

„Converging Technologies“ – Definitionsalternativen

Ich stelle im Folgendem im wesentlichen drei, wie ich meine charakteristisch verschiedene, Definitionen von „Converging Technologies“ vor. Die Definition des Nano-Reports der Royal Academy und der British Society of Engineering (I), die der High Level Expert Group der Europäischen Kommission aus dem Jahre 2004 (II) und den Ansatz der NBIC-Konferenz von 2002, der Furore gemacht hat (III).

I

„Nanoscience and Nanotechnologies“ drückt sich nicht vor Definitionen: „Nanoscience is the study of phenomena and manipulation of materials at atomic, molecular and macromolecular scales, where properties differ significantly from those at a larger scale.“ „Nanotechnologies are the design, characterisation, production and application of structures, devices and systems by controlling shape and size at nanometre scale.“¹

Zwar verfahren Nanotechnologien „genuinely interdisciplinary“. Ihre Zusammenarbeit erstreckt sich bis auf gemeinsame „knowledge, tools and techniques“. Aber das Fazit ist ernüchternd: „Apart from a characteristic size scale, it is difficult to find commonalities between them.“² Am ehesten scheint ein quasi-historischer Zugang eine prinzipielle Annäherungsperspektive zu erschließen: „Top-down‘ techniques involve starting with a block of material, and etching or milling it down to the desired shape, whereas ‘bottom-up‘ involves the assembly of smaller sub-units (atoms or molecules) to make a larger structure ... These two methods have evolved separately and have now reached the point where the best achievable feature size for each technique is approximately the same, leading to novel hybrid ways of manufacture.“³

Aber auch hier ergibt sich, dass ein Name lediglich benennt, was zufällig zusammengewachsen ist: „(E)volutionary developments in each of these fields towards investigating matter at increasingly small size scales has now come to be known as

¹ Nanoscience and nanotechnologies: opportunities and uncertainties, Report of Royal Society and Royal Academy of Engineering, London 2004 (<http://www.nanotec.org.uk/finalReport.htm>), 5.

² A.a.O. 6.

³ Royal Academy 6.

'nanotechnology'.“ „Convergence“ kennt der Bericht nur als das, was bestimmten Gruppen Sorgen macht. Der Begriff ist Hintergrund von Horrorszenarien, in denen Nanotechnologie sich verselbständigt.

Jene „schwache“ Definition vertritt im Prinzip auch der Nano -Bericht des Büros für Technikfolgenabschätzung des deutschen Bundestages (TAB). In der Zusammenfassung heißt es: „Nanotechnologie ist ein Sammelbegriff für eine weite Palette von Technologien, die sich mit Strukturen und Prozessen auf der Nanometerskala befassen. Ein Nanometer ist ein Milliardstel Meter (10^{-9} m) und bezeichnet einen Grenzbereich, in dem mehr und mehr quantenphysikalische Effekte eine wichtige Rolle spielen.“

Weiter heißt es dort: „Eine allgemein anerkannte Definition der Nanotechnologie existiert bis heute nicht. Im vorliegenden Bericht wird folgende, pragmatisch zu verstehende Definition verwendet:

1. Nanotechnologie befasst sich mit Strukturen, die in mindestens einer Dimension kleiner als 100 nm sind.
2. Nanotechnologie macht sich charakteristische Effekte und Phänomene zunutze, die im Übergangsbereich zwischen atomarer und mesoskopischer Ebene auftreten.
3. Nanotechnologie bezeichnet die gezielte Herstellung und/oder Manipulation einzelner Nanostrukturen.“

Der Bericht geht allerdings schon recht früh über die These hinaus, Nanotechnologie könne auch ein bloßes Kooperieren grundverschiedener Technologien sein, das – vielleicht sogar nur für kurze Zeit – bloß im Auge des Betrachters entsteht. Sie ist eine aktuelle „Schlüsseltechnologie“, die ganze Technologiefelder verändern wird und erhebliche „ökonomische, ökologische und soziale Implikationen“ hat.

Nach einer Beschreibung der „konvergierenden“ Top-down- und Bottom-up-Ansätze – genau an dieser Stelle heißt es weiter: „Charakteristisch ist beim Übergang auf die Nanometerskala, neben der zunehmenden Dominanz quantenphysikalischer Effekte, dass Oberflächen- bzw. Grenzflächeneigenschaften gegenüber den Volumeneigenschaften des Materials eine immer größere Rolle spielen. Außerdem treten vielfach Selbstorganisations-Phänomene auf.“⁴

⁴ <http://www.tab.fzk.de/de/projekt/zusammenfassung/ab92.htm>; Zusammenfassung des TAB-Arbeitsberichts 92 (Nanotechnologie).

