

Dr. Joachim Schummer

Universität Karlsruhe, Institut für Philosophie, Postfach 6980, 76128 Karlsruhe

Die stoffliche Weltveränderung der Chemie: Philosophische Herausforderungen

1. Augenleiden

Eine philosophische Auseinandersetzung mit der Chemie ist so neu,¹ daß die meisten Philosophen gegenwärtig Schwierigkeiten haben dürften, überhaupt eine thematische Verbindung zwischen beiden Fächern herstellen zu können, was auf ähnliche Weise übrigens auch auf Chemiker zutrifft. Daß dies nicht immer so war, wird sofort einsichtig, wenn man bedenkt, daß die chemische Frage nach der substantiellen Verschiedenartigkeit von Stoffen und ihren gegenseitigen Umwandlungsmöglichkeiten bereits zu den Grundfragen aller antiken Naturphilosophen gehörte. Es dürfte insbesondere dem *theoretischen* Ungenügen des Konzepts stofflicher Qualitäten nach über 2000 Jahren zuzuschreiben sein, daß sich die neuzeitliche mechanische (Natur-)Philosophie gegen Ende des 17. Jahrhundert in nahezu konkurrenzloser Weise durchzusetzen vermochte, so daß jeder, der sich aufs moderne Philosophieren verstehen wollte, der Doktrin der primären (mechanischen) Qualitäten einschließlich der Reduktion jeder Veränderung auf Ortsveränderung anhängen mußte.² Dieser Ansatz versprach auf einer theoretischen Ebene, mit einem Schlage alle Möglichkeiten stofflich substantieller Verschiedenheit und Veränderung in einen überschaubaren quantitativen Rahmen einzufangen. Diese Abwendung der Philosophie von den ursprünglichen chemischen Fragen beinhaltet drei für den vorliegenden Zusammenhang wichtige Kategorienverschiebungen.

- (1) Die Kategorie der *substantiellen Verschiedenheit* verliert ihre Bedeutung in bezug auf Stoffe und wird entweder in quantitativen Differenzen aufgelöst oder für wenige theoretische Entitäten reserviert.
- (2) Ohne die Kategorie der substantiellen Verschiedenheit von Stoffen und einer darauf aufbauenden *Klassifikation* ist die Kategorie der *substantiellen Stoffveränderung* leer. Veränderung ist gemäß der neuen Doktrin stets Ortsveränderung, akzidentelle Veränderung.
- (3) Da der theoretische Rahmen prinzipiell alle Stoffmöglichkeiten zu erfassen beansprucht, wird die Kategorie des Neuen im Sinne einer nicht schon als Denkmöglichkeit vollständig entworfenen Entität leer. D.h., der theoretische Rahmen schließt in diesem Sinne neue Stoffe bzw. Überraschungen als denkunmöglich aus.

¹ Erste Ansätze finden sich z.B. in den Sammelbänden *Chemie und Geisteswissenschaften*, hrsg. von J. Mittelstraß, G. Stock, Berlin 1992; *Philosophische Perspektiven der Chemie*, hrsg. von P. Janich, Mannheim 1994; *Die Sprache der Chemie*, hrsg. von P. Janich und N. Psarros, Würzburg 1996; *Philosophie der Chemie - Bestandsaufnahme und Ausblick*, hrsg. von N. Psarros, K. Ruthenberg und J. Schummer, Würzburg 1996; sowie in meiner Monographie *Realismus und Chemie. Philosophische Untersuchungen der Wissenschaft von den Stoffen*, Würzburg 1996.

² Vgl. hierzu auch meinen Aufsatz „Die philosophische Entstofflichung der Welt“, *chimica didactica*, 21 (1995), 5-19.

Eine solche kategoriale Verschiebung läßt sich einerseits als Formulierung eines neuen Forschungsprogramms verstehen, das Ziele und Methoden der weiteren Forschung ausrichtet. Das Programm könnte z.B. darin bestehen, die Komplexität stofflicher Verhältnisse auf einer theoretischen Ebene zu reduzieren. Andererseits kann die Verschiebung auch eine metaphysische Wende bedeuten, wenn die Anwendung der Kategorien ausschließlich für den neuen Bereich reserviert werden. In diesem Falle ist die Erfüllung des Forschungsprogramms im Sinne eines eliminativen Reduktionismus vorausgesetzt. Die Rede von substantieller Stoffverschiedenheit wäre nicht nur leer, sondern müßte als Kategorienfehlwendung gewertet werden. Wer die metaphysische Wende vollzogen hat, für den besitzen Ausdrücke wie „substantielle Stoffveränderung“, „neuer Stoff“ oder gar „chemische Weltveränderung“ keinerlei Bedeutung.

