

*Die Behandlung umweltbezogener Fragestellungen hat in allen Teilbereichen der Gesellschaft an Bedeutung gewonnen. Allerdings ist es dabei oft schwierig, die Ziele und Bedürfnisse der verschiedenen Bereiche aufeinander abzustimmen: So werden von der Umweltforschung vielfach Resultate produziert, die für politische oder wirtschaftliche Entscheider nur wenig brauchbar sind. Man mag einwenden, daß dies auch gar nicht anders möglich ist, weil die einzelnen gesellschaftlichen Teilsysteme ihrer je eigenen Logik folgen müssen. Nimmt man jedoch an, daß Gesellschaften und ihre Teilbereiche nicht ausschließlich auf starre Ziele festgelegt sind, dann stellt sich die Frage, wie Umweltforschung und Politik besser koordiniert werden können. Dazu bedarf es in der Umweltforschung einer Klärung des eigenen gesellschaftlichen Standorts, wozu Leitbilder einen wichtigen Beitrag leisten können. Vor diesem Hintergrund führen wir das Leitbild "Reflexive Umweltforschung" in die Diskussion ein. **Abstract & Keywords** ↪ p. 239*

Wozu Umweltforschung? – Über das Spannungsverhältnis zwischen Forschungstraditionen und umweltpolitischen Leitbildern

Teil II: Zum Leitbild "Reflexive Umweltforschung"

Stefan Bösch, Martin Scheringer* und Jochen Jaeger

1. Leitbilder als Orientierungschancen

Die Geschichte der ökologischen Chemie ist, wie wir im ersten Teil unseres Aufsatzes ausgeführt haben ^[1] (im folgenden: Teil I), durch unterschiedliche Phasen gekennzeichnet. Ihre Institutionalisierung am Ende der sechziger Jahre erfolgte wesentlich durch einen zunehmenden politischen Bedarf an entscheidungsrelevantem Wissen im Bereich der Umweltchemikalien. Der Austausch zwischen Wissenschaft und Politik war durch eine klare Arbeitsteilung gekennzeichnet: Wissenschaft stellte Wissen zur Verfügung, und Politik übernahm daraus nach eigenen Maßgaben die notwendigen Wissensressourcen für Entscheidungen. Auf diese Weise konnten jedoch wissenschaftliche Erkenntnisgewinnung und politische Entscheidungen

nicht ausreichend aufeinander abgestimmt werden.

Im Zuge der Bewertungsdiskussion ab Mitte der achtziger Jahre kam neue Bewegung in die Debatten. Die Gewinnung von Forschungsergebnissen ohne besondere umweltpolitische Relevanz wurde zunehmend als Defizit empfunden. Hier schlossen eine Reihe von Ansätzen zur Überwindung dieses Defizits an, wie wir sie im Abschnitt 3.3 von Teil I beschrieben haben. In diesem Artikel greifen wir diese Überlegungen auf und entwickeln sie zu einem neuen Leitbild "Reflexive Umweltforschung" weiter.

In letzter Zeit wird das Verhältnis von Wissenschaft und Gesellschaft verstärkt diskutiert. Der englische Wissenschaftler Michael Gibbons vertritt sogar die These, daß für die Wissenschaft ein neuer Gesellschaftsvertrag aufgelegt werden müsse ^[2]. Ähnlich argumentiert der Präsident der Berlin-Brandenburgischen Akademie, Dieter Simon, und begründet dies wie folgt: »Anders als früher spricht nämlich nicht mehr nur die Wissenschaft zur Gesellschaft, sondern umgekehrt auch die Gesellschaft zur Wissenschaft.«^[3] Helga Nowotny hat diese Herausforderung unter dem

Etikett des "sozial robusten Wissens" gebündelt und verbindet damit folgende wissenschaftsprogrammmatischen Eckpunkte ^[4]: Die Wissenschaft selbst befindet sich gegenwärtig in einer Situation weitreichender Transformationsprozesse, die durch öffentliche Anfragen ausgelöst wurden und werden. Wissenschaft werde im Zuge dieser Herausforderung eine neue Wissenschaftskultur entwickeln müssen, bei der nicht die Autonomie, sondern die Verantwortlichkeit im Mittelpunkt stehe. Dies werde jedoch durch das Ziel einer kontextfreien Form der Forschung erschwert. Die Erzeuger von Wissen verfolgten ganz selbstverständlich das Ziel, Wissen so kontextfrei wie möglich auszugestalten, weil es dadurch in den unterschiedlichsten Situationen zur Anwendung gelangen kann. Auf der anderen Seite seien aber die Empfänger dieses Wissens daran interessiert, daß ihre jeweils lokalen und situativen Bezüge berücksichtigt werden. Für die wechselseitige Abstimmung zwischen diesen beiden Ansprüchen empfiehlt Nowotny den Aufbau von interaktiven Netzwerken, welche die Universitäten, Verwaltungen, Nichtregierungsorganisationen, die Medien, elektronische Netzwerke und einzelne