Der kritische Gegenbericht der etc-Gruppe verwendet zwar den Terminus „converging“, scheint aber zunächst jener schwachen Definition zu folgen, wenn er im Untertitel von „Technologies Converging at the Nano-Scale“ spricht.⁵ Aber tatsächlich ist das Gegenteil der Fall: Der vollständige Titel „From Genomes to Atoms. The Big Down“ enthält sogar einen neuen Terminus, um zu zeigen, dass hier eine ganz bedenkliche Entwicklung auf den Punkt kommt: „Atomtech“. Hier wird – im Unterschied zum britischen Report, der vielleicht auch nur uninformiert in diesem Punkte ist – jene NBIC-Vision ernst genommen, auf die ich am Schluss zu sprechen komme.

II

Der Brüsseler „Converging Technologies“ - Report reagiert selten direkt, aber immer offensichtlich auf die NBIC-Herausforderung. Einerseits so heftig, dass er – wenn man es genau nimmt – schon aus diesem Grunde gar nicht mehr ein Bericht über Nanotechnologie ist. Er scheint jenen Ansatz durch Überbietung überwinden zu wollen: es geht um Konvergenztechnologien überhaupt. Andererseits distanziert er sich faktisch sowohl vom paradigmatischen Ansatz als auch von den pragmatischen Zielen des us-amerikanischen Entwurfs. Es geht, auch mit Bezug auf die im US-Report benannten Technologien, um deren ganz andere Konvergenz. Die Definitionen versuchen einen dritten Weg zu bahnen, zwischen dem pragmatischen Ansatz der Briten (und vielleicht der Deutschen) und jenem neuen NBIC-Paradigma, dem ich mich am Schluss zuwenden werde. In Europa scheint der Weg schon das Ziel zu sein; es geht um die Gestaltung eines Verfahrens. – Betrachten wir dies genauer:

„Converging technologies are enabling technologies and knowledge systems that enable each other in the pursuit of a common goal.“⁶ Schon mit dieser Definition wird faktisch über den NBIC-Ansatz hinausgegangen – genauer wird hinter ihn zurückgegriffen auf ältere Definitionen von „converging“, die dann prinzipialisiert werden.⁷ Der Bericht geht dann zwei Wege, um zum Ziel zu gelangen. Zum einen problematisiert und erweitert er die us-amerikanische Zielsetzung der NBIC-Technologien: die ja auf das „enhancement of human performance“ ausgerichtet werden.⁸ Zum anderen erweitert er den Kanon von Wissenschaften, die konvergieren: Es sind nicht nur jene

⁵ Winnipeg 2003 (www.etc.group.org).

⁶ Alfred Nordmann, *Converging Technologies – Shaping the Future of European Societies* (High Level Expert Group Report) Brüssel 2004 (http://europa.eu.int/comm/research/conferences/2004/ntw/pdf/final_report_en.pdf), 14.

⁷ Vgl. die Zusammenstellung a.a.O. 12-14 (A Brief History of Converging Technologies).

⁸ A.a.O. 15-19 (Limits of Convergence).

Big Four, die im us-amerikanischen Programm vorkommen, sondern es sind alle, die sich überhaupt auf ein definiertes Ziel hin ausrichten lassen.⁹ Offen programmatisch und versteckt polemisch werden schon auf dem Titelblatt die amerikanischen Kürzel in einen Kranz von Alternativen eingebunden. Konvergieren können und sollen „Nano-Bio-Info-Cogno-Socio-Anthro-Philo-Geo-Eco-Urbo-Orbo-Macro-Micro“-Technologien.

Nun ist der Weg frei. „CT always involve an element of agenda setting.“ Als Konvergenzwissenschaften werden sie durch das Verfahren ihrer zielorientierten Anwendung definiert. So ist es konsequent, dass die expert group von sich sagt: „By proposing ‚Converging technologies for the European Knowledge Society‘ (CTEKS) it places the emphasis on the agenda-setting process itself.“¹⁰ Die konkrete Ausgestaltung gibt dann auch, wenn nicht einen wirklichen Gegenentwurf, so doch einen ganz anderen Bild ab. „Because of this, converging technologies are particularly open to the deliberate inclusion of public and policy concern.“¹¹