Es ist zu vermuten, daß diese „metaphysischen Blindheit“ dafür verantwortlich ist, daß sich die Philosophie seit Jahrhunderten von der Chemie abgewandt hat und daher deren Entwicklungen und methodologischen Besonderheiten weder wahrgenommen, geschweige denn verstanden hat. Das läßt sich z.B. eindrucksvoll am Begriff des Experiments illustrieren.³ Die meisten Wissenschaftstheoretiker pflegen bis heute die Ansicht, das klassische naturwissenschaftliche Experiment bestehe in der distanzierten Vermessung eines Gegenstandes, der dabei ganz ungestört bleibe.⁴ Setzt man voraus, daß auch Wissenschaftstheoretiker einmal einem chemischen Reaktionsexperiment beigewohnt haben, dann ist zu schließen, daß sie die im Experiment erzwungene Stoffumwandlung weder als Eingriff noch als Veränderung, geschweige denn als substantielle Veränderung betrachten. Wenn chemische Reaktionen - die manchmal sehr heftig und explosiv ablaufen - nicht als Veränderung wahrgenommen werden, dann dürfte erst recht das, was ich unter chemischer Weltveränderung verstehe, verborgen bleiben. Daraus wird verständlich, daß philosophische Konstatierungen eines Zeitalters technischer „Welterzeugung“ meistens auf die physikalische Erzeugung neuer Elementarteilchen oder Atomkerne (mit Lebensdauer im Millisekundenbereich) in Teilchenbeschleunigern zurückgreifen, während die persistente und fast durchgängige Ausgestaltung unserer Alltagswelt mit neuen chemischen Stoffen unbemerkt bleibt. Um so rätselhafter und mysteriöser muß die Veränderung von Genmaterial erscheinen, die ja eine spezielle (bio-)chemische Methode der Stoffveränderung darstellt.

2. Chemische Weltveränderung

Ich habe an anderer Stelle gezeigt, daß das reduktionistische Programm der mechanischen Philosophie heute unter einigen Anpassungen an die Chemie zwar mit gewissem Erfolg im Rahmen der Quantenchemie bzw. der physikalischen Chemie weiter verfolgt wird, daß es aber auch auf *prinzipielle Grenzen* am sog. Kern der Chemie stößt und daher seinen grandiosen Erkenntnisanspruch nicht einzulösen vermag.⁵ In der Tat ist die Chemie historisch auch ihren Grundfragen treu geblieben, indem sie an der substantiellen Verschiedenheit von Stoffen und ihren Umwandlungsmöglichkeiten festhielt und den Ansatz experimentell, begrifflich und theoretisch beständig ver-

³ Vgl. meinen Beitrag „Die Rolle des Experiments in der Chemie“, in: *Philosophische Perspektiven der Chemie*.

⁴ Infolgedessen bereitet ihnen das sog. quantenmechanische Meßexperiment mit seinem theoretisch vorauszusetzenden Störungseingriff seit Jahrzehnten heftige Bauchschmerzen.

⁵ „Problems of Physicalistic Reduction: The Chemical Core of Chemistry“, *International Workshop on Chemistry and Reduction, 15-17 June 1995, Konstanz*; verteiltes Vortragsmanuskript, erscheint demnächst in *Erkenntnis*.

feinerte. Nur auf der Grundlage der Begriffe der substantiellen Verschiedenheit und stofflichen Identität konnte eine systematische Stoffklassifikation erarbeitet werden, die heute übrigens 15 Mio. Stoffe als substantiell verschieden differenziert. Und nur auf der Grundlage einer solchen Stoffklassifikation konnte eine experimentelle und theoretische Ordnung der substantiellen Stoffveränderungen entwickelt werden.

