

Möglichkeiten und Grenzen einer leitbildorientierten Technikgestaltung

Bionik: Vorbild Natur

Bionik ist das kommende Schlagwort in der Wissenschaftspolitik. Wenn wir Technik bionisch, nach den Prinzipien der Natur gestalten, soll sie effizienter, umweltfreundlicher und weniger gefährlich werden.

Doch hält das Leitbild, was es verspricht?

Von Arnim von Gleich

Die Orientierung am Vorbild Natur, das Lernen von der Natur, hat eine lange Tradition. Man denke nur an Leitbilder wie Naturheilkunde und Kreislaufwirtschaft. Mit Leitbildern wie Green Chemistry, Bionik und Industrial Ecology erlebt dieser Ansatz derzeit eine neue Blüte. Die Gründe dafür sind vielfältig. Im Nachhaltigkeitsdiskurs hat sich die Erkenntnis durchgesetzt, dass Effizienzsteigerungen auf etablierten Technikpfaden nicht ausreichen, um die zahlreichen Umweltprobleme zu lösen. Nicht zuletzt angesichts des Ressourcenhungers und der Emissionsdaten der rasant aufstrebenden Schwellenländer sind radikale Innovationen und Pfadwechsel gefordert (Huber 2004).

Doch eine Verschärfung des Problemdrucks allein kann nichts bewirken, wenn nicht auch neue Lösungsmöglichkeiten entwickelt, neue Technologiepfade eröffnet werden. Die Bionik hatte zum Beispiel bisher ihre größten Erfolge auf denjenigen Gebieten, auf denen die reduktionistischen, mathematisch-experimentellen naturwissenschaftlichen Ansätze an ihre Grenzen stoßen. Gemeint sind Bereiche wie zum Beispiel in der Aero- und Hydrodynamik, in denen wir uns trotz aller mathematischer Modelle und Simulationen letztendlich dann doch im Wasserbecken oder Windkanal empirisch per „trial and error“ vorantasten müssen.

Bionische Ansätze standen oft in einem gewissen Spannungsverhältnis zum reduktionistischen Vorgehen. Wissenschaftlich-technische Durchbrüche auf Gebieten, die wir heute gerne unter dem Sammelbegriff Nanotechnologien zusammenfassen, haben diese Situation schlagartig verändert. Jetzt eröffnen diese Ansätze völlig neue Dimensionen und Möglichkeiten für bionische Lösungen.

Beispiel künstliches Perlmutter

Technische Keramiken haben mit einer Reihe von Schwachpunkten zu kämpfen. Dazu gehören ohne Zweifel ihre gerin-

ge Bruchzähigkeit, eine recht aufwändige Herstellung und fehlende Recyclingmöglichkeiten. Schnecken und Muscheln haben im Rahmen eines sich über mehrere hundert Millionen Jahre erstreckenden Rüstungswettlauf gegen ihre knackenden, bohrenden und reißenden Fressfeinde biokeramische Schalen mit fantastischen Eigenschaftskombinationen entwickelt. Für viele dieser Eigenschaften ist das Perlmutter verantwortlich. Perlmutter besteht zu circa 94 Prozent aus dem Allerweltsmineral Kalk (CaCO_3). Kalk an sich ist aber weder besonders bruchfest noch besonders bruchzäh. Das Geheimnis der erstaunlichen Festigkeit, Bruchzähigkeit und auch des Glanzes von Perlmutter liegt in der Kristallform, in der der Kalk im Perlmutter vorliegt und in dem circa sechsprozentigen Anteil aus Chitin und Proteinen. Die Proteine haben im Perlmutter eine Doppelfunktion. Sie sorgen dafür, dass der Kalk, der normalerweise nadelförmige Kristalle bildet, in Form von nanoskaligen Plättchen kristallisiert. Diese templatgesteuerte Kristallisation kann man als Nanotechnologie vom Feinsten bezeichnen. Zudem liegen diese Proteine in dünnen zähen Schichten zwischen den Plättchen und bilden so einen Verbundwerkstoff mit hoher Bruchzähigkeit.

Über jahrzehntelange Grundlagenforschung ist es gelungen, diese Strukturen und die Bildungsprozesse von Perlmutter aufzuklären (Blank et al. 2003). An der Universität Bremen wird derzeit unter Beteiligung der Fachgebiete Biophysik, Keramik und Technikgestaltung an der Entwicklung erster Produkte auf der Basis dieser Erkenntnisse gearbeitet. Mithilfe der natürlichen Proteinextrakte ist es schon gelungen, künstliche Perlmutterstrukturen in einer Petrischale auskristallisieren zu lassen. Zunächst werden stabile Kalkwandfarben und selbstabschiefernde Oberflächen als Schutz von Schiffen gegen Bewuchs angestrebt (Fritz et al. 2005).