Die charakteristische Gestaltungsfunktion dieses definitorischen Ansatzes – eben er ist (geradezu alt-) europäisch – sei mit drei Beispielen angedeutet: Da ist zunächst der im Vergleich zu den NBIC-Selbstdarstellungen auffallend große Raum, der von der Dialogperspektive und den Risikoerörterungen im Brüsseler Report eingenommen wird. Sodann ist „divergence“ im Papier wie im Kontext der anschließenden Diskussion zum Schlüsselbegriff eines spezifisch europäischen Umgangs mit diesen neuen Technologien geworden. Und schließlich wird zum us-amerikanisch unbeachteten „engineering of the mind“ das Gegen-Leitbild eines „engineering for the mind“ entworfen.¹²

⁹ A.a.O. 14f. (The Definition of Converging Technologies).

¹⁰ A.a.O. 4.

¹¹ A.a.O.

¹² A.a.O. 21.27.

III

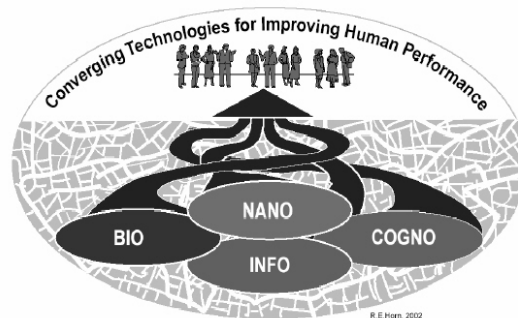
Im us-amerikanischen Bericht sucht man klare Definitionen der Kernbegriffe „Konvergenz“ oder „Nanotechnologie“ vergeblich. Stattdessen finden wir schon auf den ersten Seiten das Konvergenzsymbol ¹³,



NBIC "arrow"

This picture suggests advancement of converging technologies.

und eine zweite Grafik verbindet zu Beginn jene konvergierenden „Big Four“ mit einer charakteristischen Erklärung, die offenbar jene fehlenden Definitionen ersetzen soll:



Changing the societal "fabric" towards a new structure
(upper figure by R.E. Horn)

The integration and synergy of the four technologies (nano-bio-info-cogno) originate from the nanoscale, where the building blocks of matter are established. This picture symbolizes the confluence of technologies that now offers the promise of improving human lives in many ways, and the realignment of traditional disciplinary boundaries that will be needed to realize this potential. New and more direct pathways towards human goals are envisioned in working habits, in economic activity, and in the humanities.

„Changing the societal ‚fabric‘ towards a new structure“ soll dadurch so erläutert werden: „The integration and synergy of the four technologies (nano-bio-info-cogno)originate from the nanoscale, where the building blocks of matter are established.“¹⁴

„Convergence of diverse technologies is based on material unity at the nanoscale and on technology integration from that scale“, heißt es dann weiter. „The building blocks of matter that are fundamental to all sciences originate at the nanoscale. Developments in systems approaches, mathematics, and computation in conjunction

¹³ Converging Technologies for Improving Human Performance - Nanotechnology, Biotechnology, Information Technology and Cognitive Science, hrsg von Mihail Roco/ William Bainbridge, Arlington 2002 (http://www.wtec.org/ConvergingTechnologies/Report/NBIC_report.pdf), VII (Executive Summary).

¹⁴ A.a.O.

with NBIC allow us for the first time to understand the natural world, human society, and scientific research as closely coupled complex, hierarchical systems. At this moment in the evolution of technical achievement, improvement of human performance through integration of technologies becomes possible.“¹⁵

Zusätzlich bietet dann das NBIC Tetrahedron einen weiteren Hinweis auf eine Gesamtvorstellung, die ich wenigstens im Ansatz zu rekonstruieren versuche.

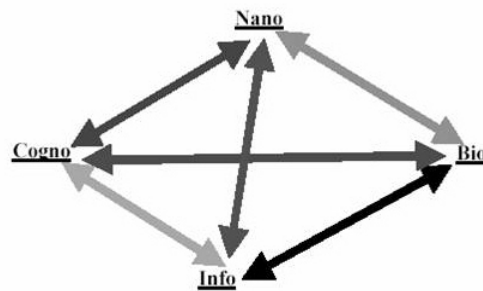


Figure „shows the ‚NBIC tetrahedron‘, which symbolizes this convergence. Each field is represented by a vertex, each pair of fields by a line, each set of three fields by a surface, and the entire union of all four fields by the volume of the tetrahedron.“¹⁶

Der Zugriff jedenfalls ist lückenlos:

„If the *Cognitive Scientists* can think it
the *Nano* people can build it
the *Bio* people can implement it, and
the *IT* people can monitor and control it.“¹⁷

Wenn die Autoren daher schreiben: „The same principles will allow us to understand and, when desirable, to control the behavior both of complex microsystems, such as neurons and computer components, and macrosystems, such as human metabolism and transportation vehicles.“¹⁸ – so lässt sich das m. E. nur verstehen, wenn man eine „starke“ Definition von „Converging Technologies“ voraussetzt.