Dieses Wissen um die substantiellen Stoffveränderungsmöglichkeiten kennzeichnet gerade das chemische Wissen im engeren Sinne. Denn unter den *chemischen Eigenschaften* eines Stoffes X verstehen wir gerade zweierlei: Einerseits die Angabe, zu welchen anderen Stoffen wir X unter bestimmten Bedingungen verändern können (Reaktions- oder Herstellungseigenschaften); und andererseits, welche anderen Stoffe wir unter bestimmten Bedingungen zu X verändern können (Herstellbarkeitseigenschaften). Hieran wird deutlich, daß das chemische Wissen über substantielle Veränderungsmöglichkeiten zugleich ein Herstellungswissen ist und daß der systematische Ausbau der Stoffordnungsstrukturen - also eine klassifikatorische Arbeit auf experimenteller und theoretischer Ebene - zugleich auch eine Perfektionierung technischer Möglichkeiten zur experimentellen Realisierung neuer Entitäten darstellt.

Die spezifischen Eigenschaften dieser Ordnungsstrukturen - insbesondere ihre Beschränkung auf chemische Verhältnisse, eine dynamische Erweiterungsfähigkeit der Ordnungsaspekte sowie das theoretische Konzept der chemischen Zeichensprache⁶ - sind verantwortlich dafür, daß die Chemie nicht nur mit der Ordnung eines festen Bestands von (natürlichen) Gegenständen beschäftigt ist. Vielmehr konnte sie die Anzahl ihre eigenen Gegenstände mit einem rasanten Tempo vermehren, so daß wir gegenwärtig ca 15 Mio. Stoffe verzeichnen können, die pro Tag um etwa 3000 weitere vermehrt werden.⁷ Bemerkenswert ist dabei, daß wir während der letzten 130 Jahre ein sehr stabiles exponentielles Wachstum mit einer Verdopplungszeit von etwa 11 Jahren haben. Dieser Befund sowie weitere Ergebnisse soziometrischer Untersuchungen deuten darauf hin, daß die chemische Vermehrung der Stoffe in der Chemie als Selbstzweck verfolgt wird.⁸ Eine mögliche technologische Anwendung der Stoffe ist zwar manchmal schon im Forschungsansatz berücksichtigt, wird i.d.R. jedoch eher als Nebenzweck der wissenschaftlichen Tätigkeit erachtet. Aber selbst wenn nur 1 Promille der neuen Stoffe einen regulären Weg aus den chemischen Laboratorien in technisch-praktische und alltägliche Verwendungskontexte fänden, dann hätten wir gegenwärtig weltweit mit etwa 1000 neuen Stoffen pro Jahr zu rechnen, die über globale ökonomische und ökologische Verteilungsmechanismen Eingang in unsere Lebenskontexte finden. Diesen Prozeß, der keineswegs schleichend oder unauffällig, sondern rasant und für alle offensichtlich erfolgt, nenne ich die stoffliche Weltveränderung der Chemie.

3. Philosophische Herausforderungen

Die stoffliche Weltveränderung der Chemie birgt eine ganze Reihe philosophischer Herausforderungen, die sich nicht durch pauschale Artikulationen modernistischer oder antimodernistischer bzw. technikeuphorischer oder naturromantischer Stimmungsbilder angehen lassen. Daran ist an

⁶ Vgl. *Realismus und Chemie*, Kap. 5, 6; sowie meinen Beitrag „Zur Semiotik der chemischen Zeichensprache“, in: *Die Sprache der Chemie*.

⁷ Vgl. *Chemical Abstract Service. Statistical Summary 1907-1995*, Columbus 1996.

⁸ „Chemometrie I: Populationsdynamik im chemischen Zoo“ (in Vorbereitung).

