

SONDERDRUCK AUS:

Hagen Hof, Ulrich Wengenroth (Hrsg.)

# INNOVATIONSFORSCHUNG

Ansätze, Methoden, Grenzen und Perspektiven

LIT

## **Integrierte Innovation - Schritte zu einer intersystemischen Kontrolltheorie**

Wolfgang Nethöfel

Wenn ich mich als Sozialethiker, der sich der anwendungsbezogenen Grundlagenforschung verpflichtet fühlt, und als Koordinator einer interdisziplinären Forschungsgruppe zur Nanotechnologie der Innovationswissenschaft nähere, fällt mir auf, dass sie Probleme mit dem Neuen hat.' In ihrem Gegenstandsbe- reich, wo es sich zwischen Entdeckung und Erfindung, Produkt und innovati- ver Organisation nicht so recht fassen lässt. In der Selbstreflexion ihrer Theo- rien und Verfahren, die in ganz unterschiedlicher Weise die Neuheit der For- schungsobjekte bestimmen oder eben gänzlich ignorieren. Und schließlich im Verhältnis der Innovationswissenschaft zur Gesellschaft insgesamt. In meinen eigenen Kooperationen sehe ich mich oft als deren Anwalt, wenn wir von der Innovationswissenschaft Leistungen bei der Bewältigung der Orientierungs- und Koordinierungsprobleme durch das Neue erwarten, die diese dann nicht ganz selten frustriert - indem sie sich als Grundlagenforschung dieser Zumut- ung verweigert oder sich ihr stellt und dann als beratende Wissenschaft ver- sagt.

Meine Vermutung ist, dass es sich hier intra- wie inter- und transsystem- misch um immer wieder dieselbe Problemkonstellation handelt, die sich mit dem Neuen einstellt - und um immer dieselbe typische Fehlorientierung, die

---

Vorfassungen dieses Textes habe ich in der interdisziplinären Marburger NanoGroup vor- gestellt und in unsere von der VolkswagenStiftung geförderte Tagung 'Nanotechnology in Science, Economy, and Society' (Marburg 2005) eingebracht (*Jungmichel/Nethöfel* , 2005). Ich verarbeite mehr als nur Anregungen aus Gesprächen mit den Kolleginnen und Kollegen *Wolfgang Drechsler, Andreas Greiner Peter Janich, Angela Krewani, Christian Lütjke, El- mar Mand, Alfred Nordmann, Jochen Röpke* und *Cornelia Storx* sowie mit unseren 'Young Scientists'. Doch ich gebe nicht überall ihre Meinung wieder und für die hier vorliegenden Formulierungen trage ich allein die Verantwortung. Die hier vorliegenden Anfragen und Vorschläge begründe ich ausführlicher in *Nethöfel* (2006a, 2006b).

das Neue auslöst: Man schließt es erst durch Definitionen in ein Containment ein und versucht es dann durch seine Funktionen zu beschreiben oder zu manipulieren. Ich erläutere im Folgenden kurz die Ausgangsproblematik im Kontext interdisziplinärer Kooperation (1) und stelle dann den Schwierigkeiten im Umgang mit dem Neuen am Beispiel der Nanotechnologie die über Systemgrenzen hinweg funktionierende Orientierung an Dritten Größen gegenüber, mit denen man sich innerhalb dieses Systems angewandter Forschung faktisch verständigt (2). Jene Orientierung wird auch in Prozessen des Entdeckens, Erfindens und im kreativen Management längst vollzogen, bleibt aber dort methodisch unbewusst. Ohne sie sind jedoch nicht nur der Vollzug, sondern auch die wirksame Förderung, Regulierung oder die gesellschaftliche Integration von Innovationsprozessen schwer vorstellbar. Da sich Dritte Größen als Koordinierungsprinzip inter- und transsystemischer Kooperation erproben lassen, zeichnen sich praktisch wie theoretisch interessante Praxiskonstellationen ab. Ich erläutere dies am Vorgehen der Marburger NanoGroup (3).

### **Was sind Innovationen - und wie gehen wir mit ihnen um: Definitionsprobleme**

In starken Definitionen der Innovationswissenschaft ist ihr Gegenstandsreich geradezu als Gegensatz zu Entdeckungen und Erfindungen definiert. Die Wissenschaftspraxis hat dies gleichsam nachvollzogen und erforscht als 'normal science' Innovationszyklen oder nationale Innovationssysteme mit statistischen Standardverfahren, die sich auf einzelne Parameter beziehen, oder aber - wenn es etwa um die Nachzeichnung innovativer Netzwerkbildungen geht - ein wenig hilflos mit aggregierten Erkenntnissen aus Experteninterviews. Als paradigmatischer Kern erweist sich hier eine schwache Definition des Neuen. Es wird theoretisch wie methodisch fast vollständig verdrängt. In den Schulungsprozessen von Managern, die sich auf Innovations- und Change-Prozesse vorzubereiten haben, überleben hingegen die fast kultische Verehrung des Neuen und die Einsicht in die Besonderheit kreativer Prozesse. Das Durchbrechen gewohnter Definitionen, der Umgang mit Störungen, die Änderung von Theorien und Methoden in Abhängigkeit vom Wechsel zwischen Routine und Ausnahmefall sind hier jedenfalls methodisch bewusst geblieben.