*Postadresse : Dr. M. Scheringer
Gruppe für Umwelt- und Sicherheitstechnologie
Laboratorium für technische Chemie
ETH Hönggerberg, HCI G127
CH-8093 Zürich (Schweiz)
E-Mail: scheringer@tech.chem.ethz.ch

Personen an den verschiedensten sozialen Orten einschließen. Für die Koordination solch heterogener Akteure bedarf es allerdings spezifischer Voraussetzungen und entsprechend zu verhandelnder Anschlußstellen – eine wichtige Funktion übernehmen hier *Leitbilder*.

Der Begriff des Leitbildes wird in unterschiedlichen Zusammenhängen gebraucht. Neben der Ausarbeitung von Leitbildern für einzelne Unternehmen oder Organisationen wird er im Kontext praxisorientierter Wissenschaft, wie der Technikfolgenforschung, verwendet^[5]. In der Technikgeneseforschung hat der Leitbild-Ansatz eine zweifache Funktion: Neben der Erklärung von *Technikentwicklung* dient er auch zur *prospektiven Techniksteuerung*^[6]. Leitbilder liefern bei der Entwicklung spezifischer Techniken einen kognitiven Orientierungsrahmen, der hinreichend genau ist, um das anvisierte Ziel anzugehen, aber gleichzeitig auch hinreichend ungenau, um die verschiedenen Akteursorientierungen subsumieren zu können. Die Leitbildforschung zur Technikgenese hat zeigen können, daß Leitbilder in sehr heterogenen Feldern die Koordination beziehungsweise Abgrenzung unterschiedlichster Akteure ermöglichen können (vergleiche auch für weitere Differenzierungen Ref. [7]). Leitbilder stellen dabei nicht nur einen *kognitiven* Rahmen zur Verfügung, sondern auch entsprechende *normative* Orientierungen. Besonders deutlich wird dies in einer weiteren Debatte, die sich intensiv mit Leitbildern auseinandersetzt: der Debatte

um das Leitbild der Nachhaltigen Entwicklung^[8,9].

Leitbilder können nur Wirksamkeit entfalten, wenn sie von bestimmten Akteuren vertreten werden. Ein neues Leitbild für die Umweltforschung muß somit an aktuelle Debatten anknüpfen und diese in einen systematischen Zusammenhang mit der Umweltforschung bringen. Auf seiten der Wissenschaft ist dabei von Bedeutung, welche Möglichkeiten in der Wissenschaft bestehen, auch wissenschaftsexterne Leitbilder aufzunehmen. Wesentlich ist, inwieweit Reflexion, im Sinne des Überdenkens der Problemsituation und des eigenen Standorts in der Gesellschaft, stattfindet. Unser Fallbeispiel zeigt (siehe Teil I) eine *zunehmende Reflexion* der eigenen (wissenschaftlichen) Position im gesellschaftlichen Umfeld, was ähnlich auch von anderen Studien gezeigt wird.¹⁾ (Allerdings bleibt dabei zu bedenken: Wissenschaft ist ein Bereich hoher institutionalisierter Handlungsautonomie (Forschungsfreiheit). Deshalb sind Orientierungsfragen nicht einfach aufzugreifen; typisch ist der Abwehrreflex vieler Naturwissenschaftler gegen jede Form von externer Orientierung.²⁾

Vor diesem Hintergrund besteht ein geeigneter Ansatzpunkt für die Diskussion von Orientierungsfragen darin, Forschungsarbeiten aus dem Feld der ökologischen Chemie hinsichtlich eines Leitbildes auszuwerten. Auf diesem Wege wird nicht einfach eine Orientierung von außen in das Feld der Umweltforschung gebracht, sondern bereits reflektierte Problemfacetten werden in ihrer übergreifenden Bedeutung aufgenommen und neu gebündelt. Leitbilder sind in solch sensiblen Bereichen wie der Forschung ein sinnvoller Ansatzpunkt, da sie Anlaß zu einer selbstgewollten Orientierung werden können. Es geht also nicht um Regulation, sondern um das Ausloten und Etablieren reflexiver Alternativen in der Forschung durch die Forschenden selbst.

In Abschnitt 2 von Teil I haben wir Ulrich Becks Konzept der reflexiven Wissenschaft als Ansatzpunkt für ein neues Leitbild der Umweltforschung aufgegriffen. Hier ziehen wir die Theorie reflexiver Modernisierung als den Kontext des zu entwickelnden Leitbildes heran (Abschnitt 2). Danach gehen wir auf drei Bereiche ein, die uns für ein neues Leitbild für die Umweltforschung wesentlich erscheinen: der Umgang mit Nicht-Wissen und Unsicherheit (Abschnitt 3), das Verhältnis von wissenschaftsinternen und -externen Leitbildern (Abschnitt 4) sowie das Ver-

hältnis zwischen Umweltforschung und Politik (Abschnitt 5).