sich weder etwas Philosophisches, noch wird es der Tiefe, Komplexität und Ernsthaftigkeit der Herausforderungen gerecht. Ich habe bereits erwähnt, daß in der ontologischen Kategorienanwendung die entscheidenden Weichen für ein adäquates Problemverständnis verankert sind. Die Verabsolutierung bzw. ausschließliche Reservierung ontologischer Kategorienanwendung auf einen bestimmten Bereich konstituiert eine bestimmte metaphysische Position und implementiert zugleich eine Blindheit für alle anderen Bereiche und Problemlagen. Wer z.B. die Kategorie substantieller Verschiedenheit für Elementarteilchen reserviert, der mag damit zwar Grundfragen der theoretischen Physik gerecht werden. Aber er verschließt sich damit zugleich auch einem Verständnis der Chemie, die es mit der Klassifikation und Umwandlung von aus ihrer Sicht substantiell verschiedenen Entitäten zu tun hat. Die Erzeugung neuartiger Stoffentitäten und damit der angesprochene Prozeß stofflicher Weltveränderung muß aus Sicht der Elementarteilchenmetaphysik als akzidentelle Veränderung, als ein bloßer Austausch kontingenter Relationen erscheinen, solange keine Elementarteilchenumwandlungen erfolgen. Eine erste philosophische Herausforderung sehe ich darin, die metaphysische Blindheit kritisch zu reflektieren und im Sinne eines *pragmatischen Perspektivismus* adäquate bereichsspezifische Anwendungskriterien für ontologische Kategorien (substantielle Verschiedenheit, Veränderung und Neuheit) zu entwickeln. Die Adäquatheit der Kriterien ließe sich anhand der Formulierbarkeit der Probleme des jeweiligen Bereichs bemessen.

Eine zweite philosophische Herausforderung sehe ich darin, den *Begriff der Stoffeigenschaft* zu explizieren. Stoffeigenschaften werden in der Chemie (im Unterschied zum empiristischen Paradigma) durch experimentelle Kontexte bestimmt und systematisiert.⁹ Alle Stoffprädikate sind Dispositionsprädikate, die einem Gegenstand bestimmte Verhaltensweisen in bestimmten Kontexten bzw. in Relation zu bestimmten anderen Gegenständen zuschreiben. Je nach Kontext unterscheidet man z.B. zwischen mechanischen, thermodynamischen, elektromagnetischen, chemischen, biologischen und ökologischen Stoffeigenschaften. Entscheidend ist daran erstens, daß das ehrgeizige philosophische Programm der Rückführung aller Eigenschaften auf intrinsische, kontextunabhängige, sog. manifeste Eigenschaften in der Chemie scheitert. Das wird besonders deutlich an den chemischen Eigenschaften, die ja stets eine Relation zwischen mindestens zwei Stoffen darstellen. Eine zweite, für den vorliegenden Zusammenhang noch wichtigere Konsequenz ist, daß die Anzahl der Stoffeigenschaften prinzipiell unbegrenzt ist. Um eine neue Stoffeigenschaft einzuführen, muß man nämlich lediglich einen neuen Verhaltenskontext ersinnen; die einzigen Grenzen sind hierbei die Grenzen unserer Fantasie. Das wird wiederum am Beispiel der chemischen Reaktionseigenschaften besonders deutlich, denn die chemische Reaktivität eines Stoffes kennzeichnet ja nicht irgendeine intrinsische Eigenschaft, sondern sein (chemisches) Verhalten relativ zu anderen Stoffen bzw. Stoffkombinationen als Reaktionspartner unter bestimmten weiteren Reaktionsbedingungen. Die Reaktionspartner lassen sich aber nach Art und Masse der Stoffe beliebig kombinieren. Darüber hinaus ist jeder bei solchen Reaktivitätsuntersuchungen entstehende neue Stoff wiederum ein weiterer potentieller Reaktionspartner zur Formulierung weiterer chemischer Eigenschaften usw.

⁹ Vgl. meine Aufsätze „Zwischen Wissenschaftstheorie und Didaktik der Chemie. Die Genese von Stoffbegriffen“, *chimica didactica*, **21** (1995), 85-110; „Towards a Philosophy of Chemistry“, *Journal for General Philosophy of Science* (erscheint demnächst).

