

# Naturverhältnisse in der modernen Wirkstoff-Forschung

*Joachim Schummer*

**Summary:** Complementary to normative ethics of technology, the paper analyses the normative implications of human relations to nature on technology assessment by three different descriptive approaches. Historically, I determine the roots of normative relations to nature in alchemy. Historiographic-critically, I investigate how normative ideas of progress result from putting these relations to nature in a historical line. From the point of view of methodology of technology, I finally take the example of current drug research to show how different relations to nature have become part of different research traditions and methods and thus guide research.

**Zusammenfassung:** Komplementär zur einer normativen Technikethik untersucht der Beitrag die normativen Implikationen von Naturverhältnissen zur Technikbewertung in drei deskriptiven Ansätzen. Historisch verorte ich die Ursprünge normativer Naturverhältnisse in der Alchemie. Historiographisch-kritisch untersuche ich, wie durch Historisierung der Naturverhältnisse eine Fortschrittsnorm gebildet wird. Technikmethodologisch zeige ich am Beispiel der aktuellen Wirkstoff-Forschung auf, wie sich die Naturverhältnisse als verschiedene Forschungstraditionen und -methoden eingeschrieben haben und damit forschungsorientierend wirksam sind.

## 1. Einleitung

Die Suche nach pharmazeutischen Wirkstoffen ist so alt und in allen Kulturen präsent, daß sie zum Grundbestand technischer Lebensbewältigungen gezählt werden kann. Zwar hat es sich auch in der Technikphilosophie eingebürgert, alles irgendwie Medizinische von der Technik zu scheiden. Damit mag man dem sozialen Status der Mediziner besondere Referenz erweisen oder die besondere historische Tradition der Medizin würdigen wollen. Unter systematischen Gesichtspunkten ist eine solche Trennung jedoch nicht haltbar und führt eher zu einem verzerrten Technikverständnis, zumal heute ein Großteil aller Patente weltweit im Bereich der Wirkstoff-Forschung angemeldet wird und die pharmazeutische Industrie seit langem zu den größten Industriebranchen weltweit gehört.

Die pharmazeutische Wirkstoff-Forschung gehört im weitesten Sinne zur angewandten Chemie,<sup>1</sup> auch wenn heute eine Vielzahl anderer Disziplinen und Subdisziplinen daran beteiligt ist. Historisch geht diese Verbindung zurück über die organische Chemie des 19. Jahrhunderts und die Iatrochemie des 16. und 17. Jahrhunderts bis zu den frühesten Formen der Alchemie, in der neben Metalveredelung stets auch die Herstellung von sog. Lebenselixiren (also Heil- und Lebensverlängerungsmittel) im Vordergrund stand. Die gesamte historische Entwicklung ist bis heute begleitet von einer Dauerdebatte über das Verhältnis zwischen Natur und Technik, wobei die Naturverhältnisse stets eine ausgeprägte normative Bedeutung hatten. Historisch sind diese normativen Naturverhältnisse sogar die vorherrschende und meist einzige

---

<sup>1</sup> Das bedeutet jedoch nicht, daß die chemische Synthese an sich schon als Technik verstanden werden kann, vgl. Schummer 1997.

Basis der Technikbewertung gewesen. Das hat bis heute einen kaum zu unterschätzenden Einfluß auf die öffentliche Meinung, und damit indirekt auch auf gesundheitspolitische und wirtschaftliche Entscheidungen, wenn etwa sog. „natürliche“ und „chemische“ Verfahren und Mittel zur vergleichenden Bewertung anstehen, oder wenn sich Technikkritik als Vorwurf eines falschen Naturverhältnisses artikuliert.

Mein Beitrag gehört systematisch zum Thema der Technikbewertung. Zwar entwerfe ich keinen normativ-ethischen Ansatz zur Technikbewertung, was ich an anderer Stelle getan habe (Schummer 2001a). Aber ich untersuche komplementär dazu deskriptiv die normativen Implikationen von Naturverhältnissen zur Technikbewertung. Mein Interesse ist dabei von folgender Überlegung geleitet: Solange normative Naturverhältnisse in unserer Gesellschaft wertbildend wirksam sind, haben aufgeklärte und ausgefeilte Ansätze der normativen Technikbewertung kaum eine Chance, auf Akzeptanz zu stoßen, weil der moralische Diskurs auf einer anderen Ebene abläuft.

Ich werde zunächst in Abschnitt 2 die Ursprünge normativer Naturverhältnisse in der Alchemie skizzieren mit einem historischen Ausblick auf ihren weiteren Einfluß.<sup>2</sup> In Abschnitt 3 zeige an einem Beispiel aus dem 20. Jahrhundert, wie die Naturverhältnisse durch Historisierung eine neue normative Funktion erhalten können. Schließlich untersuche ich im eigentlichen Hauptteil meines Beitrags (Abschnitt 4), in welcher Form normative Naturverhältnisse in der heutigen Wirkstoff-Forschung präsent sind.