Wandfarben auf der Basis von Nanoplättchen hätten große Vorteile gegenüber den derzeitigen Dispersionsfarben. Petrochemische Bindemittel und Lösemittel wären verzichtbar, eventuell sogar auch das Weißpigment Titandioxid. Kalk ist in der Natur reichlich vorhanden und kann vergleichsweise problemlos wieder in sie zurückgegeben werden. Dies ist wichtig, weil Beschichtungen prinzipiell als eine teilweise umweltfreundliche Anwendung von Stoffen anzusehen sind. Die Herstellung der bionischen Wandfarben könnte im physiologischen Milieu erfolgen, bei Raumtemperatur, ohne starke Drücke und aggressive oder sonst wie problematische Chemikalien. Es werden die Selbstorganisationsprinzipien der Natur auf molekularer Ebene genutzt, was die Steuerungsintensität und den Steuerungsaufwand immens herabsetzt. →

„Doch auch solche ideal klingenden Lösungen haben selbstverständlich negative Seiten.“

Doch auch solche ideal klingenden Lösungen haben selbstverständlich negative Seiten. Negativ ist beispielsweise zu verbuchen, dass auch bei solchen Biokeramiken, bei denen man sich ja auch wesentlich komplexere Strukturen und Produkte vorstellen kann, kein werkstoffliches Recycling möglich ist. In der Natur werden die Schalen entweder aufgelöst oder sie gehen ins Sediment ein. Aus beiden Quellen wird dann, zum Teil Millionen Jahre später, das gelöste CaCO_3 für einen neuen Schalenaufbau zur Verfügung gestellt. Stärker ins Gewicht fallen dürfte auf der problematischen Seite die noch ungelöste Frage der Gewinnung und Herstellung der Template, die den Selbstorganisationsprozess auslösen und determinieren.

Die bisher praktizierte Extraktion der Proteine aus Schnecken-schalen ist kein gangbarer Weg für eine großtechnische Produktion, also steht entweder eine chemisch-synthetische Herstellung zur Diskussion (Blockcopolymer) oder eine gentechnologische Herstellung zur Diskussion. Beide Lösungen sind mit derzeit kaum überschaubaren Problemen und technischen Risiken verbunden. Eine dritte sich abzeichnende Lösung, die ausschließliche Verwendung von Chitin, das in der Biosphäre fast so verbreitet ist wie Zellulose, wäre besonders elegant (Fritz et al. 2005).

Das Beispiel künstliches Perlmutter eignet sich sehr gut, um einige der in der Einleitung entfalteten Thesen zu illustrieren, insbesondere den Schub, den die Bionik durch die Aufklärung der biologischen Vorgänge auf der (makro)molekularen (Nano-)Ebene derzeit erfährt. Bionik lässt sich in drei Felder einteilen. Am Anfang stand das Lernen von den Ergebnissen der Evolution, für das der Klettverschluss ein gutes Beispiel ist. Das Lernen von den Ergebnissen wurde vom Lernen vom Evolutionsprozess selbst gefolgt. Beispiele hierfür sind Evolutionstechnik und genetische Algorithmen als Optimierungsansätze (Rechenberg 1994, Kursawe; Schwefel 1998, Mattheck 1997). Durch die Nanotechnologie ist die Bionik auf der Ebene des 'Lernens von den (makro)molekularen Prozessen der Entwicklungsbiologie' angekommen. Durch diese 'Nanobionik' eröffnen sich neue Chancen, aber auch neue Risiken.

Reichweite und Grenzen des bionischen Versprechens

Man wird der Bionik nicht gerecht, wenn man sie als eine reine Naturwissenschaft betrachtet. Sie gehört schon eher zu den Ingenieurwissenschaften. Aber auch dort hat sie eine Sonderstellung. Sie hat einen starken emotionalen und wertbezogenen Gehalt und sie transportiert darüber ein Versprechen auf eine besondere Qualität ihrer Lösungen. Bionische Lösungen faszinieren oft durch besondere Genialität und Eleganz. Sie

faszinieren aber auch durch ein mehr oder weniger explizites Versprechen auf eine besondere ökologische Qualität ihrer Lösungen, wobei dies meist mit dem Hinweis auf evolutionäre Erprobtheit begründet wird. Am Beispiel künstliches Perlmutter konnte gezeigt werden, dass solche Versprechen nicht ganz unbegründet sind, dass aber auch ihre Grenzen ausgelotet werden müssen. Wir werden uns also mit folgenden Fragen genauer auseinander setzen müssen:

Gibt es rationale Gründe für die Berechtigung des bionischen Versprechens und allgemeiner für Leitbilder wie Natur als Vorbild, Bionik, Sanfte Chemie, Green Chemistry, Kreislaufwirtschaft oder Industrial Ecology? Und, falls diese Frage mit einem eingeschränkten Ja beantwortet werden kann, wo liegen die Grenzen einer Orientierung an derartigen Leitbildern? Was bleibt von der spezifischen ökologischen Qualität und Risikoarmut bionischer Lösungen, von deren evolutionärer Erprobtheit noch übrig, wenn in der Nanobionik etwas völlig Neues, noch nie Dagewesenes erschaffen wird?

Gründe für die mögliche Berechtigung des bionischen Versprechens

Es wurden schon drei verschiedene Ebenen des Lernens von der Natur angesprochen: Lernen von den Ergebnissen der Evolution, Lernen von den molekularen Mechanismen der Entwicklungsbiologie und Lernen vom Evolutionsprozess als Optimierungsprozess. Jetzt ist eine vierte noch abstraktere Ebene des Lernens gefragt, der Versuch, verallgemeinerbare Erfolgsprinzipien der Evolutionsprozesse abzuleiten. Erfolgsprinzipien, die dann auch als Leitlinien der technischen Gestaltung dienen können. Im Folgenden werden sieben derartige Prinzipien angeführt. Die Liste ist allerdings nicht besonders systematisch und sie dürfte auch keinesfalls vollständig sein.

- Solares Wirtschaften – Nutzung des Vorhandenen
Die biologische Evolution ist im Wesentlichen auf die Nutzung natürlicher Gradienten angewiesen, also auf die Sonnenenergie und auf das unmittelbar vorhandene Stoffangebot. Die Organismen haben es geschafft, sich nachhaltig in die vorfindbaren Stoff- und Energieflüsse einzuklinken.
- Ressourceneffizienz – Kreislaufwirtschaft
Im evolutionären Wettbewerb haben diejenigen Arten einen Selektionsvorteil, die knappe Ressourcen hocheffizient zu nutzen verstehen. Oft werden die Ressourcen in Form von Nutzungskaskaden verbraucht. Das heißt, der Abfall des einen Nutzers wird zum Rohstoff für den nächsten. Auf der Basis der Endprodukte Mineralien, Humus, Kohlendioxid und Wasser beginnt der Kreislauf von neuem.
- Adaptivität – evolutionäre Erprobtheit und mehrdimensionale Optimierung unter dynamischen Randbedingungen
Darwin schrieb vom „survival of the fittest“. Der Begriff der Fitness umfasst mehr als der doch sehr passive deutsche Be-

griff der Anpasstheit. Es geht auch um die Fähigkeit auf Umweltveränderungen zu reagieren. Unsere derzeitigen technischen Lösungen sind meist auf hoch definierte Randbedingungen ausgelegt. Ändern sich die Randbedingungen, versagen die technischen Lösungen. Die Schnecken aber produzieren ihr Perlmutter sowohl in einem klaren See als auch in einer dreckigen Brühe. Außerdem betreiben wir allzu oft eindimensionale Maximierungen anstatt mehrdimensionale Optimierungen.

- **Diversität – Redundanz, Modularität und Multifunktionalität:** Vielfalt und hohe Varianz von Lösungsmöglichkeiten auf der Basis vergleichsweise weniger Module (Plattformstrategien mithilfe von Bausteinen wie Basenpaaren, Zellen, Organen) sowie die redundante Besetzung von überlebensnotwendigen Funktionen gehören zu den Grundlagen für ‚ökonomische‘ Strategien zur Verbesserung der Sicherheit und Anpassungsfähigkeit.
- **Fließgleichgewicht – Resilienz**
Die Stabilität von Ökosystemen und Organismen ist keine mechanische. Bildhaft gesprochen ‚schwingen‘ sie in ihren Zuständen um einen imaginären optimalen Zustand. Durch Störungen werden sie ausgelenkt. Ihre Fähigkeit, diese Störungen zu verarbeiten, wird Resilienz genannt. Erst wenn die Störungen das Ausmaß der systeminternen Verarbeitungsfähigkeiten übersteigen, gerät das System in dramatische Zustände.
- **Selbstorganisation – Selbstheilung**
Die Fähigkeit zur Selbstorganisation gehört zu den erstaunlichsten Leistungen und Voraussetzung der Evolution. Unsere bisherige Technik ist noch viel zu sehr dem mechanistischen Welt-