Eher unklar ist dies bei den Anhängern des Schumpeter-Freeman-Perez-Models (SFP). Das technisch-ökonomische Paradigma (TEP) kommt als Hypothesenraster daher (*Freeman/Perez, 1988*). Wie beim Gründervater Kondrat-

jeff geht es wieder um die dynamischen Qualitäten unterschiedlicher Kapitalströme. Aber die institutionellen Investoren werden faktisch durch Geschichten à la Schumpeter orientiert. Man erfährt von (institutionellen) Protagonisten und (gesellschaftlichen) Widerständen, von markanten Phasen, Durchbrüchen und Anpassungen an eine neue Normalität. Aber sind jene Grundannahmen falsifizierbar, lassen sich wenigstens modellgesteuerte regionale, terminierte und budgetierte Trendvorhersagen evaluieren? Gerade diese Innovationswissenschaft wird durch die praktischen Anforderungen der Innovationspolitik herausgefordert, denen sie sich stellt.

Der TEP-Modellkern wird durch dieses Paradigma in zweifacher Weise thematisiert. Einmal in vertrackter Weise intrasystemisch. Ganz (neo-) klassisch wird hier plausibel, dass eine Erfindung nur in einer bestimmten systemischen Konstellation eine Chance hat, sich am Markt: gar noch paradigmengestaltend durchzusetzen. Aber es ist ebenso klar, dass aus dieser Konstellation nichts wird, wenn nicht eine Art kreativer Fusion im technischen System den langweiligen Prozess auslöst. Umgekehrt bezeugen nun die offenkundigen praktischen Probleme der Technikfolgenabschätzung, dass Innovationen nicht entlang von Entwicklungspfaden verlaufen, sondern dass von Politik, Rechtssystem und Medien intersystemische Störungen ausgehen können, die zu Disruptionen bei der Marktdurchsetzung führen (Coates/Coates, 2002).

Die Systemtheorie selbst muss sich von einem Makel befreien, der ihr spätestens seit Luhmanns Integrationsbemühungen der biologischen Autopoiesiskonzeption und des dort implizierten Spencer-Brownschen Kalküls anhaftet (Luhmann, 1984; Spencer-Brown, 2004; Lau, 2005). Sie wird als bloße Reflexions-, nicht als Kontrolltheorie entwickelt, und daher kann sie den Verdacht, aus ihren radikal-paradoxen Ausgangssätzen sei Beliebiges ableitbar, nicht durch stringente Methodik und kontinuierliche Praxiszusammenhänge entkräften. Im Kern geht es auch hier um die Kontrolle des Neuen. Denn der Vorwurf lautet genauer, in dem sie nicht hinreichend zwischen allo- und autopoietischen Prozessen unterscheidet, missbrauche die Systemtheorie die Gesetze der biologischen Formbildung zur immer gültigen aber wirkungslosen Interpretation systemischer Ausdifferenzierung über alle Komplexitätsebenen und Abhängigkeitsverhältnisse hinweg (Bühl, 1987; Luhmann, 1997; Bühl, 2000).

In der Praxis interdisziplinärer Arbeit mit der Nanotechnologie begegnen die Orientierungsprobleme, die das Neue auslöst, in ihrer ganzen Breite. Als anwendungsbezogene Grundlagenforschung stellt sie wissenschaftliche Entdeckungen in den Dienst möglicher Erfindungen und der Entwicklung markt-

fähiger Produkte. Dabei wird sie selbst zum Gegenstand starker und schwacher Definitionen. Beschäftigt sie sich mit etwas Neuem, ist sie selbst etwas Neues, tritt mit ihr gar ein neuer TEP-Kandidat auf den Plan? Oder werden unter diesem Namen nur herkömmliche Technologien zusammengefasst - vielleicht um als Innovationsmarke besser verkauft zu werden? Im Definitionsvorschlag der Europäischen Akademie ist sie durch Forschungsobjekte gekennzeichnet, an denen sich beim Erreichen der Nanoskala Mess-Sprünge beobachten lassen: 'diskrete Zustände'. Aber eigentlich ist dieser Vorschlag als Verfahrensalgorithmus formuliert, der beschreibt, wie jeder Kandidat für das Prädikat „x ist Nanotechnologie“ in endlichen Schritten mit eindeutigem Ergebnis untersucht werden kann (*Schmid et al., 2003; Decker et al., 2004*). - Dies scheint mir ein weiterführender Ansatz zu sein.