2. Umweltforschung und reflexive Moderne

Betrachtet man die Entwicklung der Umweltprobleme im Laufe der letzten 150 Jahre, so zeigt sich, daß im Zuge des Modernisierungsprozesses die Gesellschaft immer auch mit den unerwünschten Nebenfolgen des eigenen Handelns konfrontiert wurde. Nach Beck^[14] ist die Nebenfolgenproblematik sogar das zentrale Antriebsmoment hin zu einer anderen, *reflexiven Moderne*. Ihr Kennzeichen ist die Reflexion nicht nur auf die konkreten Handlungsmöglichkeiten im Umgang mit wahrgenommenen Umweltproblemen, sondern auf die Institutionen, die die Handlungsmöglichkeiten vermitteln oder begrenzen. Wurden Probleme bisher mit einem Mehr an Wissenschaft und Technik gelöst, tritt jetzt die Frage auf, ob nicht eine andere Form von Wissenschaftlichkeit gefunden werden muß, um die Umweltprobleme zu lösen. Als Lösungsansätze schlägt Beck^[14a] vor: (1) Ursachenbeseitigung statt Symptombekämpfung, (2) praktische Lernfähigkeit und (3) Spezialisierung auf den Zusammenhang. Der erste Punkt verweist auf die Sachzwanglogik moderner Technik, wo eher eine "marktexpanstive Sekundärindustrialisierung von Folgen und Symptomen"^[14b] angestrebt wird, als daß soziale Lernprozesse im Umgang mit moderner Technik zugelassen werden. Der zweite Hinweis speist sich aus der Überlegung, daß moderne Technologien "der Menschheit das untragbare Joch der praktischen Irrtumslosigkeit aufbürden."^[14c] Schließlich erhöht die Spezialisierung der Wissenschaftspraxis die Reichweite, Anzahl und Unkalkulierbarkeit der Nebenfolgen wissenschaftlich-technischen Handelns^[14d], siehe Figur 1; somit bedarf es einer Gegenstrategie, um diesen Prozeß der "Überspezialisierung" (Beck) zu durchbrechen.³⁾

Beck spricht zwar die externe Motivation "So wollen wir nicht leben!" an, die manche zur Umweltforschung treibt^[16]. Er unterstreicht damit aber vor allem das Spannungsverhältnis zwischen dieser Motivation und derzeitigen umweltwissenschaftlichen Anstrengungen, wobei er auf Möglichkeiten zur Auflösung dieses Spannungsverhältnisses nicht weiter eingeht. Becks aus grundsätzlichen Überlegungen gewonnenen Einsichten sind somit nicht ohne weiteres in die

¹⁾ Eine Reihe von Studien stellt diesbezüglich Veränderungen im Wissenschaftsbereich fest [10–12]. Die letztgenannte Arbeit, eine *Science Assessment*-Studie im Bereich der Hochtemperatur-Supraleitung, bündelt die unterschiedlichen Positionen von Wissenschaftlern hinsichtlich der gesellschaftlichen Einbettung von Wissenschaft in vier Typen. Dabei finden sich neben der "klassischen Position" vollkommen autonomer Forschung auch Auffassungen, die einer Beteiligung von Politik und Öffentlichkeit bei der Ausrichtung von Problemhorizonten aufgeschlossen gegenüberstehen.