## 2. Der Ursprung normativer Naturverhältnisse und -begriffe in der Alchemie

Um die Ursprünge normativer Naturverhältnisse zu verstehen, müssen wir einen kurzen Exkurs in die abendländische Alchemie machen. In keinem anderen technischen Bereich haben Naturverhältnisse eine solche Bedeutung gespielt wie in der Alchemie, und dies über mehr als 5 Jahrhunderte lang.<sup>3</sup> Naturphilosophisch treffen hier aristotelische, stoische, christliche, neuplatonische und vor allem hermetische Traditionen zusammen. Das dominante Naturverständnis ist ein teleologisches, wonach Natur als quasi-personifizierte, omniprésente und einheitliche Akteurin aufgefaßt wird mit bestimmten Wirkmächtigkeiten und Zielen (*natura naturans*). Fast alle alchemistischen Texte enthalten daher eine Gegenüberstellung von Technik, Natur, und Gott als die drei Wirkmächte, einen Vergleich ihrer jeweiligen Macht und eine normative Vorgabe, welchem Verhältnis der Technik zur Natur (und natürlich auch zu Gott) die Laborpraxis zu folgen habe. Das vorherrschende Naturverhältnis war dabei das der *Naturnachahmung* bzw. des *Lernens von der Natur*: So wie die Natur nach alter Vorstellung die unedlen Metalle in edle Metalle durch Reifung überführte, so sollte der Alchemist bei der Transmutation der Metalle im Labor vorgehen, indem er die natürlichen Bedingungen imitiert

---

<sup>2</sup> Für eine sehr viel ausführliche Darstellung mit zahlreichen Literaturverweisen und Quellenangaben siehe Schummer (2003). Daß der Ursprung der normativen Naturbegriffe nicht bei Aristoteles zu finden ist, wie vielfach angenommen, habe ich zu zeigen versucht in Schummer (2001b).

<sup>3</sup> Dessen ungeachtet wird die Alchemie in Standardwerken zur Philosophiegeschichte und teilweise auch zur Wissenschaftsgeschichte meist ausgeklammert oder nur am Rande behandelt. Das trifft auch zu auf praktisch alle allgemein-kulturhistorischen Arbeiten, die sich ausschliesslich mit dem Naturverständnis beschäftigen und dabei direkt von Aristoteles zur mechanischen Philosophie des 17. Jahrhunderts springen (vgl. Schummer 2003 für eine Reihe von Beispielen), ohne den Einfluss der Alchemie vom 13. bis weit ins 18. Jahrhundert zu bemerken wie er sich etwa im Naturverständnis von Francis Bacon, Robert Boyle oder Isaac Newton ausdrückt. Neuland betreten haben daher insbesondere Newman (1989) und Obriest (1996).

und der Richtung des natürlichen Prozesses folgt. Analoges gilt für den medizinischen Bereich der Alchemie.

Die Transmutation von Metallen ließ sich aber auch als Helfen, als Korrektur, Verbesserung oder gar als Übertreffen der Natur verstehen, wenn man davon ausging, daß der natürliche Veredlungsprozeß gehemmt ist oder sehr viel langsamer abläuft. Insbesondere im medizinischen Bereich der Alchemie wurde oft eine stärkeres Selbstbewußtsein oder gar eine Überlegenheit ausgedrückt. So schrieb z.B. John Dastin bereits im frühen 14. Jahrhundert:<sup>4</sup>

„Denn die Kunst ahmt die Natur nach, und in vielem korrigiert und übertrifft sie diese, so zum Beispiel wenn die kranke Natur durch die Tätigkeit der Mediziner geändert wird.“

Andererseits wurde Natur aber auch als göttliche Schöpfung (*natura naturata*) verstanden, und in diesem Sinne stand eine Naturveränderung gerade auf der Ebene der Stoffumwandlung von frühchristlicher Zeit an bis mindestens im 18. Jahrhundert unter dem theologischen Generalverdacht, dem „Schöpfer ins Handwerk zu pfuschen“.<sup>5</sup>

Die literarische Aufgabe eines Alchemisten war daher äußerst komplex. Einerseits mußte er zwischen den normativen Vorgaben, dem Gebot der Naturnachahmung und dem Verbot der Naturveränderung, die Fähigkeiten der eigenen Kunst gebührend würdigen – also die menschliche Technik nicht allzu tief unter die Natur stellen. Andererseits sollten die Naturbegriffe auch zur adäquaten theoretischen Deutung von Stoffumwandlungen dienen. Da diese Aufgabe schlechterdings unlösbar ist, sind die alchemistischen Texte besonders reich an metaphorischen Naturverhältnissen und -begriffen und haben übrigens nicht nur auf den an Metaphern so reichen Francis Bacon, sondern auch bis weit ins 20. Jahrhundert nachhaltigen Einfluß auf die schöne Literatur und damit auch auf ein common sense Verständnis von Natur eingewirkt.