bild verhaftet. Sie setzt in der Regel auf externe Steuerung und weitestgehende Naturbeherrschung. Sie arbeitet noch viel zu sehr nach dem Prinzip des Legobaukastens. Eine bionischere Technik würde mehr auf Kontextsteuerung setzen, auf Selbstorganisation und Mitproduktivität der Natur in einer Allianztechnik, wie Ernst Bloch das einmal ausgedrückt hat (Bloch 2001). Eine bionischere Technik wäre also smart in dem Sinne, dass sie auf Umweltveränderungen adaptiv zu reagieren in der Lage ist, eine Art Immunsystem besitzt und auch die Fähigkeit, kleinere Fehler zu beheben sowie kleinere Wunden zu heilen.

Mit den letztgenannten Punkten dürfte im Übrigen deutlich geworden sein, dass das Leitbild einer Nanobionik nicht auf den Nanotechnologien generell aufbaut, sondern nur auf einer der beiden konkurrierenden Hauptentwicklungsrichtungen. Die top-down Nanotechnologien sind das vorläufige Ergebnis einer Bewegung der Naturbeherrschung vom Makroskopischen über die Mikrosystemtechnik bis hinein zur Legotechnik im nanoskaligen und atomaren Bereich. Besonders erfolgreich und zum Teil spektakulär war dieser Weg bisher bei der Herstellung von Computerchips oder in den viel publizierten Fähigkeiten, mithilfe von Rastertkraftmikroskopen einzelne Atome hin und her zu schieben.

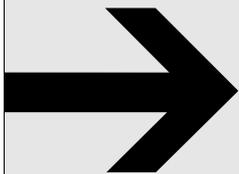
Die bottom-up Nanotechnologien setzen dagegen auf Selbstorganisation. Sie haben ihre Erfolge in der Kolloidchemie etwa bei Self Assembled Monolayers, bei der Herstellung von Kohlenstoffmakromolekülen wie Nanoröhren oder Buckminster Fullerenen und in der templatgesteuerten Kristallisation wie beim künstlichen Perlmutter.

Grenzen des bionischen Versprechens

Selbstverständlich stehen den Argumenten für eine mögliche Geltung des bionischen Versprechens auch eine ganze →

Nachhaltigkeit

A-Z



S wie Staub

Staub ist überall – und überall und täglich versuchen wir, ihn wieder loszuwerden. Dabei ist Staub nicht nur ein negativer Umweltfaktor. Für viele natürliche Prozesse ist er unerlässlich. Untersucht man ihn näher, so erweist er sich als Spiegel der Umwelt und der Gesellschaft. Und er erzählt faszinierende Geschichten – von kosmischen Ereignissen und den Welten der Vergangenheit, von Kunst und Verbrechen.

J. Soentgen, K. Völzke (Hrsg.)
Staub – Spiegel der Umwelt
 oekom verlag, München 2005, Reihe Stoffgeschichten Band 1, 272 Seiten
 29,80 EUR, ISBN 3-936581-60-6

Erhältlich bei
 www.oekom.de
 oekom@rhenus.de
 Fax +49/(0)81 91/970 00-405

Die guten Seiten der Zukunft

 **oekom**
verlag

„Die Evolution hat es nie geschafft, das Rad zu erfinden.“

Reihe gewichtiger Einwände entgegen, angefangen vom Vorwurf des naturalistischen Fehlschlusses, also dem unberechtigten Schließen von einem Sein auf ein Sollen. Dieser Einwand verkennt aber möglicherweise, dass die Werte im Leitbild Vorbild Natur nicht aus der Natur abgeleitet werden, sondern aus den praktischen Problemen, für die eine für uns im umfassenden Sinne optimale Lösung gesucht wird. Wir wollen unsere Probleme lösen und versuchen dafür etwas aus den Ergebnissen, Prozessen und Prinzipien der Evolution zu lernen.

In einem zweiten, eher erkenntnistheoretischen Einwand wird darauf hingewiesen, dass wir von der Natur gar nicht lernen können, weil die Natur ‚an sich‘ unserem Erkenntnisvermögen gar nicht zugänglich ist. Naturwissenschaftliche Erkenntnis ist immer auch soziale und im Experiment sogar enorm praktisch-technische Konstruktion. Dies durchaus anerkennend ändert sich an der Argumentation allerdings wenig, wenn wir davon ausgehen, dass wir mit der Bionik nicht von der ‚Natur an sich‘, sondern nur von verschiedenen Formen der Naturerkenntnis zu lernen versuchen.