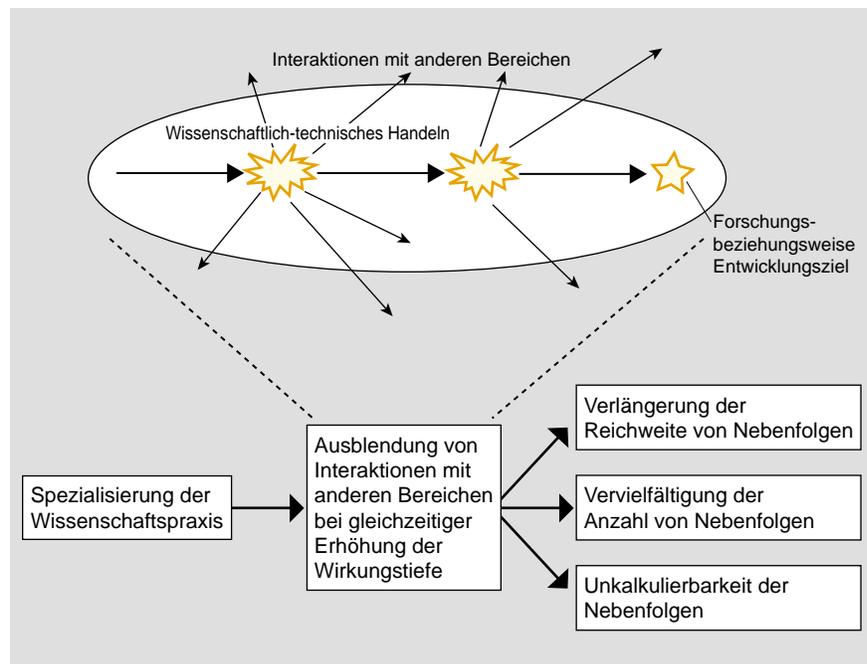
²⁾ Dies zeigt die Geschichte des Max-Planck-Instituts zur Erforschung der Lebensbedingungen der technisch-wissenschaftlichen Zivilisation. Wolf Lepenies bemerkt hierzu: »[Es] hatte sich diesen ellenlangen Tarnnamen zugelegt, weil der viel zutreffendere Titel 'Max-Planck-Institut für Orientierungswissen' als Provokation hätte erscheinen müssen. Die Absicht wurde dennoch durchschaut, und das Scheitern des Instituts demonstriert nicht zuletzt die unvermindert starke Abwehr einer naturwissenschaftlich geprägten Scientific Community gegen Aufforderungen zur Selbstreflexion und Selbstkontrolle, die 'von außen' an sie herangetragen werden.« [13]

Forschungspraxis zu übersetzen. Mit den folgenden Überlegungen setzen wir an diesem Punkt an und fragen, wie das Anliegen einer Wissenschaft unter Bedingungen reflexiver Modernisierung konkreter formuliert werden kann.

Die anvisierte Aufgabe ist für die naturwissenschaftliche Umweltforschung nicht einfach, denn sie fordert zwei sich tendenziell ausschließende Leistungen: (1) die Erfüllung naturwissenschaftlicher Zielsetzungen und Qualitätsstandards und (2) die Erarbeitung entscheidungsrelevanter Wissensressourcen zu spezifischen Problemen. Es gibt unterschiedliche institutionelle Felder, die entscheidungsrelevante Wissensressourcen benötigen; wir gehen hier auf Politik und Unternehmen ein. Für die wissenschaftliche Politikberatung sind andere Kriterien zu erfüllen als für die Bereitstellung von Wissen für unternehmensinterne Entscheidungsprozesse. Der erste Fall steht immer unter der Bedingung, sich letztendlich öffentlich legitimieren zu müssen. Daher sollte wissenschaftliche Politikberatung in ein diskursives Verfahren eingebunden werden^[17]. Der zweite Fall ist oft durch Entscheidungen über spezifische Produkte sowie die Suche nach Akzeptanz bestimmt, wofür in letzter Zeit verstärkt "Risiko-Kommunikation" betrieben wird^[18, 19].

Den beiden Ansprüchen auf Wissenschaftlichkeit einerseits und Entscheidungsrelevanz andererseits entsprechen zwei unterschiedliche Weisen der Komplexitätsreduktion: *erkenntnisorientierte* und *entscheidungsorientierte* Komplexitätsreduktion. In der modernen Naturwissenschaft erfolgt Komplexitätsreduktion unter dem Anspruch der Theoriebildung. Das Ziel sind dabei theoretische Strukturen, die Aussagen über Kausalzusammenhänge ermöglichen.⁴⁾ Um den Begriff nicht auf eine spezifische Form der Theoriebildung zu verengen, sprechen wir von *erkenntnisorientierter* Komplexitätsreduktion. Entscheider in Politik und Wirtschaft stehen vor einem analogen Problem – allerdings in einem anderen Handlungsbereich. Für sie geht es um Komplexitätsreduktion unter entscheidungsbezogenen Gesichtspunkten. Das in Teil I, Abschnitt 1 konstatierte *Datendilemma* beruht auf einer einseitig erkenntnisorientierten Komplexitätsreduktion in der Umweltwissenschaft, was zwar zu zahlreichen Forschungsergebnissen führt, oft aber nicht hilft, entscheidungsrelevante Fragen zu beantworten (siehe Figur 2).

Die Frage nach einem reflektierten Handlungsbezug in der Umweltforschung



Figur 1. Konsequenzen der zunehmenden Spezialisierung des wissenschaftlich-technischen Handelns (verändert nach A. von Gleich^[48]).

kann somit umformuliert werden: Wie lassen sich im Kontext naturwissenschaftlich orientierter Umweltforschung erkenntnisorientierte und entscheidungsorientierte Komplexitätsreduktion in Einklang bringen?

