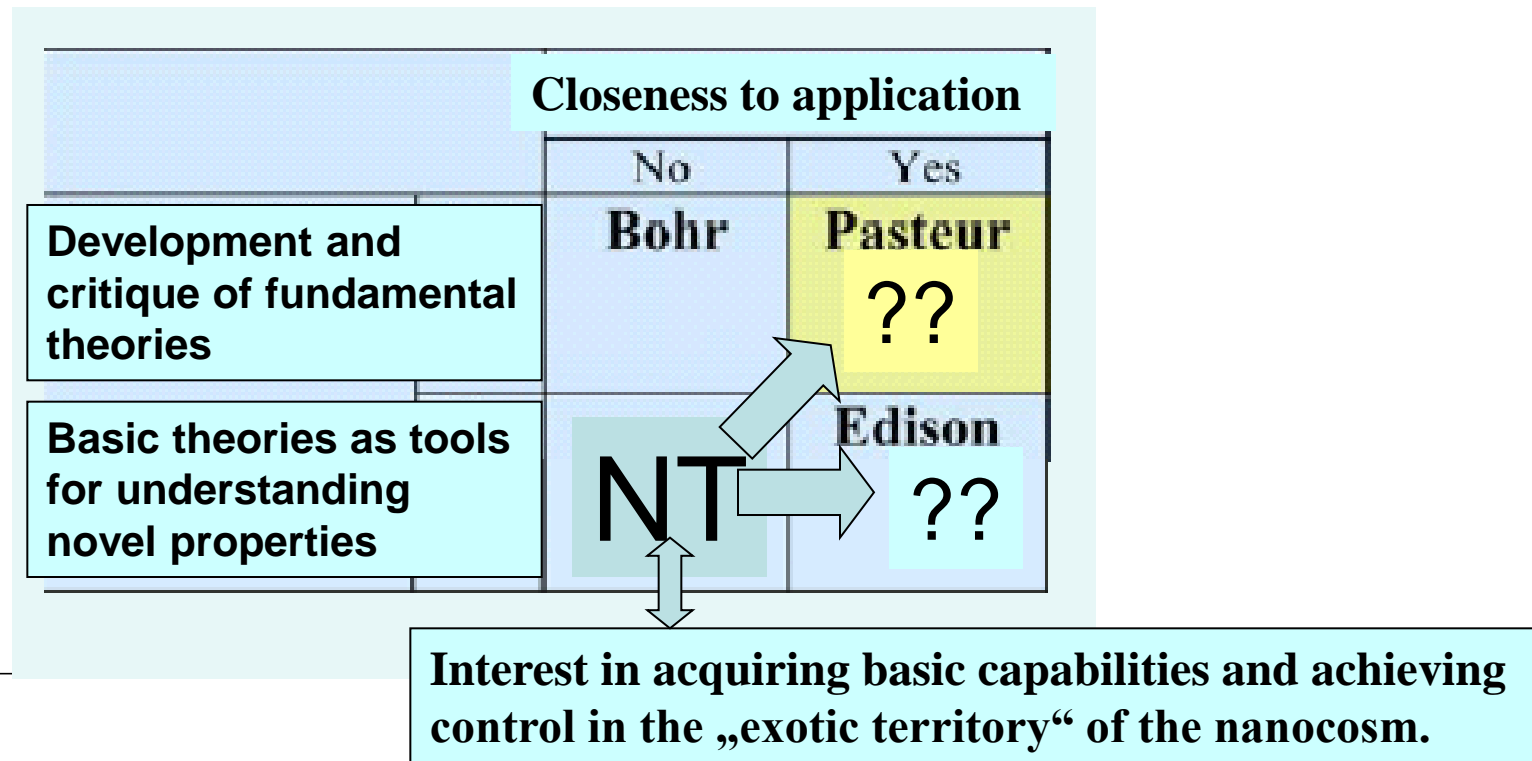
D. Stokes, *Pasteur's Quadrant - Basic Science and Technological Innovation*, Brookings Institute, 1997.