### **Dritte Größen im Feld und im Umfeld der Nanotechnologie**

Nähert man sich den diskreten Zuständen' infrasystemisch, d.h. innerhalb nanotechnologischer Verfahren, so erweisen sie sich als Punkte auf der Grenze zweier benachbarter Systeme unterschiedlicher Größenordnung, auf die sich springende Werte bzw. konvergierende Messungen aus konvergierenden Verfahren beziehen. Erst die Klärung, welche Wertekonstellationen nun doch noch auf beiden Seiten äquivalent sind, lässt einen gemeinsamen Attraktor hervortreten. Dieser selbst ist allerdings stabil nur als neue Interpretation der Messgrößen des umfassenderen Systems. So empfiehlt es sich, die Duale auf dem Näherungsweg als vorbereitende Bifurkation und das ganze Gebilde katastrophentheoretisch zu verstehen. z

Oberflächenphänomene werden außerhalb dieses Theoriemodells unterkomplex gedeutet. Dies führt zu typischen Desorientierungen. Nanotechnologie hingegen kann als Grenzorientierung verstanden werden, in der nach diesem Modell Informationen über Systemzustände gewonnen und konstruktiv genutzt werden. Da jede Bifurkation als Projektion einer Kontinuitäts-, 'Falte' in einem höher dimensionierten Katastrophenraum interpretiert werden kann, könnte jeder diskrete Grenzzustand eines Systems auf eine kontinuierliche Grenzfläche höherer Ordnung verweisen. Die Oberfläche des nanotechnologischen Systems weicht an einer scheinbar eindeutig definierten Stelle zurück

---

<sup>2</sup> *Thom (1976); van der Maas/Molenaar (1992)* diskutieren im Detail Anwendungsfälle und -probleme, die bei einer ausgeführten Theorie Dritter Größen zu berücksichtigen sind; s.u. in 3.

und stülpt sich gleichsam nach innen. Sie wird diffus, während sie für diese Annäherung undurchdringlich bleibt und insofern weiterhin als Grenze funktioniert. Die Messebene wird als Kontaktebene untauglich, da sie als kontrollierende Ebene nicht funktioniert. Sie schreibt die Abgrenzungen in Nachbarsystemen fest, während sie selbst als Grenzfunktion Binnendifferenzierungen nicht mehr zuverlässig abbildet. Als schlagartiger Übergang bzw. als Perspektivwechsel von der Kontrollebene zum kontrollierten Raum interpretiert, erschließen die ursprünglich gewonnenen Daten hingegen neue Zusammenhänge und wirken als Kontrollparameter in einem benachbarten oder in einem umschließenden komplexeren System. So müssen auch die von Kuhn beobachteten Diskontinuitäten des Paradigmenwechsels (*Kuhn, 1976*) den von Lakatos und anderen nachgewiesenen Kontinuitäten zwischen Forschungsprogrammen nicht widersprechen (*Lakatos, 1982*). Beide wären nach diesem Modell vielmehr Komponenten einer starken Kreativitätstheorie: mit der Möglichkeit einer stabilisierenden Rückwärtsableitung des Alten als Teil des Neuen (*Nethöfel, 1992*). Im Falle der Nanotechnologie sehen wir, wie nach diesem Muster im konkreten Einzelfall etwas Neues entsteht, und wir erkennen zugleich, wie wir der Verpflichtung nachkommen können, dieses kreative Potenzial stabil und sachgemäß gesellschaftlich zu orientieren.

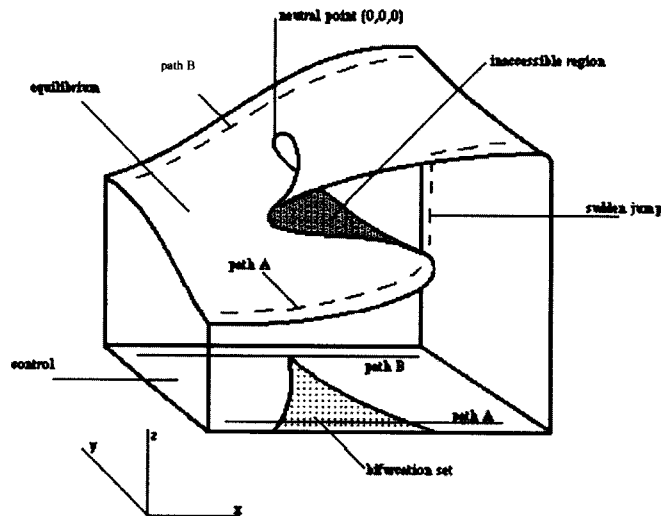


Abb. 1: Kontrollebene und Katastrophenraum nach van der Maas/Molenaar 1992, S. 397, reproduziert mit Erlaubnis der American Psychological Association.

Dieses Modell zeigt, was Dritte Größen sind und wie sie funktionieren. Sie sind wie Geldmünzen Zeichen, die einen ganzheitlichen Wertaspekt mit der Zahlangabe eines konkreten Maßes verbinden. Darüber hinaus funktionieren sie als Orientierungspunkt oder als Auslöser eines Prozesses für einen Algorithmus, der stabile Orientierung über Systemgrenzen hinweg (*Giddens, 1992*) ermöglicht. Wie die Nanowissenschaften intrasystemisch exemplarisch zeigen, setzen intersystemische Modelle zwar die Geltung des mathematischen Auswahlaxioms voraus (*Jech, 1973*). Aber im Unterschied zu Definitionen sind Aussagen mit Dritten Größen wahrheitsfähig.