Analysiert man die Naturverhältnisse in alchemistischen Texten über die Jahrhunderte hinweg, dann läßt sich daran sehr gut das historische Spannungsverhältnis zwischen Technik und Natur verfolgen. Immer wieder gibt es Phasen, in denen die Überlegenheit der Technik über die Natur bis über die Grenze des Akzeptablen hinaus zum Ausdruck gebracht wurde. Dazwischen tauchen dann wieder auffällig versöhnlich stimmende Töne an, wenn z.B. Michael Maier, ein Zeitgenosse von Francis Bacon, in seinem berühmten allegorischen Alchemiebuch *Atalanta fugiens* (1617, 2. Diskurs) schrieb:

„Daher reichen sich Kunst und Natur gegenseitig die Hände und dienen einander. Nichtsdestotrotz ist die Natur stets die Meisterin und die Kunst ihre Gehilfin.“

Die Geschichte läßt sich bis heute weiterverfolgen. Für den vorliegenden Zusammenhang der Wirkstoff-Forschung sind insbesondere zwei Phasen von Bedeutung. Die Paracelsische Iatro-

<sup>4</sup> „Nam ars imitatur naturam et in quidam corrigit et superat eam, sicut mutatur natura infirma medicorum industria.“ (Zitiert nach Obrist 1996, S. 254).

<sup>5</sup> Der Ursprung der christlichen Dämonisierung und Satanisierung der Technik liegt im apokryphen Buch *Henoch* (Kap. 8-10). Hier schreibt der christliche Gott unter allen gefallenen Engeln dem Asasel die Hauptschuld zu, weil er den Menschen die Schöpfungsgeheimnisse offenbart hat; das sind diejenigen „chemischen Handwerke“, die als Ursprünge der alexandrinischen Alchemie gelten (Metalllegierung und -verarbeitung, Herstellung von Farppigmenten und farbigen Gläsern). Unter den Kirchenvätern hat insbesondere Tertullian die Satanisierung der Technik gepredigt (vgl. *De cultu feminarum*, I.8). Zum theologischen Generalverdacht, daß chemische Stoffumwandlungen gegen den göttlichen Schöpfungswillen sind, bis ins 18. Jahrhundert siehe Karpenko (1998).

chemie ermöglichte durch eine raffinierte ontologische Neubestimmung des Naturbegriffs eine Liberalisierung bei der Verwendung der Metaphern, so daß man praktisch jede beliebige Herstellung von Pharmazeutika als Naturnachahmung verstehen konnte. Im 19. Jahrhundert schließlich wird mit der synthetischen organischen Chemie ein gigantisches Naturnachahmungsprojekt gestartet, indem man die Naturstoffe durch Laborsynthese reproduzierte. Das hat nicht nur die vormodernen Naturbegriffe und -verhältnisse neubelebt, es hat ihnen auch eine neue normative Dimension gegeben. Um dies darzustellen, muß ich von der historisch-narrativen Ebene zur historiographisch-kritischen Ebene wechseln.

### 3. Historisierung der Naturverhältnisse als Fortschrittsidee

Naturverhältnisse können in einem weiteren Sinne zur Begründung von technologischer Normativität dienen, indem man sie nach einer Entwicklungslogik aufreht und als Interpretationsrahmen der Technikgeschichte verwendet. Technikgeschichte erscheint dann als eine notwendige, sinnvolle und zielstrebige Entwicklung, die ihren Sinn nicht einfach aus zeitlosen oder historisch-kontingenten menschlichen Bedürfnissen gewinnt, sondern aus ihrem Bezug zur Natur. Ich illustriere das an einem historiographischen Beispiel der organischen Chemie, in der nicht nur das Vokabular und die Metaphern aus Alchemie am deutlichsten nachwirken, sondern die auch als Grundlage der modernen Wirkstoff-Forschung gelten kann. Mein Beispiel stammt aus der Mitte des 20. Jahrhunderts.

In seiner *Geschichte der organischen Chemie seit 1880* (von 1941) hat der Chemiker und Chemiehistoriker Paul Walden eine historische Sinnggebung durch Bezug auf Naturverhältnisse unternommen. Weil Walden sich dabei auf zahlreiche Zitate von zeitgenössischen Chemikern stützen kann, ist davon auszugehen, daß seine Geschichtsdeutung in breiten Kreisen akzeptiert wurde. Die Deutung folgt einem einfachen Ablaufschema. Das ursprüngliche Verhältnis zwischen Chemiker und Natur ist das zwischen Schülern und Lehrerin. Die Natur ist Erzieherin und Vorbild der Chemiker, die sich durch fleißige Nachahmung ihrer Produkte und Prozesse die Fertigkeiten der Natur aneignen. (In alchemistischen Texten wurde diese Phase oft auch als „Studium der Natur“ bezeichnet.)

„Ist nicht die Natur sowohl Vorbild als auch Erzieherin nicht allein des Künstlers (des Malers, des Bildhauers usw.), sondern auch des Chemikers, des letzteren in noch höherem Maße, da er sein Ziel weiter steckt? Durch seine Synthese will er die von der lebenden Natur erzeugten chemischen Verbindungen nachschaffen, er will aber auch ihren Bildungsmechanismus, den Werdegang dieser Körper in der lebenden Zelle erfassen und nachahmen, [...]“ (Walden 1941, S. 5)

Nach einer gewissen Lehrzeit, in der der Chemiker die Natur peinlichst genau nachgeahmt hat, erreichen seine Fähigkeiten einen Reifegrad, in der er sich mit der Natur messen kann in Geschicktheit und Vielseitigkeit seiner Synthesefähigkeiten. Es beginnt ein Wettkampf oder ein Rivalitätsverhältnis.