		Interest in application	
		No	Yes
Seeking basic understanding of nature	Yes	Bohr	Pasteur
	No		Edison

Technology Foresight on Danish Nanoscience and Nanotechnology: Action Plan (Ministry of Science, Technology and Innovation, Copenhagen, 2004)

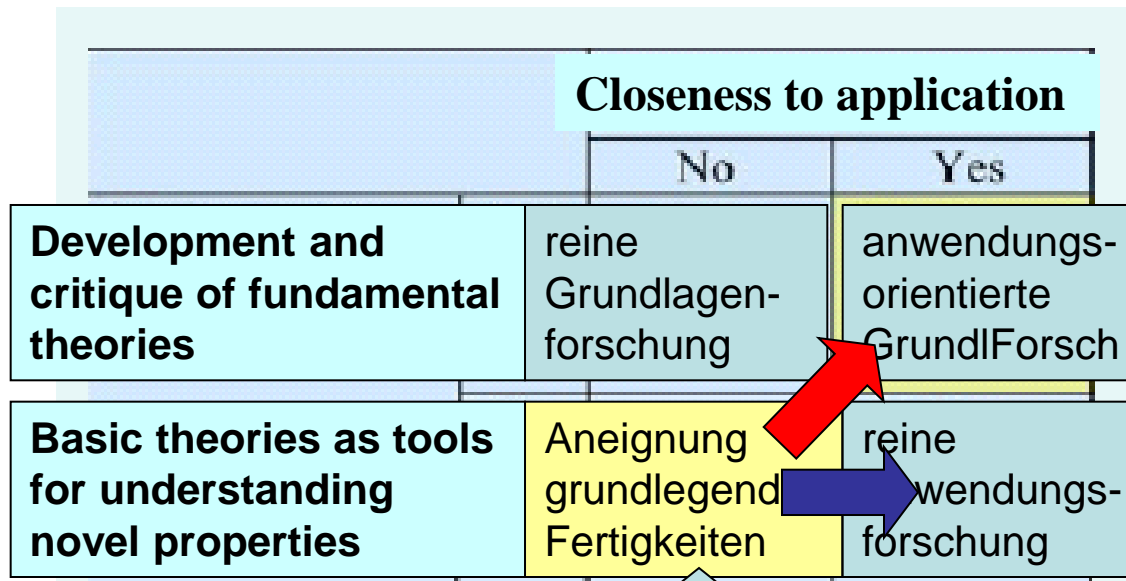
der vernachlässigte quadrant

„Auch wir können jetzt Kohlenstoff Nanoröhrchen kontrolliert wachsen lassen – das hat gewiss enormen praktischen Nutzen.“



der vernachlässigte quadrant

„Auch wir können jetzt Kohlenstoff Nanoröhrchen kontrolliert wachsen lassen – das hat gewiss enormen praktischen Nutzen.“



(neue) Naturgeschichte: Zoo der Strukturen, Fertigkeiten und Artefakte, Sammlung neuer Eigenschaften

„neue naturgeschichte“

Kann nicht sein? - Was stimmt daran?

Die heutigen (Techno)Wissenschaften sind

- beschreibend und nicht erklärend
obwohl sie physikalische Theorien voraussetzen
- qualitativ und nicht quantitativ
obwohl sie kleinste Größen messen
- botanisierend (sammelnd) und nicht kausalanalytisch
obwohl sie Mechanismen modellieren
- auf Exemplare (Funktionssysteme) bezogen und nicht auf Sätze
obwohl auch nanotechnologische Forschungsergebnisse in wissenschaftlichen Zeitschriften veröffentlicht werden

was wird erworben und gesammelt?

- neue, unvorgesehene, funktionalisierbare Eigenschaften
in der komplexen Zwischenwelt von klassischer und Quantenphysik gbt es viel zu entdecken, was aus bekannten Theorien nicht vorhersagbar war, was dann aber mit ihren Mitteln beschrieben (modelliert oder simuliert) werden kann
 - Daten
mehr Daten und bessere Maschinen für die Verarbeitung hoch komplexer Datenmengen, aus denen sich etwas ergeben soll (systems biology, genomics, proteomics, u.a.)
 - Grundlegende neue Fähigkeiten (z.B. im Nanokosmos)
herumschauen, sehen, messen, sich orientieren, etwas bewegen und bewirken, gezielt eingreifen, handeln, den Namen des eigenen Labors ausbuchstabieren, etwas kontrolliert positionieren, wachsen lassen, modellieren, simulieren
Funktionalitäten entwickeln...
 - Endlos variierte (Lego)Bausteine
"basic gizmology"
-

dampfmaschine und nanosystem

Bekanntlich hat die Spitzentechnologie des 18. Jahrhunderts schon funktioniert, bevor das Verhältnis von Wärme und Arbeit aufgeklärt war – also ohne wissenschaftliches Verständnis ihrer Funktionsweise.