### **Dritte Größen und Integral Innovation': ein Marburger Schritt auf einem langen Weg**

Jenes Reißverschlussverfahren, mit dem Dritte Größen über Systemgrenzen und Ordnungsebenen hinweg stabile Orientierung ermöglichen, muss sich im Fall der Nanotechnologie als Innovationstheorie und in trans- und interdisziplinärer Zusammenarbeit bewähren. Dies ist der Rahmen, in dem Dritte Größen ihre volle Wirksamkeit entfalten könnten. Denn wenn wir uns abschließend umschaun, erscheint die Innovationstheorie wie ein zusammenhängendes Frageraster, auf das jedenfalls im Bereich der Nanotechnologie Dritte Größen Antworten geben könnten.

Nanotechnologische Kennzahlen thematisieren in eigentümlicher Weise die technologische Abhängigkeit dieser Stabilität, die im Regelfall unbeobachtet und unbewusst bleibt. Dies ist eine Orientierungschance, die nicht ungenutzt bleiben sollte. Lässt sich dies in einen kontrolltheoretischen Rahmen einzeichnen und verallgemeinern, und lassen sich die so gewonnenen Erkenntnisse auf andere Zusammenhänge übertragen - im Dienste wechselseitiger Orientierung gesellschaftlicher Funktionssysteme, die nur zusammen Innovationen generieren und die gemeinsam auf sie reagieren müssen? Auf diese Fragen erhoffe ich mir Antwort von einem Modellprojekt, das wir in unserer interdisziplinären Marburger NanoGroup entwickelt haben.<sup>3</sup>

<sup>3</sup> Ich formuliere so, weil das Projekt trotz eines weitgehenden Verfahrenskonsenses für theoretisch und methodisch modifizierte Zielvorstellungen offen ist. Die konzeptionelle Bedeutung geht über sozialetische Anwendungsfragen hinaus (*Nethöfel, 2001*). Die Rekonstruktion einer Nano-Organisation, die anwendungsbezogene Grundlagenforschung betreibt, lässt sich als Innovationsmodul zum Grundelement eines Innovationsmodells machen (*Nethöfel, 2006c*).

Im Bereich der Nanotechnologie treiben Projekte angewandter Grundlagenforschung Innovationsprozesse voran. Sie lassen sich in einem transsystemischen Modell abbilden, um dessen Kontrolle sich ein idealer Investor' bemüht. Sein Kontrollraum ist jener Natur-Kultur-Zusammenhang, in dem Dritte Größen die Formbildungsprozesse unserer Gesellschaft erschließen. Hier tritt Evolution im ökonomistischen Gewand auf und gestaltet Institutionen „durch Knappheit und durch Liebe".<sup>4</sup> Investoren orientieren sich selbst im Rahmen von Zweikomponententheorien und sie setzen ihre Intentionen durch Reißverschlussverfahren um. Sie müssen abschätzen, was das ist, was sie für die zur Verfügung stehende Geldsumme erhalten werden. Und wenn sie es genauer wissen, dann müssen sie abschätzen, wie viel es in Zukunft einbringen könnte. Das Ineinander eines qualitativen und eines quantitativen Aspektes in den Wertkonstellationen, an denen sich Investoren dabei orientieren, lässt auch die eigentlich heuristische Funktion von ökonomistischen Rational-choice-, Principal-agent- und Property-rights-Theorien zu Tage treten, die sonst unbewusst bleibt und zur Ursache neoliberaler Kontrollverluste wird. Indem er diese ebenso vermeidet wie die gesellschaftlichen Risiken der Überregulierung setzt der ideale Investor' die Leitvorstellung der Marburger NanoGroup um. Er ist Modellagent von Integral Innovation'. Da er an einem kontinuierlichen Zufluss öffentlicher wie privater Mittel interessiert sein muss, will er sein Geld nur in die Herstellung eines in jeder Hinsicht guten` Produktes investieren: Es muss aus einem Forschungsprozess hervorgehen, der neue Erkenntnisse verspricht und wissenschaftsinternen wie -externen Forschungsstandards genügt. Es muss sich als neu` auf dem Markt durchsetzen und den dort geltenden Produktstandards genügen. Es muss über die unmittelbare Marktbeziehung hinaus nachhaltig gesellschaftlichen Bedürfnissen und Standards gerecht werden.