Ein wichtiger Bereich, in dem sich der Unterschied zwischen beiden Formen der Komplexitätsreduktion auswirkt, ist die Interpretation von Unsicherheit und Nicht-Wissen.

3. Umgang mit Ungewißheit und Nicht-Wissen in der Umweltwissenschaft

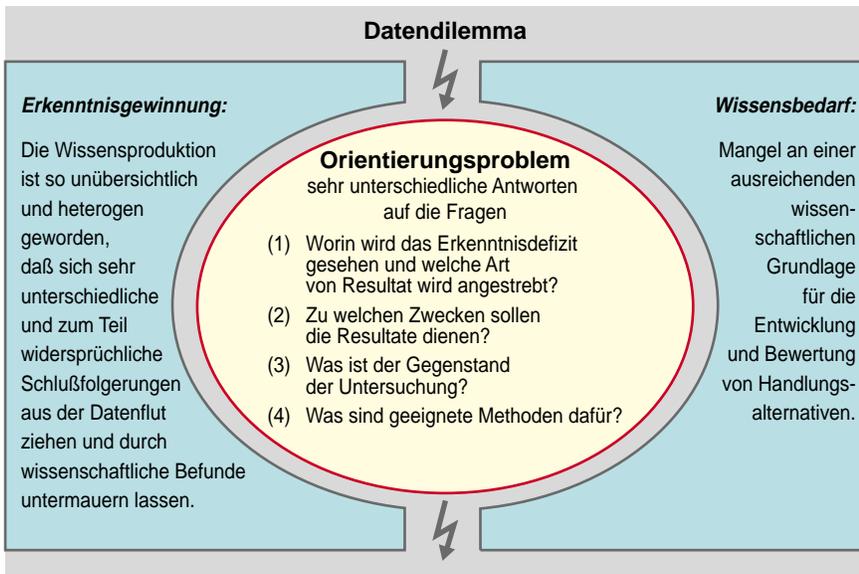
Die Frage des Umgangs mit Nicht-Wissen und Ungewißheit läßt sich nicht isoliert betrachten als eine Frage, die nur die Politik betrifft: Entscheidungsprobleme können nicht allein der Politik überlassen werden, und Wissenschaft kann sich nicht allein auf weitere, zusätzliche Forschung konzentrieren.

In der Darstellung und Vermittlung von Wissenschaft nach außen steht das gewonnene Wissen im Mittelpunkt, nicht die Streitpunkte und die unbeantworteten Fragen. Damit erhält der Lernprozeß *innerhalb der Wissenschaft* nur einen untergeordneten Stellenwert und wird – wenn überhaupt – nur dann angesprochen, wenn dargestellt wird, wie die moderne Wissenschaft Schritt für Schritt ihre Erfolge erzielt hat. Eigentlich ist die Überführung von Nicht-

Wissen in Wissen, also Lernen, jedoch sehr bedeutsam: Wissenschaft ist ein Erkenntnisprozeß, bei dem aus dem Raum des Nicht-Gewußten ganz spezifische Ausschnitte ausgewählt und einer eingehenden Analyse unterzogen werden. Der Wissenschaftssoziologe Merton hat in seinen Arbeiten auf diesen Punkt hingewiesen, wenn er schreibt: »In workaday science, it is not enough to confess one's ignorance; the point is to specify it.«^[20] Es gehört also zum normalwissenschaftlichen Forschungsprozeß, Nicht-Gewußtes zunächst in "konturiertes" Nicht-Wissen zu überführen,⁵⁾ welches dann in einem wissenschaftlich-disziplinären Kontext bearbeitet und im Erfolgsfall als positives Wissen in den Wissensbestand aufgenommen wird. Daraus speist sich die Produktionslogik der Wissenschaft und verbindet Kom-

³⁾ Darauf weist auch L. Schäfer hin: »Die realen, externen Probleme, vor die die Wissenschaften, und gerade die hochspezialisierten, gestellt sind, üben einen integrativen, ja totalisierenden Zwang aus, der gegen die Spezialisierungstendenz der Wissenschaften gerichtet ist und zu einem neuen Typus von Wissenschaftseinheit führt.« [15]

⁴⁾ Wissenschaft kennt zwar auch andere Formen der Naturbeschreibung und Klassifikation, doch läßt sich implizit eine "Hackordnung" ausmachen: Als gute Wissenschaft gilt derzeit vor allem solche Wissenschaft, die eine mathematisch formulierte theoretische Struktur aufweist. Dies illustriert zum Beispiel die abwertende Einschätzung der Biologie und Ökologie, wo viele Bereiche keiner mathematischen Formulierung zugänglich sind, durch Wissenschaftler aus anderen Disziplinen.