Die empirischen Naturwissenschaften vollziehen ja keine reinen Konstruktionen im Nichts wie eventuell die reine Mathematik, sondern sie vermitteln uns doch den einen oder anderen Aspekt ihres Gegenstandes. Wesentlich handfester sind allerdings noch drei weitere Gründe dafür, dass keineswegs alle im Evolutionsprozess erfolgreichen Lösungen auch gleich ein Vorbild abgeben können für gesellschaftlich-technische Lösungen.

Divergierende Optimierungsziele

Der Evolutionsprozess arbeitete zwar in seinen sehr langen Zeiträumen als ein für uns bisher unerreichbarer Optimierer. Doch die Ziele der evolutionären Optimierung müssen keineswegs immer mit den Zielen einer sozialen, ökonomischen und ökologischen, also nachhaltigen Optimierung übereinstimmen. Mit Blick auf technische Risiken ist zum Beispiel von hoher Relevanz, dass der Evolutionsprozess in Hinblick auf die Erhaltung der Art optimiert, nicht vor allem auf die Erhaltung des Individuums. Dies gilt es bei der Sicherheitsauslegung bionischer Konstruktionen zu berücksichtigen. Zudem wird die Ressourceneffizienz in Ökosystemen oder Populationen auf die jeweils unmittelbar vorfindbaren Knappheiten hin optimiert. Solche lokalen Knappheiten können aber ganz andere sein, als diejenigen, mit denen wir es auf dem Weg zu einem nachhaltigeren Wirtschaften zu tun haben.

Opportunismus

Der evolutionäre Opportunismus, der Zwang zur Nutzung des unmittelbar Vorhandenen, wurde zwar als Grundlage für ein nachhaltiges Einklinken in die großen natürlichen Energie- und Stoffströme in der Biosphäre am Beispiel des künstlichen Perlmutter hervorgehoben. Der Opportunismus schränkt andererseits aber auch die Möglichkeiten menschlicher Kreativität und Ingenieurskunst extrem ein. In der Natur konnte zum Beispiel das Rad wohl deshalb nicht erfunden werden, weil der Spalt zwischen Achse und Nabe allein mit passiver Diffusion kaum ausreichend zu überbrücken ist oder sich, wenn andere Lösungen gewählt würden, die Versorgungsleitungen um die Achse wickeln würden. Die Evolution ist aber auch ein bewusstloser Prozess und der evolutionäre Fortschritt eine Schnecke. Im Rahmen eines bewussten verantwortungsvollen Handelns, das wir womöglich teilweise erst richtig lernen müssen, sollten jedoch erheblich mehr Freiheitsgrade genutzt werden können.

Verwechslung von Leitbild und Label

Leitbilder können in einem definierten Suchraum Orientierung geben. Genauso wie bei Leitplanken, die den Suchraum sozusagen seitlich begrenzen, handelt es sich bei den Leitbildern um Formen eines angemessenen Umgangs mit Unsicherheit und Nichtwissen, die mit allen Innovationen immer verbunden sind (vgl. den Beitrag zur Risikopolitik unter Bedingungen von Nichtwissen im vorigen Heft). Leitbilder wie Bionik, Sanfte Chemie oder Eigensicherheit können nichts garantieren, schon gar keine Sicherheit. Das Verfolgen solcher Leitbilder kann allenfalls die Wahrscheinlichkeit dafür erhöhen, dass die von ihnen geleitete Lösung von vornherein etwas mehr auf der ökologischen oder sicheren Seite ist. Bionische Lösungen müssen deshalb selbstverständlich, wie alle anderen Lösungen, einem gewissenhaften Prüf- und Bewertungsprozess unterzogen werden.

Und dies nicht nur aufgrund der Tatsache, dass technische Risiken sehr stark vom jeweiligen Anwendungskontext und von der Anwendungsintensität bestimmt werden und nur zum Teil von der Qualität der Technik. Leitbilder dürfen also nicht mit Kennzeichnungen (Labels) verwechselt werden, die der jeweiligen Technik, dem Prozess oder dem Produkt im Vergleich zu anderen eine bestimmte Qualität zuschreiben.