Modellinstrument ist ein integrierter Forschungs- und Business-Plan. In dieser Form entspricht dem Frage- und Kontrollbedürfnis des Investors eine möglichst plausible Innovationsstory. Diese versucht den Innovationsprozess in einem Algorithmus von Argumenten abzubilden: als Quellcode Dritter Größen, die Umsetzungsvorschläge in eine rekursive Syntax einbinden. Sie lassen

<sup>4</sup> So müssten wir den sarkastischen, aber einschlägigen Schiller-Vers variieren, weil die Natur im Bereich der Kultur eine eigene Sprache spricht: „Doch wie es wäre, fing der Plan/ Der Welt nur erst von vorn an,/ Ist in Moralsystemen/ Ausführlich zu vernehmen/ ... Doch weil, was ein Professor spricht,/ Nicht gleich zu Allen dringet,/ So übt *Natur* die Mutterpflicht/ Und sorgt, dass nie die Kette bricht,/ Und dass der Reif nie springet./ Einstweilen, bis den Bau der Welt/ Philosophie zusammenhält,/ Erhält sie das Getriebe/ Durch Hunger und durch Liebe" (Die Weltweisen. Die Taten der Philosophen, 1795).

diese Vorschläge zunächst als sinnvoll innerhalb einer Gesamtvorstellung erscheinen, da sie diese mitthematisieren. Sie müssen aber gleichzeitig innerhalb des Projektplans und der Gesamtrechnung als Controllingvorgaben funktionieren. Der Investor wird also motiviert durch eine Vision, die einen Zusammenhang von Bildern erzeugt. Er verfügt aber gleichzeitig über Kennzahlen, die aus dem Forschungsprozess hervorgegangen sind und die nun im Rahmen benachbarter oder überdeterminierender Systeme als überprüfbare Funktionserwartungen formuliert werden. So wären auch nanotechnologische Grenzwerte nicht mehr bloß vertragstheoretisch als Ergebnis eines Konsensverfahrens zu bestimmen, sondern als Regelgröße in den Netzplan eines Projektschemas eingebunden.

Dieser Quellcode Dritter Größen kann als Open Source in einem Projekt-Netzwerk funktionieren, das nanotechnologische Innovationsmodule koordiniert. Das Schema des integrierten Forschungs- und Businessplans inspiriert, reguliert und dokumentiert dann deren Funktionen; es macht sie vergleichbar mit realen nanotechnologischen Innovationsmodulen aus verschiedenen nationalen Innovationssystemen. Die interdisziplinäre Marburger NanoGroup hat die Zusage von Nano-Arbeitsgruppen aus aller Welt, die Arbeit junger Wissenschaftler im Bereich angewandter Grundlagenforschung in ein solches Projekt einzubeziehen. Dabei kann sie sich bereits jetzt auf ein interdisziplinäres Young Scientists' Network stützen. Es hat sich vor allem um die Ausarbeitung von Summer-School-Konzeptionen verdient gemacht, in ihm soll aber auch zwischen gemeinsamen Projektveranstaltungen die Arbeit koordiniert und erforscht werden. Während hier durch schemagenerierte Fragebögen vorrangig Material für Bearbeiter der Teilprojekte generiert werden wird, dient jener Plan von Summer Schools vor allem der Arbeitsstrukturierung und der Sensibilisierung der Bearbeiter der Nanoprojekte. Während das Schema selbst einen holographischen Lernalgorithmus vorgibt, in dem alle Inputs in den auszuarbeitenden Investor-Vorschlag eingehen, stellt die Veranstaltungsform methodische wie Funktionssystemgrenzen systematisch in Frage. An den internationalen und interkulturell gemischten Teams, die am möglicherweise nur teilsimulierten Wettbewerb um Drittmittel teilnehmen sollen, werden dann als teilnehmende Beobachter auch die Young Scientists aus den Sozial-, Wirtschafts- und Kulturwissenschaften mitarbeiten. Bei der Informationsvermittlung wird der Brückenschlag erprobt. Referenten bieten fachübergreifende Expertise an, vor allem aber werden Stakeholder aus einem systemisch neu formulierten Stakeholdermodell ansprechbar sein: reale Investoren, weiter verarbeitende In-

dustrie, Patientengruppen, Anwohner, Anwälte einer besorgten Öffentlichkeit: Open Space. Das Modellinstrument hat dann folgendes (ergänz- und spezifizierbares) Funktionsschema:

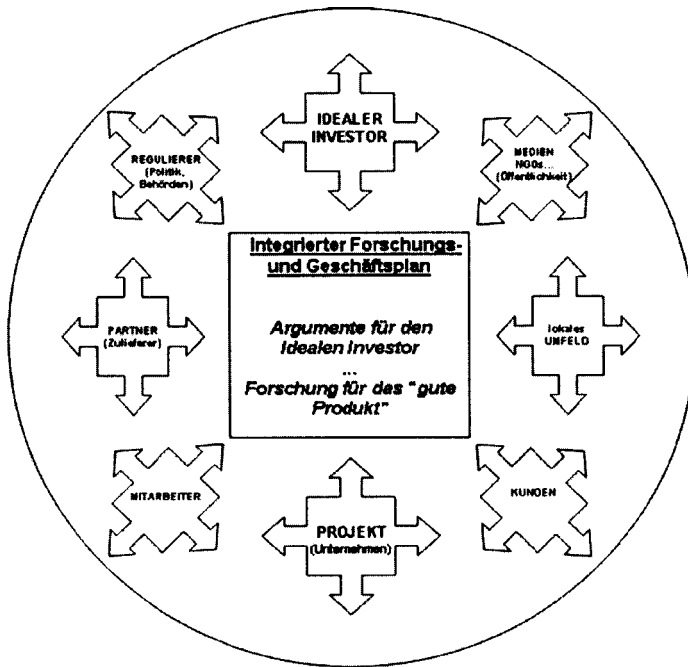


Abb. 2: Integrierter Forschungs- und Geschäftsplan, Nano Group Marburg.