„Die Chemie kann ja nur die Wissenschaft sein, welche die Natur nachahmt und mit ihr in der Erzeugung organischer Naturstoffe rivalisieren kann, wenn sie [...]“ (Walden 1941, S. 35)

In der dritten Phase schließlich wächst der Chemiker über die Natur hinaus. Aus dem Lehrling ist ein Meister geworden, der sein Lehrmeisterin übertrifft.

„[...] daß die chemische Synthese über die natürlichen Vorbilder hinausgehen und hochwertige Kulturgüter künstlich erzeugen kann, die die Naturprodukte qualitativ nicht nur erreichen, sondern sogar übertreffen [...].“ (Walden 1941, S. 37)

In der vierten und letzten Phase schließlich, die Walden zwar nur prognostisch andeutet aber doch als konsequente Weiterentwicklung des historischen Prozesses darstellt, wird die Natur als einstige Lehrmeisterin nun in die Dienste des Chemikers gestellt, um sie nach seinen Zwecken zu steuern.

„und erst dann wird die Chemie beginnen, die Vorgänge im lebenden Organismus den Bedingungen entsprechend zu lenken und zum Wohl des Menschen zu gestalten.“ (Walden 1941, S. 49)

Das Entwicklungsschema deutet die technische Entwicklung als Fortschrittsprozeß in vier konsequent aufeinander folgenden Phasen als Nachahmung, Rivalisierung, Übertreffen und Dienstbarmachung oder Beherrschung der Natur. Damit ist im normativem Sinne zweierlei gewonnen. Zum einen kann der Chemiker oder Ingenieur seine eigene Tätigkeit im historischen Gesamtprozess einordnen und erhält dabei eine Aufgabenbestimmung oder Zielvorgabe für sein weiteres Arbeiten. Zum zweiten erhält das traditionell unter Kritik stehende Verhältnis der Naturbeherrschung eine Legitimation, weil sie nicht einfach aus einer Gegnerschaft zur Natur, sondern als konsequente historische Fortentwicklung aus der Naturnachahmung erscheint. So legitimiert sich für die angewandte Chemie ein Bereich, der im Diskurs um die Alchemie streng verboten war.

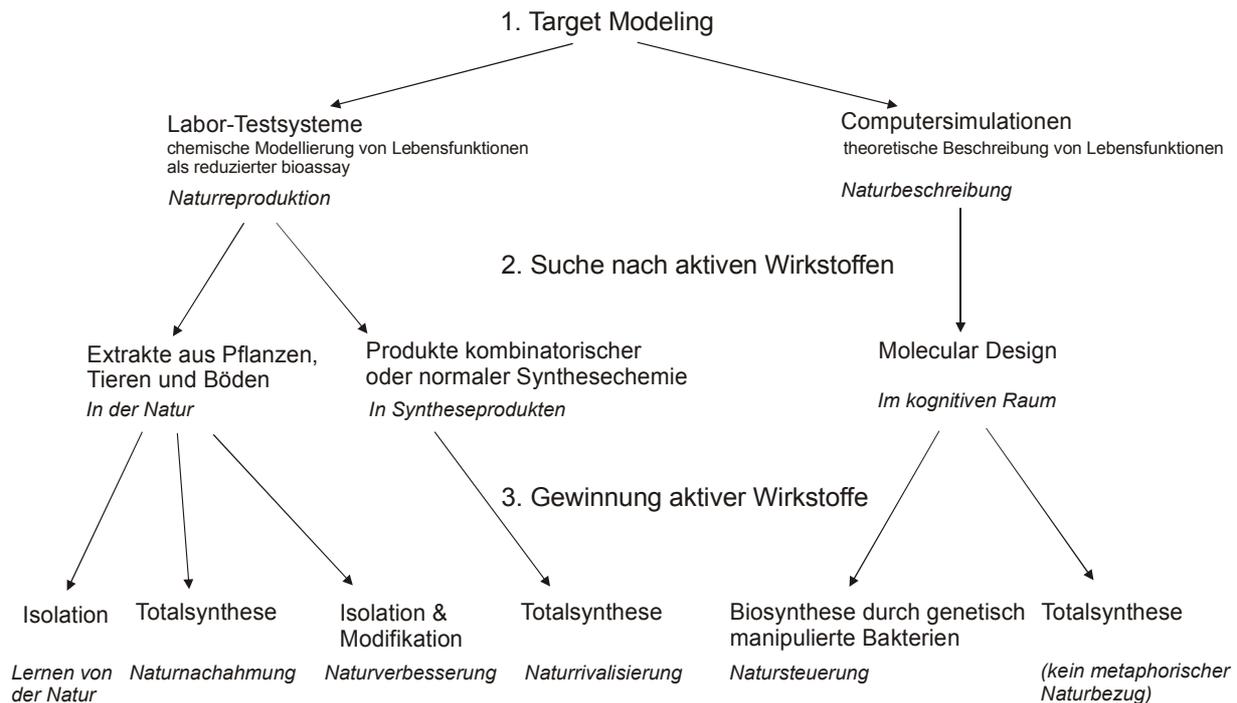
Wer das Verhältnis der Naturbeherrschung ablehnt, muß nun zugleich auch die Entwicklungslogik der Fortschrittsidee ablehnen, d.h. aus der Kritik an Naturbeherrschung wird eine Fortschrittskritik. Daher trat die Kritik an Formen der angewandten Chemie im 20. Jahrhundert in der Regel auch als Fortschrittskritik auf der Basis der Naturverhältnisse auf, philosophisch artikuliert z.B. von Merchant 1980. Das bedeutet allerdings nicht, daß man damit auch andere Formen des technischen Fortschritts ablehnen müßte, die sich nicht über die Abfolge der Naturverhältnisse begründen lassen, wie etwa in der Kommunikations- und Informationstechnologie.