Hier konvergieren die Technologien, weil sie sich auf einen Anwendungsbereich beziehen, der von der Nanotechnik wesentlich erschlossen wird, weil diese – im Sinne des „Big Down“-Reports – „Atomtech“ begründet. Sie greift auf die Grundelemente eines Objektbereiches manipulierend zu, der durch sich überlagernde Schichten höherer Komplexität konstituiert wird. Biotechnik, Informations- und Wissenstechnik

¹⁵ A.a.O. IX.

¹⁶ A.a.O. 2.

¹⁷ A.a.O. 13 (nach einem Ausspruch von W. A. Wallace auf der Konferenz).

(„cognoscience“) folgen in nicht beliebiger Zahl und Reihenfolge. Die Sozial- und Humanwissenschaften kämen nicht wie in dem Brüsseler Bericht einfach überhaupt oder als Folge irgendwelcher Zielsetzungen hinzu, sondern sie müssten sich wie jene Schlüsseltechnologien an einer skalierten Komplexitätsskala ausrichten.

IV

Ich möchte mit einigen kurzen Bemerkungen schließen:

1. Welche Definition ist „richtig“? Man kann ihr Verhältnis zueinander bestimmen, man kann auf die Funktionen und auf die Leistungen schauen. Beide Sichtweisen lassen sich kombinieren. Die kaum ausgeführten us-amerikanischen Erläuterungen verweisen auf eine sehr starke Theorie. Die Fragestellungen, die sich daraus ableiten lassen, sind fruchtbar. Richtig angewandt, führen sie fast notwendig zu Synergieeffekten. Man überlege sich, wie man in diesem Kontext planen müsste, um erfolgreich Gelder zu beantragen.
2. Mit diesen Überlegungen wendet man sich als europäischer Forscher auch nach Brüssel. Die Brüsseler Definitionen sind elegant, aber in einem sehr weiten, ironischerweise amerikanischen Sinn: politisch. Es ist aber nicht einzusehen, wie dieser spezifische Ansatz von sich aus für die harte Nanotechnologie fruchtbar werden soll. Man holt sich eher einen Ethikexperten, besser: eine Expertin ins Boot, bildet Kommissionen, hält Informationsveranstaltungen ab, schreibt Berichte usw.
3. Man sollte den (britischen und) den deutschen Ansatz nicht unterschätzen. Wenn diese konkrete Zusammenarbeit prinzipialisiert wird, dann muss man bewusst auf jene spezifischen Bastelemente achten, die dann zum Kennzeichen eines Bottom-up-Ansatzes besonderer Art werden. Um welche Tools geht es? Was sind die gemeinsamen Muster, die sich bewähren? (usw.)
4. „Tiefer“ als der NBIC-Ansatz, der sich auf den komplexen Systemaufbau unserer Wirklichkeit bezieht, ist eigentlich nur der Ansatz bei der menschlichen Kreativität: beim Forschungsprozess selbst; von dem aus sich dann Integrationsperspektiven für höhere Komplexitätsstufen erschließen, durchaus bis in die Selbststeuerung sozialer und personaler Systeme hinein. Das ist der Weg, den ich empfehle.

¹⁸ A.a.O. 1.

Anhang: Handout ‚Converging Technologies - Definitionsalternativen‘

I

„Nanoscience is the study of phenomena and manipulation of materials at atomic, molecular and macromolecular scales, where properties differ significantly from those at a larger scale.“

„Nanotechnologies are the design, characterisation, production and application of structures, devices and systems by controlling shape and size at nanometre scale.“¹⁹

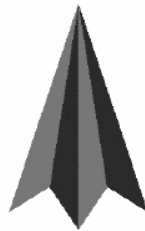
„Nanoscience and nanotechnologies encompass a broad and varied range of materials, tools and approaches. Apart from a characteristic size scale, it is difficult to find commonalities between them.“²⁰

II

„Converging technologies are enabling technologies and knowledge systems that enable each other in the pursuit of a common goal.“²¹

„CT always involve an element of agenda setting ... By proposing ‚Converging technologies for the European Knowledge Society‘ (CTEKS) it (i.e. the expert group) places the emphasis on the agenda-setting process itself.“²²

III



NBIC „arrow“

This picture suggests advancement of converging technologies.