Die Einsicht in die prinzipielle Unbegrenztheit der Anzahl der Stoffeigenschaften rechtfertigt in besonderer Weise die Rede von der substantiellen Verschiedenheit der Stoffe. Wäre der Begriff lediglich auf einzelne qualitative Unterschiede gegründet, die sich u.U. sogar metrisieren lassen, dann wäre die Redeweise kaum sinnvoll. Gerechtfertigt wird der Begriff der substantiellen Verschiedenheit erst dadurch, daß wir Stoffe als prinzipiell unbegrenzte Eigenschaftspotentiale betrachten müssen, die sich in unbegrenzt vielen Eigenschaften unterscheiden können. Epistemologisch gewendet bedeutet dies, daß unser Wissen über Stoffe stets begrenzt und unser Nicht-Wissen stets unbegrenzt bleibt. Unter praktischen Gesichtspunkten betrachtet dürfen wir daher im Umgang mit Stoffen in neuen Kontexten stets mit Überraschungen rechnen, seien diese nun positiv im Sinne einer Nutzbarmachung für unsere Zwecke oder negativ im Sinne einer Störung bzw. Gefährdung unserer Lebens- und Entfaltungsmöglichkeiten. Und das gilt natürlich erst recht für neue Stoffe, deren unbegrenztes Eigenschaftspotential uns weitgehend unbekannt ist. Wenn man das Überraschungspotential eingrenzen möchte, dann benötigt man dazu Kriterien, die angeben, wann wir es mit einem neuen Stoff und mit einem neuen Kontext zu tun haben und unter welchen Bedingungen wir mit einer substantiellen Veränderung eines Stoffes, also mit einem ganz neuen Eigenschaftspotential, rechnen müssen.

Die Chemie hat mit erheblichem Aufwand auf diese Fragen Antworten gefunden und damit Wissensschneisen in das Land des Nicht-Wissens geschlagen, die uns in vielen Fällen einen kontrollierten, überraschungsfreien Umgang mit Stoffen ermöglichen. Die chemische Ordnung der Stoffe und Stoffumwandlungsmöglichkeiten sowie ihre diversen modelltheoretischen Untermauerungen sind ohne Zweifel das beste Stoffwissen, das wir gegenwärtig besitzen. Allerdings ist auch dieses Wissen nur eine Insel im unbegrenzten Bereich des Nicht-Wissens, weil es notwendigerweise auf bestimmte Fragestellungen, Methoden und Kontexte beschränkt ist. Das wird z.B. deutlich, wenn wir das Wissen aus künstlichen Laborkontexten mit wenigen „gereinigten“ Stoffen übertragen wollen auf „natürliche“ Kontexte, in denen wir nicht mal ohne weiteres die Anzahl der „reinen“ Stoffe anzugeben vermögen; oder wenn wir auf die Frage nach den toxikologischen Eigenschaften eines unter chemischen Gesichtspunkten vollständig charakterisierten und theoretisch beschriebenen Stoffes keine Antwort bekommen. Bei genauerer Analyse zeigt sich weiterhin auch, daß die chemischen Kriterien für substantielle Verschiedenheit und Veränderung von Stoffen so eng an die chemischen Eigenschaften und Fragestellungen gebunden sind, daß wir an chemisch als gleich zu betrachtenden Stoffproben manchmal gravierende Unterschiede in den physikalischen oder biologischen Stoffeigenschaften feststellen können.

Damit ist ein Problemfeld angesprochen, das ich als zentrale philosophische Herausforderung angesichts der chemischen Weltveränderung betrachte: *Stofferkennnistheorie in praktischer Absicht*. Darunter verstehe ich die kritische Reflexion auf Bedingungen der Stofferkennntnis zur Bestimmung prinzipieller Wissensgrenzen in der Absicht, den Bereich des verantwortbaren Umgangs mit Stoffen (einschließlich der Herstellung neuer Stoffe) abzustecken. Jedes philosophische Konzept der Handlungsverantwortung enthält eine Wissenskomponente. Um eine Handlung als verantwortbar oder unverantwortbar zu bewerten, benötigt man Kriterien, um die Qualität des Wissens über mögliche Handlungsfolgen als hinreichend zu bemessen. Verantwortungsethiker haben sich hierbei meist auf die Frage der Verfügbarkeit des Wissens für den einzelnen Handelnden beschränkt und dabei implizit den Stand der Wissenschaft als Standard genommen. Demnach