#### **4. Einschreibung normativer Naturverhältnisse in Forschungswege der Wirkstoff-Forschung**

Damit komme ich zum meinem eigentlichen Hauptthema, den Naturverhältnissen in der aktuellen Wirkstoff-Forschung. Dazu muß ich wieder zu einer neuen Darstellungsform wechseln, nämlich zu einer philosophischen Analyse der Forschungsmethoden in diesem Bereich.

Die Wirkstoff-Forschung, wie sie heute mit neuesten Methoden in der pharmazeutischen Industrie betrieben wird, verläuft in drei Phasen. Zunächst bildet man ein molekulares Model der Krankheit; dann sucht man Wirkstoffe, die hier geeignet eingreifen können; und schließlich sucht man nach Methoden zur Gewinnung der Wirkstoffe, die auch im technischen Maßstab angewandt werden können. Im vorliegenden Zusammenhang ist die Tatsache von Bedeutung, daß wir in jeder der drei Phasen Methodenaufsplittungen haben, die insgesamt zu mindestens sechs verschiedenen Wegen der Wirkstoff-Forschung führen, wobei sich die Aufsplittungen durch unterschiedliche Naturverhältnisse interpretieren lassen. Ich möchte dies nun im Einzelnen darstellen (siehe Abbildung).

## Zweige der gegenwärtigen Wirkstoff-Forschung



Gemeinsamer Ausgangspunkt ist zunächst ein biochemisches Verständnis derjenigen Lebensfunktionen, die bei einer Krankheit gestört werden, sowie der kausalen Struktur der Krankheitsstörung. Der eigentliche technische Prozeß der Wirkstoff-Forschung beginnt mit der Modellierung eines für die Krankheit entscheidenden molekularen Prozesses. Im sog. *Target Modeling* sucht man nach einer molekularen Komponente (dem Target), über deren gezielte Blockierung oder Aktivierung man den pathologischen Prozeß unterbinden kann. Als Wirkstoffe kommen dann genau diejenigen Stoffe in Frage, die mit dem Target-Molekül auf molekularer Ebene in gewünschter Weise in Wechselwirkung treten können. Daraus leiten sich heute alle Formen moderner Wirkstoff-Forschung ab. Target Modeling kann auf zwei Wegen erfolgen, die die Wirkstoff-Forschung in zwei Hauptzweige aufsplittet. Entweder wird das Target mit seinen für die Krankheit entscheidenden physiologischen Funktionen als materielles Laborsystem modelliert oder durch Computersimulation dargestellt. Ich beginne mit dem ersten Zweig.

Ein Target-Modell in Form eines materiellen Laborsystems besteht in der Regel aus den Target-Molekülen oder einer Modifikation derselben, die an sog. Trägersubstanzen fixiert sind. Hinzu kommen chemische oder elektrochemische Verfahren zur Bestimmung, ob das Target-Modell durch potentielle Wirkstoffe in der gewünschten Weise beeinflusst werden kann. Damit erhält man ein Labortestsystem, das bestimmte Lebensfunktionen im chemischen Modellsystem reproduziert. Es ersetzt klassische biologische Testsysteme, wie Zellen oder Labortiere, und ist damit ein chemisch reduziertes Biotestsystem, oder auf metaphorischer Ebene: ein reduziertes Naturimitat.

In der zweiten Phase, der Suche nach geeigneten Wirkstoffen mit Hilfe des Testsystems, muß eine Entscheidung getroffen werden, aus welchen Quellen potentielle Wirkstoffe geschöpft werden. Hier konkurrieren nun als getrennte Forschungstraditionen natürliche und synthetische Wirkstoffquellen miteinander. Nach dem traditionellen Ansatz, der dem Beispiel der bekannten Penicillingeschichte folgt, extrahiert man Stoffe aus Pflanzen, Tieren oder Böden.