Trotzdem ist die Dampfmaschine wissenschaftsbasiert: Vornehmlich handwerkliches Wissen um Pumpen und Ventile usw. Spitzentechnologie der Industriegesellschaft.

Gilt das auch für die zu verwirklichenden „Nanomaschinen“ und andere Produkte der heutigen Spitzentechnologien (Pharmaforschung)?

Sie sind wissenschaftsbasiert und unverstanden – ihre Bauteile entstammen nicht dem Handwerk (Pumpen, Ventile), sondern der Wissenschaft (Analyseverfahren, Algorithmen) etc. Dadurch werden sie zu Spitzentechnologien einer Wissensgesellschaft.

entdeckung des nichtwissens

Spitzentechnologien der Wissensgesellschaft

- Wissen als Komponente oder Bauteil eines technischen Systems
- aber nicht: Wissen um die Funktionsweisen und Wirkungen dieses Systems
- wegen der Komplexität der Technologien und ihrer Interaktionen mit ihrer Umgebung, ist das Nichtwissen nicht vorläufig und durch weitere Forschung in Wissen verwandelbar

... mit weitreichenden Konsequenzen für die Regulierung und „Governance“ der Spitzentechnologien:

- die Gesellschaft wird zum Labor, in dem kollektive Experimente zur Gesundheits-, Umwelt- und Sozialverträglichkeit der neuen Technologien mit ihren noch unbekanntem Eigenschaften durchgeführt werden
- wie regiert, reguliert, beobachtet sich eine solche Gesellschaft in ihrem Umgang mit Nichtwissen?



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

nordmann@phil.tu-darmstadt.de

vier konflikte in der nanowelt

- zwischen dem, was wir uns vorstellen können, und dem, was wir uns vorstellen sollen (weil wir es herstellen können)
- zwischen dem Vertrauten (bessere Werkzeuge) und der Grenzüberschreitung (Laptops, die auf Bäumen wachsen)
- zwischen den Erfolgen der letzten 20 Jahre und dem, was im Prinzip vielleicht noch möglich ist, zwischen *science fact* and *science fiction*
- zwischen neuen Werkzeugen für bekannte Probleme und dem Versprechen, dass sich für jedes Problem eine nanotechnische Lösung finden wird

Wie gehen wir mit diesen Konflikten um?

charakterfragen

Tugend und Laster liegen eng beieinander, zum Beispiel

- problemorientiert und verstiegen – kein Problem, das die Nanotechnologie nicht lösen kann
- Naturverhältnis – prinzipiell unbegrenzte Plastizität (*shaping the world atom by atom*: Legoland)

Was heuristisch wertvoll ist, schlägt in Hybris um.

von den bekannten stoffen...

Aerosil® ist ein nanostrukturiertes Pulver, das zu allerhand gut ist und in vielen technischen Anwendungen vorkommt. Solange dieses Pulver als Stoff mit einer zu erzeugenden Struktur gedacht wurde, bestand Degussas Beitrag in seiner industriellen Fertigung und dem Verkauf großer Mengen dieses Produkts. Die Käufer waren es, die es in weitere Produktzusammenhänge stellten, weiterverkauften und die seine Eigenschaften zu nutzen wußten. Von der Nanotechnologie her gedacht, ist Aerosil® kein produziertes Pulver mehr. Seine der nanostrukturierten Oberfläche verdankten Eigenschaften repräsen-

...zu überraschenden eigenschaften

tieren vielmehr Lösungen für vielfältige technische Probleme. Dementsprechend wird Aerosil® nicht mehr vornehmlich als Pulver verkauft, sondern als „innovative Problemlösung“ beispielsweise in Dispersionen, die den Bedürfnissen der Abnehmer gerecht werden.²⁷ Der in 50 Jahren nach und nach gewöhnlich und insofern auch langweilig gewordene Stoff ist somit in letzter Zeit ein Bündel attraktiver Eigenschaften geworden – und was Evonik Degussa verkauft, ist das Wissen um diese Eigenschaften und ihre Fertigkeit des Umgangs mit ihnen. Im Gegensatz zum Stoff wechselt dieses Wissen beim Verkauf nicht seinen Besitzer: Wie der Käufer eines Software-Pakets darf der Abnehmer von Aerosil® dieses Wissen nutzen, ohne sein Eigentümer zu werden.