Figur 2. Datendilemma und Orientierungsproblem hängen miteinander zusammen [1].

plexitätsreduktion mit der Ausweitung des Wissensbestandes. Erkenntnisorientierte Komplexitätsreduktion erfolgt unter der Zielvorgabe, Natur-Phänomene auf Naturgesetze zurückzuführen. Nicht-Wissen ist für die Wissenschaft eine Herausforderung – für die Politik aber mit Entscheidungsunsicherheit verbunden.

Wie sich die Konturierung von Nicht-Wissen in einer Weise abwandeln läßt, die die Entscheidungsunsicherheit für die Politik verringern hilft, kann man am Beispiel der Ökologischen Chemie darlegen. Das in Teil I, Abschnitt 3.3 dargestellte Gefährdungskonzept [21–23] unterscheidet zwischen Umwelteingriff, Exposition und Wirkung, siehe Figur 3.

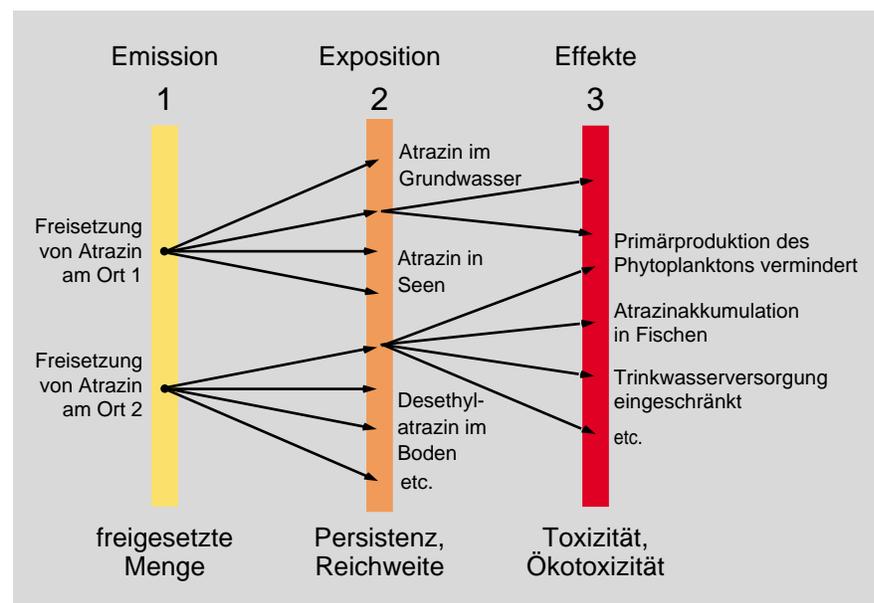
Dabei handelt es sich um drei systematisch verschiedene Ebenen, die allerdings in einer Kausalkette miteinander verbunden sind. Der Eingriff besteht in einer menschlichen Aktivität, bei der chemische Substanzen in die Umwelt ausgebracht werden. Die Expositionsforschung untersucht, wie solche Substanzen an potentielle Wirkorte gelangen können und in welcher Konzentration sie dort auftreten; die Wirkungsforschung erfaßt die möglichen Schäden (toxische Wirkungen). Der Verzweigungsgrad der Kausalketten (entsprechend der zeitlichen Verzögerung und räumlichen Verlagerung der Phänomene)

und der Aufwand für die Erfassung der Phänomene nehmen von Ebene zu Ebene zu [22]. Der Schwerpunkt des Gefährdungskonzeptes liegt zum einen darauf, daß eine klare Aufteilung und systematische Strukturierung der unterschiedlichen Betrachtungsebenen vorgenommen wird. Die Zergliederung des Problems in die drei verschiedenen Ebenen erlaubt deren differenziertes Abarbeiten (unterschiedliche Indikatoren für jede Ebene: Emissionsmenge, Persistenz und räumliche Reichweite, Toxizität).

Zum anderen kann man unter einer normativen Gewichtung (Orientierung am Vorsorgeprinzip) einen Problem-

horizont [10a] entwickeln, der explizit darauf ausgerichtet ist, politische Entscheidungsprozesse über das Expositionsverhalten von Chemikalien zu informieren, weil erhebliche Unsicherheiten über die Auswirkungen bestehen. Dabei wird Nicht-Wissen nicht allein unter Erkenntnisgesichtspunkten konturiert, sondern auch unter dem Blickwinkel der politischen Entscheidungsfindung; man kann hier demnach von entscheidungsorientierter Komplexitätsreduktion sprechen.