In diesem Ansatz spielt das Bild vom „Lernen von der Natur“ eine dominante Rolle. Denn die Proben werden sorgfältig ausgewählt anhand von Vorannahmen, die man entweder aus traditioneller Pflanzenmedizin oder aus biologischen Modellen gewinnt, wie etwa Bakterien oder Pilze einen „Überlebenskampf“ führen und sich durch Produktion und Einsatz von cytostatischen oder antibakteriellen Substanzen behaupten. In jüngster Zeit läßt sich zwar durch Miniaturisierung der Testsysteme und durch Automatisierung des Testablaufs mit Hilfe von *screening robotics* der Testdurchsatz erheblich erhöhen, so daß man weniger selektiv auswählen muß. Allerdings gibt es bereits Anzeichen, daß sich ein blindes Testen nicht auszahlt, sondern das Vorannahmen nach dem Bild des „Lernens von der Natur“ größeren Erfolg versprechen.

Sobald man einen erfolgversprechenden Wirkstoff gefunden, isoliert und charakterisiert hat, beginnt die dritte Phase. Organische Chemiker modifizieren nun die Substanz in verschiedene Richtungen, wobei die biochemischen Target-Modelle durchaus leitend sein können. Man sucht dabei nach Derivaten, die das ursprüngliche Naturisolat hinsichtlich der Wirksamkeit oder sonstiger Nutzungsaspekte übertreffen. Das klassische Beispiel aus der Pharmaziegeschichte ist die chemische Modifikation der Salizylsäure, die aus Weidenrinde isolierbar ist, zur Azetylsalizylsäure (Aspirin<sup>®</sup>), die den Ausgangstoff in Wirkung und Verträglichkeit bei weitem übertrifft. Die leitende Metapher hierbei ist das Bild des Verbesserns oder Übertreffens der Natur. Unabhängig davon, ob der ursprüngliche Stoff oder eine chemische Modifikation als bester Wirkstoff erscheint, stellt sich die Frage, wie der Stoff in technischen Maßstab zu gewinnen ist. Als Alternative zur Isolation und Modifikation von „Naturextrakten“ entwickeln Synthesechemiker eine Totalsynthese aus billigen Ausgangsstoffen. Damit spaltet sich die dritte Phase, die Gewinnung der Wirkstoffe, in drei Wege auf: Isolation aus natürlichen Rostoffquellen, Totalsynthese und Isolation/Totalsynthese & Modifikation. Das Interessante ist nun, daß diese drei Wege nicht nur auf unterschiedliche Forschungstraditionen zurückgehen und in größeren Pharmazieunternehmen auch von unterschiedlichen Arbeitsgruppen verfolgt werden. Die drei Wegen entsprechen auch auf der Ebenen der Naturverhältnisse den klassischen drei Metaphern des Lernens von der Natur, der Naturnachahmung und des Übertreffens der Natur.

Seit einigen Jahren werden die automatischen Target-Testsysteme in der Wirkstoff-Forschung auch für einen reinen Syntheseweg eingesetzt. Anstelle der Extrakte aus Pflanzen, Tieren oder Böden werden dabei Syntheseproduktmischungen aus der sog. Kombinatorischen Chemie durch die Testsysteme geschickt. Im Unterschied zur klassischen Synthesechemie, in der es um die gezielte Herstellung eines bestimmten Stoffes geht, ist das Synthesergebnis kombinatorischer Chemie eine möglichst breite Mischung aus Stoffen mit gewissen Ähnlichkeiten. Vereinfachend gesprochen werden dabei zwei Mischungen jeweils ähnlicher Stoffe zu einer mehr oder weniger definierten Reaktion gebracht, um daraus ein breites Kombinationspektrum an Produkten zu erhalten, das in Chemie-Neudeutsch auch als „library“ bezeichnet wird. Dieses Vorgehen ist gezielt in Anpassung an automatisierte Testsysteme und als synthetische Alternative zu den Naturextrakten entwickelt worden und wird heute auch in der Regel von eigenen Arbeitsgruppen betrieben. Innerhalb der Wirkstoff-Forschung konkurriert es mit allen oben beschriebenen klassischen Ansätzen der Naturstoffchemie. Auf der Ebene der Naturverhältnisse entspricht es der vierten Metapher eines Konkurrenz- oder Rivalitätsverhältnisses mit der Natur.

Was man heute „*drug design*“ im engeren Sinne nennt, beginnt nicht mit Labortestsystemen, sondern mit Computermodellen des Target-Moleküls, in der Regel sind das Proteine. Aus diesem Ansatz leiten sich wieder mindestens zwei Wege der heutigen Wirkstoff-Forschung ab. Zunächst simulieren theoretische Chemiker mit dem einen oder anderen halbklassischen Ansatz der Quantenchemie, die Struktur, Ladungsverteilung und dynamischen Eigenschaften

des Target-Moleküls. Im Unterschied zu den Labortestsystemen wäre das Naturverhältnis also eher als Naturbeschreibung oder -simulation zu charakterisieren. Aus den theoretischen Modellen versucht man nun entsprechende molekulare Eigenschaften für potentielle Wirkstoffe abzuleiten, so daß diese das Target-Molekül in der gewünschten Weise aktivieren oder blockieren könnten. D.h. die Suche erfolgt nicht, wie bei den bisherigen Wegen in natürlichen oder synthetischen Stoffquellen, sondern gewissermaßen im kognitiven Raum, d.h. man bildet ein theoretisches Modell des Wirkstoffmoleküls. Schließlich sucht man in Datenbanken nach bekannten Molekülstrukturen, die dem Modell entsprechen, oder entwirft gleichsam als Blaupause potentielle Strukturen, die dann auf synthetischem Wege von Chemikern realisiert werden. Interessanterweise lassen sich diesem Ansatz, außer der anfänglichen Naturbeschreibung, keine der gängigen Naturverhältnisse oder -metaphern zuordnen.