Technikgestaltung durch Leitbilder

Leitbilder können im Suchraum Orientierung geben. Leitbilder können allerdings keine Sicherheit garantieren. Ein Nullrisiko gibt es ohnehin nicht. Gegenüber Großrisiken müssen zusätzlich Leitplanken den Suchraum beschränken, wie etwa eine Begrenzung der Schrittweite. Leitbilder umfassen und beziehen sich auf weit mehr als ‚nur‘ Risikoaspekte. Leitbildorientierte Technikentwicklung und -gestaltung nach dem Vorbild

der Natur stellt den Versuch dar, vom Prinzip der Nachsteuerung und Nachbesserung wegzukommen, bei dem zunächst einmal Lösungen mit beschränkten Optimierungsparametern gesucht werden. Verfolgt werden häufig nur die Ziele technischer Funktion aufbauend auf der Anwendung reduktionistisch gewonnener Naturgesetze, Wirtschaftlichkeit und unmittelbare technische Sicherheit. Stattdessen sollte von vornherein eine mehrdimensional optimierte Lösung unter bewusster Einbeziehung aller Nachhaltigkeitsaspekte gesucht werden.

Leitbilder spielen in Forschungsprogrammen und wissenschaftlichen Paradigmen sowie in Innovationsprozessen und in der Technikgenese eine wichtige Rolle (Kuhn 1976, Dierkes et al. 1992). Dies ist nicht zuletzt am Beispiel Nanotechnologien unübersehbar deutlich geworden. Ohne die dort immer wieder verwendeten Bilder, angefangen von den Drexlerschen Visionen bis hin zu den aus Atomen geformten Schriftzügen, und ohne die mit diesen Bildern verbundenen Technischen Utopien und Verheißungen wäre es kaum möglich gewesen, derart hohe staatliche und inzwischen auch private Fördersummen für die Forschungen zu mobilisieren. Aus den gleichen Gründen ist es auch gelungen, all die schon seit geraumer Zeit verstreut arbeitenden Forschergruppen aus der Kolloidchemie, der Mikroelektronik, den Materialwissenschaften und der Molekularbiologie unter dem großen Dach Nanotechnologie zusammenzuführen (Nordmann et al. 2004).

Komplexitätsreduktion

Man weiß mittlerweile auch schon einiges darüber, wie Leitbilder solche Leistungen vollbringen und welche Anforderungen erfolgreiche Leitbilder erfüllen müssen. Zu den wichtigsten Funktionen von Leitbildern gehören die Orientierung, Motivierung und Mobilisierung der Akteure sowie die Konstituierung einer Gruppenidentität. Leitbilder strukturieren die Wahrnehmung und dienen der Komplexitätsreduktion. Sie sind nicht zu-

letzt eine wichtige Voraussetzung für die Synchronisation der Handlungen vieler einzelner Akteure. Zu den wichtigen Erfolgsbedingungen von Leitbildern gehören ihre Bildhaftigkeit, ihr emotionaler Gehalt und ihr Wertebezug. Leitbilder sollen Resonanz entfalten.

Dazu scheint nicht nur ein Bezug sowohl zur Wünschbarkeit als auch zur Machbarkeit nötig zu sein, sondern auch eine Portion Irritation und damit eben nicht nur das Bedienen schon vorhandener Bewusstseinsselemente. Aber auch das Anknüpfen an weit verbreiteten Mythen trägt zum Erfolg bei. Beim Vorbild Natur spielt das Naturnahe als das Gesunde, Bewährte, Ganzheitliche eine große Rolle, die gute alte Qualität. Diese Mythen dürfen zum Erfolg von Leitbildern wie Naturheilkunde, biologischer Landwirtschaft und Kreislaufwirtschaft beigetragen haben. Mythen, die über die Lebensreformbewegung Anfang des 20. Jahrhunderts bis zurück in die Romantik verfolgt werden können.

Neben den Positivleitbildern existieren oft auch Negativleitbilder, zum Beispiel das Synthetische, Artifizielle oder, wesentlich moderner, die Chlorchemie. Das Negativleitbild Chlorchemie hat in den vergangenen Jahrzehnten eine besondere Wirksamkeit entfaltet. Es gab einerseits eine Flucht- und Vermeidungsrichtung vor einer Situation, in der die genauen Wirkungen des überwiegenden Teils der Altstoffe nicht bekannt waren. Andererseits waren und sind damit sicher auch falsch negative Wirkungen verbunden, genauso wie falsch positive bei den positiven Leitbildern. In Rahmen einer Untersuchung zu der Frage, wann und unter welchen Bedingungen Unternehmen Gefahrstoffe durch weniger gefährliche Stoffe ersetzen, konnte am Beispiel der Vermeidung von chlorkohlenwasserstoffhaltigen Lösemitteln in der Metallreinigung gezeigt werden, dass die Akteure sich vergleichsweise rasch in Richtung wässrige Systeme in der Metallreinigung bewegten. Das Leitbild wässrige Systeme suggerierte wohl Umweltfreundlichkeit und Risikoarmut, vergleichbar dem Spülmittelsatz in den Küchen von Privathaushalten. Dabei ist es aus heutiger etwas