Entscheidungsorientierte Komplexitätsreduktion bedarf besonderer Voraussetzungen. Erstens muß das gewonnene Wissen inner- wie außerwissenschaftlichen Kriterien genügen. Der Ausgangspunkt entscheidungsorientierter Komplexitätsreduktion besteht in einer umfassenden Problemanalyse. Dazu gehört die Benennung der verschiedenen Räume des Nicht-Wissens und eine explizite Strukturierung der Betrachtungsweisen und Gegenstandsbereiche (hier: Expositionen oder Wirkungen), wodurch ein Problemhorizont definiert wird. Dabei sind die normativen Momente (wie die Orientierung am Vorsorgeprinzip) ebenso transparent zu machen wie der intendierte Anschluß an Entscheidungsprozesse. Die entscheidungsorientierte Komplexitätsreduktion ist das Ergebnis einer normativ gestützten Entscheidung zugunsten einer spezifischen Konturierung von Nicht-Wissen. Zweitens müssen die Kriterien, die für die Bearbeitung des gewählten Problemhorizontes zur Verfügung stehen, es erlauben, zwischen "erwünscht" und "unerwünscht"



Figur 3. Unterscheidung der drei Ebenen von Umwelteingriff, Exposition und Wirkungen (nach Ref. [23]).

5) Konturiertes Nicht-Wissen ist demnach potentielles Wissen. Auf der Grundlage spezifischer Experimentalanordnungen und theoretischer Deutungsstrukturen wird eine Forschungssituation geschaffen, die bestimmte Ergebnisse erwarten läßt und andere weitgehend ausschließt – somit erhält das Noch-Nicht-Gewußte seine Kontur.

zu unterscheiden (zum Beispiel sind global mobile und persistente Chemikalien nicht erwünscht). Sie haben also eine doppelte Funktion als wissenschaftliche Zielgrößen und als Indikatoren, die anschlussfähig an gesellschaftliche Diskurse sein sollen; dadurch sind sie spannungreich. Die Parameter Persistenz und Reichweite beispielsweise konnten sich vor dem Hintergrund der Erfahrungen mit Stoffen wie DDT und den FCKW etablieren. Sie erhalten – wie die derzeitige Debatte über die *Persistent Organic Pollutants* ^[24] und neue Ansätze der europäischen Chemikalienpolitik zeigen ^[25] – nach und nach einen höheren Stellenwert in der internationalen Chemikalienkontrolle.

Als Zwischenfazit läßt sich festhalten: Erkenntnisorientierte und entscheidungsorientierte Komplexitätsreduktion in Zusammenhang zu bringen, verlangt eine Reflexion auf die Räume des Nicht-Wissens sowie über die Leistungsfähigkeit und Reichweite der eigenen Methode. Hierzu trägt die Auseinandersetzung mit den vier Orientierungsfragen aus Abschnitt 1 von Teil I ^[1] bei.

4. Zum Verhältnis von internen Leitbildern und externen Orientierungen: das Leitbild "Reflexive Umweltforschung"

In Teil I, Abschnitt 2, haben wir die These aufgestellt, daß die naturwissenschaftliche Umweltforschung überwiegend immer noch dem Leitbild "klassischer Naturforschung" folgt. Im folgenden geht es nicht darum, die damit bezeichneten wissenschaftsinternen Orientierungen zu verwerfen, sondern darum, diese Leitvorstellungen so zu ergänzen und anzupassen, daß entscheidungsorientierte Komplexitätsreduktion und Handlungsbezug leichter in den Forschungsprozeß zu integrieren sind. Wir gehen hier auf den Anspruch auf Vollständigkeit naturwissenschaftlicher Untersuchungen und auf Universalismus ein und skizzieren anschließend ein wissenschaftsinternes Leitbild mit externen Bezügen.

Wie am Gefährdungskonzept in Teil I ^[1] und in Abschnitt 3 erkennbar wurde, wird dort der Anspruch auf eine möglichst vollständige Erforschung der (öko-)toxischen Wirkungen und der zugrundeliegenden Mechanismen bewußt eingeschränkt, um Entscheidungsträger gezielter über das Expositionsverhalten von Chemikalien informieren zu können. Das Gefährdungskonzept ist auf das

Werturteil gestützt, daß unvollständige Information über toxische Effekte im Sinne des Vorsorgeprinzips interpretiert werden soll. Das bisherige Erkenntnisziel, Mechanismen von Prozessen in der Umwelt zu ermitteln, wird darauf verlagert, Indikatoren als Bindeglieder zwischen Sachverhalten und Werturteilen zu entwickeln.

Der Universalismus-Anspruch der klassischen Naturforschung drückt sich darin aus, daß Ansprüche auf wissenschaftliche Wahrheit nur vor dem Hintergrund überpersönlicher, allgemein akzeptierter Kriterien gerechtfertigt werden können. Neue Erkenntnisse dürfen nicht im Widerspruch zu Beobachtung und bisherigem Wissen stehen. Leitidee ist die Überführung von Aussagen in naturwissenschaftliche Gesetzesaussagen.