Allerdings läßt sich bei der letzten Phase, der Wirkstoffgewinnung, ein zweiter Weg ausmachen, der heute weitgehend auf den Bereich von Proteinen beschränkt ist. Denn Proteine, also lange Ketten von Aminosäuren, lassen sich nur mühsam mit klassischen Synthesemethoden aufbauen. Statt dessen kann man sich aber die Proteinsynthese von Organismen zu Nutze machen, indem man in die DNA etwa von Bakterien entsprechende DNA-Sequenzen einbaut. Dieser Ansatz ist zwar heute im Wesentlichen darauf beschränkt, DNA-Sequenzen von einem Organismus auf einen anderen zu überführen; also z.B. die Übertragung der Sequenz zur Codierung von Insulin von Schweinen auf Bakterien. Im Prinzip lassen sich aber auch die DNA-Sequenzen zur Synthese beliebiger Proteine in Bakterien (oder in den daraus isolierten Proteinsyntheseapparat) überführen, was heute zunehmend auch unter dem Stichwort „Nanotechnologie“ miterfaßt wird, weil es Assoziationen zu Synthesemaschinen oder den von Eric Drexler ersonnenen Assemblern weckt. Will man diesen Weg der Wirkstoff-Forschung wieder auf der Ebene der Naturverhältnisse beschreiben, dann ist man wohl gezwungen zu sagen, daß hier die Natur (in Form von lebenden Organismen) manipuliert bzw. optimiert wird für die jeweiligen pharmazeutischen Zwecke, und das entspricht der klassischen Metapher der Steuerung oder Beherrschung der Natur.

Ich habe die wichtigsten Zweige der gegenwärtigen Wirkstoff-Forschung vorgestellt, die heute parallel verfolgt werden und untereinander auch in einem gewissen Konkurrenzverhältnis stehen und die sich jeweils auf ältere Forschungstraditionen und -ideale zurückführen lassen. Das Überraschende ist, daß man diesen Zweigen ohne große Mühe eindeutig die klassischen Naturverhältnisse bzw. -metaphern zuordnen kann, nämlich: Lernen von der Natur, Nachahmung, Naturverbesserung, Naturrivalisierung, und Natursteuerung oder -beherrschung. Diese eindeutige Zuordenbarkeit dürfte kein Zufall sein, und sie wird auch gelegentlich von Forschern selber artikuliert. Vielmehr scheinen die Metaphern, inklusiver ihrer latenten normativen Gehalte, wirksam gewesen zu sein bei der Ausprägung von Forschungstraditionen und sind daher vermutlich als solche bis heute forschungsleitend.

## **5. Schlußfolgerungen**

Ich habe zunächst die Ursprünge der normativen Naturverhältnisse in der Alchemie dargestellt und dann an einem Beispiel der Geschichtsschreibung aus dem 20. Jahrhundert aufgezeigt, wie die Naturverhältnisse durch Historisierung eine neue normative Dimension gewinnen können. Schließlich habe ich zu zeigen versucht, daß die normativen Naturverhältnisse in der gegenwärtigen Wirkstoff-Forschung als unterschiedliche Methoden und Forschungstraditionen verankert sind, die heute parallel verfolgt werden und auch miteinander in Konkurrenz stehen.

Was bedeutet dieser deskriptive Befund nun für die Technikbewertung heute? Es bedeutet zunächst, daß ganz unabhängig und entkoppelt von einer aufgeklärten Technikbewertung, normative Ansätze wirksam sind, die auf einem vormodernen, wenn nicht archaischen, Naturbegriff beruhen, gegen den schon Robert Boyle (1682) vergeblich ein ganzes Repertoire von philosophischen Argumenten ins Feld geführt hat. Es bedeutet auch, daß diese Normativität nicht nur im öffentlichen Bewußtsein, sondern auch bei Forschern eine Rolle spielt, um ihr eigenes Handeln normativ zu begründen und gegeneinander abzugrenzen. Es bedeutet weiterhin, daß bei Entscheidungsfragen, welches technische Verfahren unter verschiedenen Alternativen vorzuziehen ist, die normativen Naturverhältnisse eine ausschlaggebende Rolle spielen können.