NBIC-„Arrow“.²³

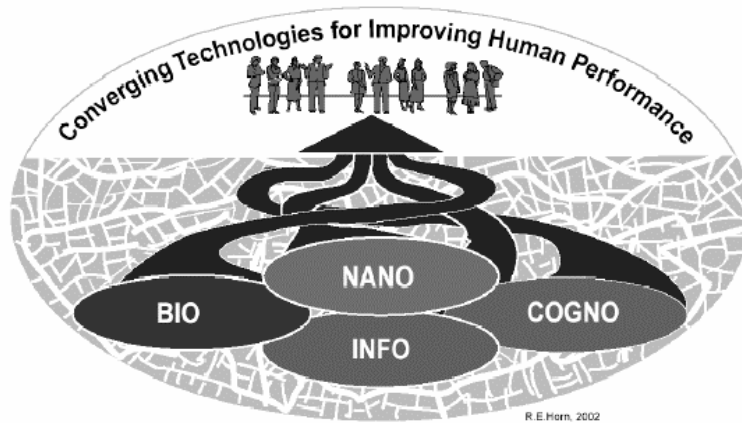
¹⁹ Nanoscience and nanotechnologies: Opportunities and Uncertainties, Report of Royal Society and Royal Academy of Engineering, London 2004 (<http://www.nanotec.org.uk/finalReport.htm>), 5.

²⁰ A.a.O. 6.

²¹ Alfred Nordmann, Converging Technologies – Shaping the Future of European Societies (High Level Expert Group Report) Brüssel 2004 (http://europa.eu.int/comm/research/conferences/2004/ntw/pdf/final_report_en.pdf), 14.

²² A.a.O. 4.

²³ Converging Technologies for Improving Human Performance - Nanotechnology, Biotechnology, Information Technology and Cognitive Science, hrsg von Mihail Roco/ William Bainbridge, Arlington 2002 (http://www.wtec.org/ConvergingTechnologies/Report/NBIC_report.pdf), VII (Executive Summary).



*Changing the societal "fabric" towards a new structure
(upper figure by R.E. Horn)*

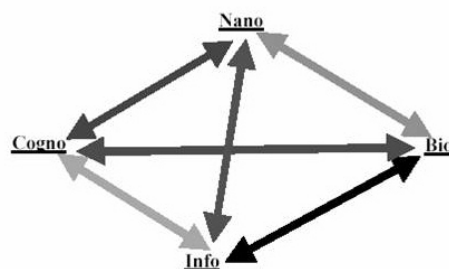
The integration and synergy of the four technologies (nano-bio-info-cogno) originate from the nanoscale, where the building blocks of matter are established. This picture symbolizes the confluence of technologies that now offers the promise of improving human lives in many ways, and the realignment of traditional disciplinary boundaries that will be needed to realize this potential. New and more direct pathways towards human goals are envisioned in working habits, in economic activity, and in the humanities.

„Changing the societal „fabric“ towards a new structure“²⁴

„The integration and synergy of the four technologies (nano-bio-info-cogno) originate from the nanoscale, where the building blocks of matter are established.“²⁵

„Convergence of diverse technologies is based on material unity at the nanoscale and on technology integration from that scale. The building blocks of matter that are fundamental to all sciences originate at the nanoscale. Developments in systems approaches, mathematics, and computation in conjunction with NBIC allow us for the first time to understand the natural world, human society, and scientific research as closely coupled complex, hierarchical systems. At this moment in the evolution of technical achievement, improvement of human performance through integration of technologies becomes possible.“²⁶

The same principles will allow us to understand and, when desirable, to control the behavior both of complex microsystems, such as neurons and computer components, and macrosystems, such as human metabolism and transportation vehicles.“²⁷



²⁴ A.a.O.

²⁵ A.a.O.

²⁶ A.a.O. IX.

²⁷ A.a.O. 1.

Figure „shows the ,NBIC tetrahedron', which symbolizes this convergence. Each field is represented by a vertex, each pair of fields by a line, each set of three fields by a surface, and the entire union of all four fields by the volume of the tetrahedron.²⁸

²⁸ A.a.O. 2.