Das Prinzip rückmeldender Orientierung an Dritten Größen soll innerhalb des Modellrahmens auf allen Ebenen die Orientierung durch ausgrenzende Definitionen ersetzen. Dies gilt zunächst für die Integration transdisziplinärer Kontakte und Dialoge in die meist von Anfang an interdisziplinäre nanotechnologische Zusammenarbeit (Schmidt, 2005; Schmidt/Grunwald, 2005; Mittelstraß, 2005). Es setzt sich fort im Bereich der Moral, in dem sich das Spektrum von der Sensibilisierung für eigene und fremde Wertvorstellungen über deren Dokumentation bis hin zur Vermittlung nanoethischen und metaethischen State-of-the-art-Wissens erstreckt (Ach/Jömann, 2005; Baumgartner, 2004; Grunwald, 2004). Die Vermittlung von prägenden Bildungserlebnissen bei den Young Scientists sowie die Aufbereitung der Projektergebnisse

für zukünftige Schulungen sind in die Gesamtkonzeption eingegangen. Bestandteil des Integral-Innovation-Konzepts ist die Weiterentwicklung der üblicherweise nachklappenden, allenfalls entwicklungsbegleitenden Praxis der Technikfolgenabschätzung (Fleischer 2002; 2003). Erst wenn verkettete Dritte Größen Konstellationen des Innovationsprozesses durch Soll-Ist-Vorgaben markieren und so diesen im Ganzen controllingfähig machen, wird dieser weder durch qualitative Festschreibungen blockiert noch lässt seine Dynamik inhaltliche Zielsetzungen und Normvorgaben ins Leere laufen, weil sie schon bei der nächsten Stufe der Produktentwicklung nicht mehr greifen. Im Rahmen einer solchen Konzeption würde eine forschungsintegrierte Nano-Technikfolgenabschätzung upstream Größen generieren, die downstream kaskadenförmig regulieren - und zwar über die Grenzen von Funktionssystemen hinweg. Alles andere wäre dem idealen Investor' zu riskant; der Investor im Rollenspiel wird die vorgelegten Übungs-Geschäftspläne kritisieren und gegebenenfalls durch Nachfragen Korrekturen veranlassen. So zeichnen sich vielleicht Steuerungsmöglichkeiten ab, die auch bei der gegenwärtigen europäischen Bemühung um die angemessene Förderung der Nanotechnologie als einer konvergierenden Technologie hilfreich sein könnten.<sup>5</sup> Und Innovationstheorien würden ungleich leistungsstärker durch eine kontrolltheoretische Komponente, in der interne (nano-)technologische Kennzahlen als Dritte Größen in anderen Funktionssystemen und in der Gesellschaft im Ganzen orientierend wirken können.

Als Orientierungsmaxime kann unabhängig von Modellprojekten festgehalten werden: Was sich intern als gültig erwiesen hat, sollte so lange wie möglich auch extern gelten. Im Kontext von Innovationsprozessen werden sich immer wieder experimentelle Konstellationen ergeben, aus denen sich ein Ensemble, im Fortgang eine ganze Folge controllingfähiger Kennzahlen ableiten

---

<sup>5</sup> *Nethöfel* (2006b) schlägt vor, dass im regelnden Vorgriff die folgenden aufeinander verweisenden Axiome eine Lösung der Förderungsproblematik von Nanotechnologie im Zusammenhang der konvergierenden Technologien (KT) darstellen können: *Axiom 1:* KT dürfen nur innerhalb einer übergreifenden ‚Enabling‘-Konzeption *gefördert werden*: Ein beantragtes Projekt sollte nur dann als konvergierend verstanden und mit dieser Begründung EU-gefördert werden, wenn nachgewiesen werden kann, dass sein Ergebnis für ein zweites Projekt aus einem anderen Bereich notwendige Voraussetzungen bereitstellt. *Axiom II:* KT-Förderung muss anschlussfähig sein an die bisherige Entwicklung (und Förderung) der Nanotechnologie: Ein Projekt sollte nur dann als konvergierend verstanden und mit dieser Begründung EU-gefördert werden, wenn nachgewiesen werden kann, dass seine Förderung in einem plausiblen Zusammenhang mit der bisherigen Entwicklung (und Förderung) der Nanotechnologie steht.

lässt. Hier müssen nun Naturwissenschaftler und Ingenieure ihren Blick für Leistungen, Wirkungen und Werte schulen, um dialogfähig zu bleiben. Wenn der geschärfte Blick für diese Erscheinungsformen einhergeht mit der theoriegeleiteten methodischen Konzentration auf jene Konstellationen, dann werden auch aus der Praxis Dritte Größen hervorgehen. Und dieses Instrument schärft sich bei sachgemäßem Gebrauch. Auf diese Weise mögen sich viele jener Konflikte lösen lassen, von denen wir ausgegangen sind. Dort hatten sich intersystemische Dysfunktionalitäten verfestigt, weil man von einem ausgegrenzten Einzelfall her die definitorische Regel in Frage stellen muss, um die Ursache zu beseitigen.