ist man für seine Handlungsfolgen nur soweit verantwortlich, wie man sie vorausszusehen vermag, und dies ist maximal mit Methoden der Wissenschaften möglich. Dadurch wird die Aufgabe der Bestimmung von Wissensgrenzen auf die Wissenschaften übertragen. Zwar ist tatsächlich jede Realwissenschaft bemüht, die Anwendungsmöglichkeiten ihrer einzelnen Modelle durch Reflexion auf idealisierende Modellannahmen abzustecken, aber damit ist die Aufgabe noch lange nicht erfüllt. Zu den traditionellen Aufgaben der Erkenntnis- und Wissenschaftstheorie gehört ja gerade die Reflexion auf viel allgemeinere Bedingungen, die z.B. bei jeder Art von Modellbildung stets implizit vorausgesetzt sind. Erst aus der Explizierung solcher allgemeinen Erkenntnisbedingungen ergeben sich *prinzipielle Wissensgrenzen*, die den Einzelwissenschaften gar nicht bewußt sein müssen. Einer Stofferkenntnistheorie in praktischer Absicht käme daher die Aufgabe zu, aus der Reflexion auf allgemeine Bedingungen der Stofferkenntnis solche prinzipiellen Wissensgrenzen herauszuarbeiten, um damit den äußeren Rahmen abzustecken für einen verantwortbaren Umgang mit Stoffen, wozu insbesondere auch der Prozeß der chemischen Weltveränderung gehört.

4. Entmythologisierung

Leider befinden wir uns heute in der mißlichen Lage, daß die Philosophie nicht nur durch Ausblendung stofferkenntnistheoretischer Probleme Reflexionsvakua hinterlassen, sondern auch durch Verbreitung erkenntnistheoretischer Mythen zu gefährlichen Fehleinschätzungen im Umgang mit Stoffen beigetragen hat. Drei dieser Mythen, die gelegentlich explizit auf die Stofferkenntnis gemünzt werden, möchte ich kurz behandeln.

(1) Der *essentialistische Mythos* (ein Relikt der Doktrin der primären Qualitäten) erzählt uns, daß das Wesen der Stoffe in ihrer inneren Struktur verborgen sei. Eine moderne Variante diese Mythos (H. Putnam) behauptet sogar ungeachtet der linguistischen und naturwissenschaftlichen Absurditäten, daß die „eigentliche Bedeutung“ von Stofftermen eine innere Struktur sei. Vollständige Stofferkenntnis ist diesem Mythos zufolge dann erreicht, wenn man die innere Struktur exakt erfaßt habe. Gegen diesen Mythos lassen sich logische, sprachphilosophische, erkenntnistheoretische und methodologische Einwände formulieren, die auf dem kontextualen, dispositionalen und relationalen Charakter von Stoffeigenschaft beruhen und hier nicht weiter ausgeführt werden können.¹⁰ Anhänger dieses Mythos ignorieren darüber hinaus hartnäckig, daß wir von den meisten Stoffen heute tatsächlich äußerst exakte Strukturdaten besitzen, aber daraus i.d.R. nur sehr wenige ausgewählte Stoffeigenschaften mit einigen Zusatzannahmen ableiten können.

Wer an diesen Mythos glaubt, der wähnt sich beim Besitz von Strukturdaten irrtümlicherweise gegen jede Überraschung gefeit und wird den Umgang mit strukturell charakterisierten Stoffen bzw. die Verbreitung neuer Stoffe als völlig unbedenklich befinden. Während er im Glauben an den Mythos einerseits selber zu äußerst bedenklichem Stoffumgang verleitet wird, wird er andererseits jeden zur Rechenschaft ziehen wollen, der in solchen Situationen eine unliebsame Überraschung auslöst. Denn unter dieser erkenntnistheoretisch naiven Perspektive kann die unliebsame Überraschung nur eine Folge unvollständiger Strukturbestimmung sein. Unter Mißachtung der Erkenntnisproblematik werden dann z.B. unerwünschte „Nebenfolgen“ eines Medikaments oder ökologische Folgeschäden bei der Verwendung irgendeines Gebrauchsstoffs darauf zurückge-

¹⁰ Vgl. „Problems of Physicalistic Reduction ...“ sowie die dort zitierte Literatur.

führt, daß der Hersteller bei der „Wesensbestimmung“ seines Produktes unachtsam war bzw. nicht genau genug „hingeschaut“ habe. Der Essentialist übersieht einfach die Besonderheiten von Stoffeigenschaften sowie die Einsicht, daß die Anzahl der Stoffeigenschaften unbegrenzt ist und jedes Stoffwissen auf einer perspektivischen Auswahl beruht.