Zwar werden heute in größeren pharmazeutischen Unternehmen alle Forschungsmethoden parallel verfolgt, trotzdem werden über die Historisierung der Naturverhältnisse die einen als modern und fortschrittlich und die anderen als klassisch oder altmodisch bewertet. Zwar werden letztendliche Entscheidung über Entwicklung und technische Umsetzung von Verfahren nach wirtschaftlichen Kriterien getroffen; aber diese richten sich eben auch nach Kundeninteressen und Vermarktungsmöglichkeiten, wobei gerade die normativen Naturverhältnisse in der öffentlichen Bewertung kaum zu unterschätzen sind. Und schließlich muß auch eine staatliche Forschungspolitik ihre Mittelflüsse einer breiten Öffentlichkeit gegenüber legitimieren. Daß dabei die normativ aufgeladenen Naturmetaphern eine rhetorische Hauptaufgabe übernehmen, läßt sich gegenwärtig wieder eindrucksvoll in diversen forschungspolitischen Broschüren zur Nanotechnologie studieren.<sup>6</sup>

Deskriptive Technikethik im Sinne einer Analyse von impliziten Normen scheint mir daher für die Technikphilosophie eine fruchtbare und wichtige Aufgabe zu sein. Sie hilft uns nicht-zuletzt auch zu verstehen, warum aufgeklärte normative Technikbewertung oft auf große Widerstände stößt in einer Öffentlichkeit, die ihre Bewertungsmaßstäbe fast ausschließlich aus normativen Naturbegriffen schöpft.

<sup>6</sup> Zwei Beispiele aus den USA und aus Deutschland, die zugleich die Rhetorik der Neuartigkeit bemühen (als hätte es nie so etwas wie synthetische Chemie gegeben), mögen das illustrieren:

„With its own version of what scientists call nanoengineering, nature transforms these inexpensive, abundant, and inanimate ingredients into self-generating, self-perpetuating, self-repairing, self-aware creatures that walk, wiggle, swim, sniff, see, think, and even dream. Total value: immeasurable. Now, a human brand of nanoengineering is emerging. The field’s driving question is this: What could we humans do if we could assemble the basic ingredients of the material world with even a glint of nature’s virtuosity? What if we could build things the way nature does – atom by atom and molecule by molecule?“ [National Science and Technology Council: *Nanotechnology: Shaping The World Atom By Atom*, Washington DC, September 1999, S. 1.]

„Die Natur und die Evolution zeigen uns, dass aus den einfachsten Materialien [...] sowohl einfache als auch äußerst komplexe Lebewesen entstehen können [...] Ein Ziel der Nanowissenschaften ist, die Prinzipien der Selbstorganisation, wie sie von der Natur demonstriert werden, zu erforschen. [...] Selbstorganisation eröffnet einen Weg, auf künstlichem Wege konstruierte molekulare Bausteine zur Massenproduktion anzuregen, so dass nahezu jedes gewünschte Material [...] ‘von selbst wächst’. Das umfassende Verständnis [...] erlaubt auch, die Prinzipien der Natur auf technische Systeme zu übertragen und zur Grundlage neuer Anwendungen zu machen. Die Nanotechnologie bringt die Abkehr von dem bisherigen Prinzip, natürliche Rohmaterialien – seien sie biologischen oder geologischen Ursprungs – solange umzuarbeiten, bis das gewünschte Endprodukt vorliegt.“ [BMBF: *Nanotechnologie in Deutschland: Standortbestimmung*, Juni 2002, S. 6-7.]

## Literatur

- Boyle, R.:** A Free Inquiry into the received Notion of Nature (1682). In: *Robert Boyle. The Works*. Hrsg. von Thomas Birch. London, 1772, Bd. 5, S. 158-254
- Karpenko, V.:** Alchemy as *donum dei*. In: *Hyle: International Journal for Philosophy of Chemistry* **4** (1998) S. 63-80.
- Maier, M.:** *Atalanta fugiens*. Oppenheim 1617 [Die Englische Übersetzung (British Library MS. Sloane 3645) ist zugänglich über <http://www.levity.com/alchemy/atalanta.html>]
- Merchant, C.:** *The Death of Nature*. Harper & Row, San Francisco, 1980
- Newman, W.:** Technology and alchemical debate in the late middle ages. In: *Isis* **80** (1989) S. 423-445
- Obrist, B.:** Art et nature dans l'alchimie médiévale. In: *Revue D'Histoire des Sciences* **49** (1996) S. 215-286
- Schummer, J.:** Challenging Standard Distinctions between Science and Technology: The Case of Preparative Chemistry. In: *Hyle: International Journal for Philosophy of Chemistry* **3** (1997), 81-94
- Schummer, J.:** Ethics of Chemical Synthesis. In: *Hyle: International Journal for Philosophy of Chemistry* **7** (2001a) S. 103-124
- Schummer, J.:** Aristotle on Technology and Nature. In: *Philosophia naturalis* **38** (2001b) S. 105-120
- Schummer, J.:** The Notion of Nature in Chemistry. In: *Studies in the History and Philosophy of Science* (2003, im Erscheinen)
- Walden, P.:** *Geschichte der organischen Chemie seit 1880*. Springer, Berlin, 1941