Können Dritte Größen mit der Zuverlässigkeit des naturwissenschaftlichen Erkenntnisfortschritts auch gesellschaftliche Konflikte kontrollierbar machen? - Sie werden selbst bei Innovationsprozessen lediglich Effektivität und Effizienz von Unterstützungsmaßnahmen erhöhen, nicht aber Risiken ausschließen können. Eine Kontrolltheorie, die mit Dritten Größen arbeitet, funktioniert nicht nur über Systemgrenzen, sondern auch über Freiheitsgrade verschiedener Ordnungen hinweg. Es geht um die thematische Konzentration von Dialogen in einer offenen Gesellschaft, die nicht mit einem Konsens enden müssen, und mit denen dennoch gemeinsame Ziele erreicht werden können. In solchen Dialogen wollte ich die leise Stimme der naturwissenschaftlichen und technischen Vernunft unter Inkaufnahme des Risikos disziplinärer Transgressionen in Wissenschaftsbereichen hörbar machen, wo sie im Stimmengewirr oft überhört wird.

Unterwegs und zwischendurch kann man die eigenen Maßstäbe immer wieder an der bisweilen deutlich wahrnehmbaren Selbstbegrenzung nanotechnologischer Innovationsprozesse eichen. Es scheint einen inneren Zusammenhang zu geben zwischen der Kreativität des Einzelnen und jener kreativen Grundsicht des Wirklichen, aus der das Neue hervorgeht. Sie erschließt sich nur dem ganz, der von sich selbst absehen kann, und nur wer auch auf die Intentionen anderer reagiert, der kann sie sich dauerhaft zu Nutze machen.

Lernt man über die Nanotechnologie die Natur' oder „was die Welt/ im Innersten zusammenhält" tiefer' zu verstehen? Ich möchte mit einem Bekenntnis schließen: Die Nanotechnologie hat mich neu zu verstehen gelehrt, was Martin Luther seinen theologischen Gegnern zurief, die Christi Gegenwart im Abendmahl nur symbolisch verstehen konnten, weil dieser ja in Wirklichkeit' zur Rechten Gottes sitze. „Nichts ist so klein", antwortete Luther darauf, „Gott

ist noch kleiner".<sup>6</sup> Gott sei den Dingen näher als diese sich selbst und in ihnen als Schöpfer unablässig tätig. Luthers Folgerung daraus: Gott könne wohl alles selbst tun, er wolle es aber durch uns tun. Ob man sich nun auf jene Pascalsche Wette auf die Existenz Gottes einlässt oder nicht: wir können unsere gesellschaftliche Verantwortung für die Indienststellung der Natur im Rahmen von Innovationsprozessen gefahrlos an einem Leitbild ausrichten, dessen story bekannt ist: „servant leadership“.

## Literatur

- Ach, J. S./Jömann, N.* (2005): Size Matters. Ethische und soziale Herausforderungen der Nanobiotechnologie. Eine Übersicht. In: *Jahrbuch für Wissenschaft und Ethik* 10 (2005), S. 183 -213.
- Baumgartner, C.* (2004): Ethische Aspekte nanotechnologischer Forschung und Entwicklung. In: *Das Parlament*, 23/24, S.39-46.
- Bühl, W. L.* (1987): Grenzen der Autopoiesis. In: *Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie* 39, 5.225-254.
- Bühl, W. L.* (2000): Luhmanns Flucht in die Paradoxie. In: *Merz-Benz, P.-U./Wagner, G. (Hg.)*, Die Logik der Systeme. Zur Kritik der Systemtheorie Niklas Luhmanns. Konstanz, S. 225 - 256.
- Coates, J. C./Coates, V T* (2002): Next Stages in Technology Assessment: Topics and Tools. In: *Banse, G./Grunwald, A./Rader, M.* (Hrsg.), *Innovations for an e-Society. Challenges for Technology Assessment*. Berlin, S.99-112.
- Decker, M.* et al. (2004): Ich sehe was, was du nicht siehst ... zur Definition von Nanotechnologie. In: *Technikfolgenabschätzung - Theorie und Praxis* 13, H. 2, S.10-16.
- Fleischer, T* (2002): Technikfolgenabschätzungen zur Nanotechnologie - Inhaltliche und konzeptionelle Überlegungen. In: *Technikfolgenabschätzung - Theorie und Praxis* 11, H. 3/4, 5.111-122.
- Fleischer, T* (2003): Technikgestaltung für mehr Nachhaltigkeit: Nanotechnologie. In: *Coenen, R./Grunwald, A.* (Hrsg.): *Nachhaltigkeitsprobleme in Deutschland. Analyse und Wege ihrer Bewältigung*. Berlin, S.415-432.