(2) Der *konstruktivistische Mythos* versteht sich als aufgeklärte Kritik am Essentialismus und erzählt uns, daß die „wahre“ Erkenntnis eines Gegenstandes in den Bedingungen und Methoden seiner Herstellung zu suchen sei. Die gezielte Herstellbarkeit gilt ihm (gemäß dem *verum-factum*-Prinzip) als Erkenntniskriterium. In Erbfolge der „natürlichen Theologie“ findet dieser Mythos in der neuzeitlichen Erkenntnistheorie eine weite Verbreitung, bei Engels begegnet er uns sogar mit explizitem Bezug auf die chemische Stoffeigenkenntnis.¹¹ Zwar ist die modellgeleitete Herstellung eines Stoffes seit Ende des 19. Jahrhundert in der Tat eine chemische Methode der Strukturmodellierung, aus der sich einige Reaktionseigenschaften des Stoffes ableiten lassen.¹² Allgemein gilt jedoch, daß die Herstellbarkeit nur ein Typus von chemischen Eigenschaften ist und diese wiederum nur eine Unterart von allen Stoffeigenschaften, welche selbst nur eine Gruppe aller Eigenschaften sind. M.a.W.: Um einen Stoff herstellen zu können, muß man lediglich eine einzige chemische Eigenschaft kennen und sonst nichts. Weshalb die Kenntnis gerade dieser Eigenschaft uns in einen ausgezeichneten epistemischen (nicht technologischen!) Zustand versetzen und damit zu einem verantwortlichen Stoffumgang verhelfen könnte, verrät uns der Mythos nicht.

(3) Der *pragmatistische Mythos* belehrt uns, daß alles, was zur Kenntnis eines Gegenstandes notwendig ist, in der gezielten Verwendbarkeit des Gegenstandes zu suchen sei. Wenn wir den Gegenstand in der Praxis für bestimmte Zwecke gezielt einzusetzen vermögen, dann habe wir alle epistemischen Bedingungen erfüllt. Interessanterweise tritt dieser Mythos, der sich in manchen Spielarten des Pragmatismus und zuletzt bei Hackings Realitätskriterium für theoretische Entitäten findet, ebenfalls bei Engels (ebd.) auf, indem der Erfolg der chemisch-industriellen Praxis gegen den Skeptizismus ausgespielt wird. Aber auch unser alltägliches Verständnis von Stoffen ist von diesem Mythos durchdrungen, wenn wir diese nämlich nach unseren Verwendungszwecken typologisieren, z.B. als Farben (statt Stoffe, die u.a. bestimmte Farbeigenschaften besitzen), als Nahrung (statt Stoffe, die u.a. bestimmte biologische Nährstoffeigenschaften besitzen) usw.¹³

Es ist vermutlich gerade diese, im Alltagsdenken verwurzelte Anlage, Stoffe auf einzelne Funktionen zu reduzieren, die uns blind macht für die Tatsache, daß jeder Stoff ein unbegrenztes Eigenschaftspotential darstellt. Der pragmatistische Mythos verschweigt, daß uns die zweckgerechten Stoffe in disfunktionalen Kontexten leicht Überraschungen bescheren, die wir dann in funktionaler Terminologie als „unerwünschte Nebenwirkungen“ benennen. Und er macht uns blind für die Tatsache, daß wir selbst bei einer geringfügigen Optimierung einer einzelnen Funktionseigenschaft mit einem völlig neuartigen Überraschungspotential zu rechnen haben, wenn diese Optimierung mit einer substantiellen Stoffveränderung einhergeht.

Solange auch nur einer der drei erkenntnistheoretischen Mythen wirksam ist, muß der Prozeß der chemischen Weltveränderung infolge gravierender Fehleinschätzung des Stoffwissens als un-

¹¹ F. Engels: „Ludwig Feuerbach und der Ausgang der klassischen deutschen Philosophie“ (1886), in: K. Marx, F. Engels, *Werke*, Berlin 1962, Bd. 21, S. 276.

¹² Vgl. *Realismus und Chemie*, Kap. 6.