V wie Verbraucher

Wer ist vor allem verantwortlich für die Zerstörung von Umwelt und sozialen Errungenschaften? Die Wirtschaft? Die Politik? Falsch. Der Verbraucher. Die Verbraucherin. Wir. Sie. Du. Ich.

Bernhard Pötter hält sich und uns auf sympathische Weise den Spiegel vor, ohne dabei moralinsauer den Zeigefinger zu heben. Ein leidenschaftlicher Aufruf zur Einmischung in die eigenen Angelegenheiten.

B. Pötter

König Kunde ruiniert sein Land

Wie der Verbraucherschutz am Verbraucher scheitert. Und was dagegen zu tun ist. oekom verlag, München 2005, 156 Seiten, 14,80 EUR, ISBN 3-936581-92-4

Erhältlich bei

www.oekom.de

oekom@rhenus.de

Fax +49/(0)81 91/970 00-405

Die guten Seiten der Zukunft

oekom
verlag

distanzierterer Sicht keineswegs ausgemacht, ob im direkten Vergleich ein Einsatz von Chlorkohlenwasserstoffen in geschlossenen Systemen, das wiederum ein anders Leitbild ist, nicht einem halboffenen Einsatz wässriger Systeme mit der Gefahr der Freisetzung einer ganzen Reihe ungeprüfter Stoffe der Vorzug zu geben wäre (Ahrens et al. 2006).

Doch wie schon gesagt, auch solche unvermeidbaren, falsch positiven oder falsch negativen Wirkungen von Leitbildern diskreditieren den Ansatz einer leitbildorientierten Technikgestaltung nicht generell, sie weisen nur noch einmal darauf hin, dass Leitbilder nur Orientierung und keine Sicherheit geben können. Dass die Ergebnisse eines solchen Gestaltungsprozesses noch geprüft und bewertet werden müssen und, dass man Leitbilder nicht mit Kennzeichnungen verwechseln sollte, ist selbstverständlich. Leitbilder sind nicht mehr, aber auch nicht weniger als Orientierungen angesichts der Normalsituation, dass wir über die Wirkungen von Stoffen, Technologien, Prozessen und Produkten immer viel zu wenig wissen. Die einzig denkbare Alternative, erst dann zu handeln, wenn wir genug oder gar alles wissen, ist schlicht nicht praktikabel.

Doch der Ansatz einer leitbildorientierten Technikgestaltung hat mit viel praktischeren Problemen zu kämpfen. Hier ist zuallererst die stark eingeschränkte Verfügbarkeit, man könnte auch sagen Beeinflussbarkeit oder Manipulierbarkeit, von Leitbildern zu nennen. Wirksame Leitbilder können nicht am grünen Tisch entworfen und dann gezielt eingesetzt werden. Leitbilder werden in der Regel mehr oder minder vorgefunden. Eine Formung und Beeinflussung gelingt allenfalls auf dem Wege ihrer Explikation und gegebenenfalls Zuspitzung. So wird zwar auf Unternehmensebene von einem erfolgreichen Management durch Leitbilder berichtet, doch auch dies dürfte den geschilderten Restriktionen unterliegen (Matje 1996).

Nanobionik im Rahmen einer Neuen Bionik

Am Beispiel des künstlichen Perlmutter wurde darauf hingewiesen, dass die Bionik derzeit einen gewaltigen Schub durch wissenschaftlich-technische Durchbrüche auf der Ebene der Nanotechnologien erfährt. Auf der Basis dieser Durchbrüche wird aber in dem Gebiet, das schon von mehreren Seiten als Nanobionik bezeichnet wurde, etwas gänzlich Neues geschaffen (Steinfeldt et al. 2004) (1). Es wird damit fraglich, inwieweit die Gründe für die Geltung des bionischen Versprechens für diese Neue Bionik überhaupt noch gelten. Die Frage ist, ob in dieser Situation nicht ein bewusstes Arbeiten mit Leitbildern weiter helfen kann. Dort wo das unbewusste und implizite Setzen auf das bionische Versprechen nicht mehr oder nicht mehr im gleichen Maße angemessen ist, könnte ja ein bewusstes und explizites Verfolgen der oben angeführten bionischen Orientierungen hilfreich sein.