---

Vom Abendmahl Christi, Bekenntnis (1528), Weimarer Ausgabe (WA) 26, 339; die anderen Aussagen finden sich WA 23, 137 (in ähnlichem Zusammenhang), WA 18, 711 (gegen Erasmus) und z.B. WA 36 1, 436 (als Auslegung von Psalm 147,2).

Der Ausdruck wurde geprägt von AT&T-Manager *Robert K. Greenleaf* (2005).

- Freeman, C./Perez, C.* (1988): Structural crises of adjustment. Business cycles and investment behaviour. In: *Dosi, G. et al.* (Hrsg.): Technical change and economic theory. London, S.38-66.
- Giddens, A.* (Ausg. 1992): Die Konstitution der Gesellschaft. Grundzüge einer Theorie der Strukturierung. Frankfurt a. M.
- Greenleaf, R. K.* (2005): The Servant as a Leader (1970). Westfield.
- Grunwald, A.* (2004): Ethische Aspekte der Nanotechnologie. Eine Felderkundung. In: *Technikfolgenabschätzung - Theorie und Praxis* 13, H. 2, S.71-77.
- Jech, T.* (1973): The Axiom of Choice. Amsterdam.
- Jungmichel, N./Nethöfel, W.* (2005): Nanotechnology in Science, Economy and Society. Tagungsbericht. In: *Technikfolgenabschätzung - Theorie und Praxis* 14, H. 2, S.123 -127.
- Kuhn, T.S.* (1976): Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen (1962). Frankfurt a. M.
- Lakatos, I.* (Ausg. 1982): Die Methodologie der wissenschaftlichen Forschungsprogramme. Braunschweig.
- Lau, F.* (2005): Die Form der Paradoxie. Eine Einführung in die Mathematik und Philosophie der Laws of Form' von G. Spencer Brown. Heidelberg.
- Luhmann, N.* (1984): Soziale Systeme. Frankfurt a.M.
- Luhmann, N.* (1997): Die Gesellschaft der Gesellschaft. 2 Bde., Frankfurt a.M.
- van der Maas, H.L.J./Molenaar P.C.M.* (1992): Staged cognitive development: an application of catastrophe theory. In: *Psychological Review*, 1999, H. 3, S. 395 -417.
- Mittelstraß, J.* (2005): Methodische Transdisziplinarität. In: *Technikfolgenabschätzung - Theorie und Praxis* 14, H. 2, S.18 - 23.
- Nethöfel, W.* (1992): Theologische Hermeneutik. Vom Mythos zu den Medien (Neukirchener Beiträge zur Systematischen Theologie 9). Neukirchen-Vluyn.
- (2001): Christliche Orientierung in einer vernetzten Welt. Neukirchen-Vluyn.
  - (2006 a): Integrierte Innovation in der Entwicklung der Nanotechnologie. Von der Regulierung durch Definitionen zur Orientierung an Dritten Größen. In: *Nordmann, A./Schummer, J./Schwarz, A.*: Nanotechnologien im Kontext. Philosophische, ethische, gesellschaftliche Perspektiven. Wiesbaden[im Erscheinen].

- (2006 b) Was ist und warum beschäftigen wir uns mit Nanotechnologie?, Manuskript.
  - (2006 c): Innovation. Die Formel (Manuskript).
- Schmid, G./ Decker, M./ Ernst, H./ Fuchs, H./ Grünwald, W/ Grunwald, A./ Hofmann, H./ Mayor, M./ Rathgeber, W/ Simon, U./ Wyrwaet, D.* (2003): Small Dimensions and Material Properties. A Definition of Nanotechnology (Graue Reihe 35), Neuenahr-Ahrweiler.
- Schmidt, J. C.* (2005): Dimensionen der Interdisziplinarität. Wege zu einer Wissenschaftstheorie der Interdisziplinarität. In: Technikfolgenabschätzung - Theorie und Praxis 14, H. 2, S. 12 - 17.
- Schmidt, J. C./ Grunwald, A.* (2005): Einführung in den Schwerpunkt. In: Technikfolgenabschätzung - Theorie und Praxis 14, H. 2, S. 4 - 11.
- Schummer, J.* (2004): Multidisciplinarity, Interdisciplinarity, and Patterns of Research Collaboration in Nanoscience and Nanotechnology. *Scientometrics* 59, S. 425 -465.
- Spencer-Brown, G.* (Ausg. 2004): *Laws of Form. Gesetze der Form.* Lübeck.
- Thom, R.:* (1976): *Structural Stability and Morphogenesis. An Outline of a General Theory of Models* (fr. 1972). Reading MS.