¹³ Vgl. dazu auch meinen Beitrag „Zur ökologischen Relevanz einer Philosophie der Stoffe“, in: *Philosophie der Chemie - Bestandsaufnahme und Ausblick*.

kontrolliert betrachtet werden. Mit der Entmythologisierung als philosophischer Aufklärungsarbeit und Bringschuld besitzen wir jedoch noch keine allgemeinen Kriterien zur Beurteilung von Chancen und Gefahren der Verwendung neuer Stoffe in Lebenskontexten, die erst nach einer detaillierten stofferkennnistheoretischen Aufarbeitung in praktischer Absicht möglich ist. Ich möchte dazu aber abschließend einige Andeutungen machen.

5. Kriterien der Risikobewertung: natürlich vs. synthetisch?

Die chemische Weltveränderung hat infolge unliebsamer Überraschungen zu einer verbreiteten Bewertungsdichotomie geführt, nach der synthetische Stoffe als schlecht und „natürliche“ Stoffe bzw. Stoffe aus einer Naturrohstoffbasis als gut betrachtet werden. Insofern damit eine Risikobewertung für den Umgang mit Stoffen intendiert ist, sind diese Bewertungsmaßstäbe unangemessen. Erstens dürfte deutlich sein, daß die Rohstoffquelle für die Risikobewertung ganz irrelevant ist, falls die Stoffaufbereitung eine substantielle Stoffveränderung beinhaltet, zumal sich dann selbstverständlich für jeden Stoff eine natürliche Rohstoffquelle benennen läßt. Daher erscheint es sinnvoller, die Stoffe danach zu unterscheiden, ob sie nach Entnahme aus natürlichen Rohstoffquellen einer substantiellen Veränderung unterworfen worden sind (*synthetische Stoffe*) oder nicht (*naturisolierte Stoffe*).¹⁴ Zweitens können wir einen synthetischen und einen naturisolierten Stoff unter Risikogesichtspunkten mit großer Wahrscheinlichkeit als gleich bewerten, wenn sich keinerlei Unterschiede in den Stoffeigenschaften feststellen lassen. Drittens ist zu beachten, daß Stoffeigenschaften keine intrinsischen, sondern kontextabhängige Eigenschaften sind, so daß das Risiko ganz wesentlich von den Kontexten abhängt. Wenn wir z.B. einen Stoff erstmalig in einen Verwendungskontext bringen, dann ist das Risikopotential ganz unabhängig davon, ob er synthetisch oder naturisoliert ist. Viertens scheint es vernünftiger, Stoffe nach dem graduellen Maßstab zu bewerten, wie weit sie sich in möglichen Verwendungs-, Aufarbeitungs- und Entsorgungskontexten als unproblematisch bewährt haben. Unter diesem Maßstab der Bewährung schneiden neu eingeführte Stoffe per se schlechter ab als alte. Daher muß nicht die synthetische Herkunft eines Stoffes an sich bedenklich stimmen, sondern die Geschwindigkeit der Einführung neuer Stoffe. Dies gilt um so mehr, als wir dadurch zugleich auch die Bewährungskontexte beständig verändern, so daß das Risikopotential nicht linear, sondern exponentiell ansteigt. Fünftens schließlich ist zu beachten, daß zwar verschiedenste Stofferkennnistheoretische Methoden (von Tier-, Human- und Freilandexperimenten bis zu Bioindikatoren, Biosensoren, Computersimulationen etc.) Indizien liefern können, wobei die erkenntnistheoretische Reflexion dieser Methoden noch aussteht (!); letztlich lassen sich aber nicht alle unsere komplexen und variablen Lebenskontexte simulieren, so daß wir prinzipiell mit einem Restrisiko rechnen müssen, falls wir eine Normierung unserer Lebenskontexte ablehnen. Wenn wir weiterhin zweckoptimierte Stoffe zur Ausgestaltung unserer Lebenskontexte wünschen, dann werden wir uns an die Rolle als permanente Testpersonen für Stoffbewahrungen gewöhnen müssen.

¹⁴ Dabei ist das chemische Kriterium für substantielle Verschiedenheit, wie bereits angedeutet, nicht unbedingt aussagekräftig für toxikologische und ökotoxikologische Bewertungen.