Innovationsprozesse sind auf größtmögliche Vielfalt und Freiheit angewiesen. Diese Freiheit wird insbesondere dort, wo das Menschenbild tangiert ist, durch ethische Schranken und insbesondere dort, wo es um Großrisiken geht, durch Leitplanken begrenzt. Leitbilder können zusätzlich Orientierung im

Suchraum geben, nicht mehr aber auch nicht weniger. Es gibt eine ganze Reihe von Gründen für die Berechtigung einer Orientierung am Vorbild Natur und an Leitbildern wie Bionik, Green Chemistry oder Industrial Ecology. Dieser Orientierung und vor allem auch dem Einsatz von Leitbildern sind jedoch auch deutliche Grenzen gesetzt.

Ein Vorteil der Orientierung an Leitbildern liegt darin, dass sie sehr früh, schon im Erkenntnisprozess im Innovationsprozess wirken können. Sie kommen nicht erst dann zum Einsatz, wenn diverse Pfadabhängigkeiten gegriffen haben. Leitbilder und Leitplanken sind aber nur Elemente im komplexen Innovationsprozess. Ihre Wirksamkeit wird durch andere, zum Teil wesentlich mächtigere Treiber wie Globalisierung, Qualitätswettbewerb, neue Märkte, Markenstrategien, Aktienkurse, staatliche Regulation, Bedeutung von Öffentlichkeit und Bürgergesellschaft und deren Fähigkeiten zur Skandalisierung bestimmt. Einige dieser Treiber können die Chancen für eine Beeinflussung der komplexen Innovationsprozesse mithilfe von Leitplanken und Leitbildern durchaus verbessern.

Literatur

- Ahrens, A./ Braun, A./ von Gleich, A./ Heitmann, K./ Lißner, L.: *Hazardous Chemicals in Products and Processes – Substitution as an Innovative Process*. Heidelberg 2006.
- Blank, S. M./Arnoldi, S./ Khoshnavaz, L./ Treccani, M./ Kuntz, K./ Mann, G./ Grathwohl, M.: *The nacre protein perlucin nucleates growth of calcium carbonate crystals*. In: *J. Microscopy*. 212, 2003, pp. 280-291.
- Bloch, E.: *Das Prinzip Hoffnung*. Frankfurt/M. 2001.
- Dierkes, M./ Hoffmann, U./ Marz, L.: *Leitbild und Technik. Zur Genese und Steuerung technischer Innovationen*. Berlin 1992.
- Fritz, M./ Grathwohl, G./ von Gleich, A./ Kuntz, M./ Zinsmeister, K.: *Perlmutter – Vorbild für nachhaltig zukunftsfähige Werkstoffe*. Bremen 2005.
- Huber, J.: *New Technologies and Environmental Innovation*. Cheltenham 2004.
- Kuhn, T.: *Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen*. Frankfurt/M. 1976.
- Kursawe, F./ Schwefel, H. P.: *Künstliche Evolution als Modell für Natürliche Intelligenz*. In: A. von Gleich (Hrsg.): *Bionik Ökologische Technik nach dem Vorbild der Natur?* Stuttgart 1998.
- Matje, A.: *Unternehmensleitbilder als Führungsinstrument*. Komponenten einer erfolgreichen Unternehmensidentität. Wiesbaden 1996.
- Mattheck, C.: *Design in der Natur*. Freiburg 1997.
- Nordmann, A./ Baird, D./ Schummer, J. (eds.): *Discovering the Nanoscale*. Amsterdam 2004.
- Rechenberg, I.: *Evolutionsstrategie '94*. Band 1, Werkstatt Bionik und Evolutionstechnik. Stuttgart 1994.
- Steinfeldt, M./ von Gleich, A./ Petschow, U./ Haum, R./ Chudoba, T./ Haubold, S.: *Nachhaltigkeitseffekte durch Herstellung und Anwendung nanotechnologischer Produkte*. Schriftenreihe des IÖW 177/04. Berlin 2004.

Anmerkung

(1) Sie auch www.nanobionics3.de

AUTOR + KONTAKT

Dr. Arnim von Gleich ist Professor im Fachgebiet Technikgestaltung und Technologieentwicklung an der Universität Bremen. Universität Bremen, FB Produktionstechnik, Postfach 330440, 28334 Bremen. E-Mail: gleich@uni-bremen.de



(c) 2010 Authors; licensee IÖW and oekom verlag. This is an article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial No Derivates License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.