In der Umweltforschung haben sich nun jedoch spezifische Herausforderungen an den Universalismus-Anspruch ergeben: Zum einen wird erkennbar, daß bereits auf rein naturwissenschaftlicher Ebene mit dem Phänomen *überkomplexer* ökologischer Systeme ^[26, 27] die Möglichkeiten, Gesetzesaussagen zu formulieren, limitiert sind. Zum zweiten ergeben sich Beschränkungen im Rahmen der Entscheidungskontexte, in denen das umweltwissenschaftliche Wissen umgesetzt werden soll und die die Bedeutung eines Resultates mitbestimmen; diese Entscheidungskontexte bringen konkrete, nicht übertragbare Randbedingungen mit sich. Somit besteht die Herausforderung und Kunst für die Umweltforschung darin, allgemein gültige Aussagen und besondere (Entscheidungs-)Umstände (zeitlich, räumlich, kontextuell) im Forschungsprozeß miteinander zu verbinden.

Damit keine Mißverständnisse aufkommen, halten wir fest: Idealtypus naturwissenschaftlicher Aussagen bleibt weiterhin das Gesetz – eingeschränkt wird jedoch der mitlaufende Anspruch auf Vollständigkeit der Beschreibung und/oder auf universelle Gültigkeit.

Daß es schwierig ist, das Spannungsverhältnis zwischen dem Anspruch auf Universalismus und konkreten Entscheidungskontexten auszuhalten, zeigt sich in der Gefahr, daß die Spannung in zwei Extreme aufgelöst wird. Beim einen Extrem wird versucht, den naturwissenschaftlichen Erkenntnisanspruch über den Bereich der Natur hinaus auch auf menschliches Handeln auszuweiten, um dieses in theoretische Konzepte zu integrieren (zum Beispiel bei Schellnhuber ^[28]); im anderen Fall werden vor dem Hintergrund der Entschei-

dungsrelevanz wissenschaftliche Standards vernachlässigt, wie dies etwa in Teilen der *Global-Change-Forschung* zu beobachten ist (Hinweis bei Friedrichs und Bechmann ^[29]).

Angesichts dieser Situation scheint es uns sinnvoll, nach einem neuen Leitbild zu suchen, das in der Umweltforschung eine Orientierung bieten kann. Grundsätzlich sollte ein solches Leitbild zwei Funktionen erfüllen: Es soll die Aufgabe und die Stellung der Forschenden im Prozeß der Ermittlung und Beurteilung von Umweltveränderungen darstellen, und es soll vermitteln, daß die Relevanz von Forschungsergebnissen außer in ihrer wissenschaftlichen Originalität auch in ihrer Aussagekraft für außerwissenschaftliche Entscheidungsprozesse liegt. Wir stellen dazu einen Vorschlag für ein Leitbild der "Reflexiven Umweltforschung" vor, siehe Tabelle 1.

Mit dieser Gegenüberstellung wird an Unterscheidungen angeschlossen, wie sie schon in der Debatte um eine "Alternative Wissenschaft" formuliert wurden (vergleiche dazu van den Daele ^[30]). Wesentlich ist dabei die andere Stellung, die der Mensch gegenüber der Natur und dem Untersuchungsgegenstand einnimmt. Anthropogene Umweltveränderungen werden nicht als vorgefundene "Natur" betrachtet, sondern als Folgen von Handlungen, die ihrerseits Bedeutung in Handlungskontexten haben. Da es dabei oftmals um Bewertungsprobleme geht, mischen sich naturwissenschaftlich-technische Fragen mit Werturteilsfragen. Dies macht einen wichtigen Unterschied zu anderer praxisorientierter oder anwendungsorientierter Forschung aus, bei der es vorrangig um technische und wirtschaftliche Nutzbarkeit wissenschaftlicher Resultate geht, nicht jedoch um Bewertungskriterien für technisch-industrielles Handeln. Die zentrale Aufgabe einer reflexiven Umweltforschung ist es daher, Werturteilsfragen und Sachfragen mit Hilfe natur-, sozial- und humanwissenschaftlichen Methoden systematisch in Beziehung zueinander zu bringen.

Als Elemente dieses Leitbildes lassen sich anführen:

- Orientierung an wissenschaftsexternen Leitbildern wie Nachhaltigkeit ^[8, 9] und dem Vorsorgeprinzip ^[31]. Diese Leitbilder bündeln normative Orientierung zur Umweltproblematik und müssen unter anderem durch umweltwissenschaftliche Forschung konkretisiert und umgesetzt werden.
- *Thematisierung von Unsicherheit und Offenheit*: Umweltwissenschaftliche Resultate werden in einem langfristigen

Tabelle 1. Vergleich des Leitbildes der "Reflexiven Umweltforschung" mit dem der klassischen Naturforschung.

Aspekte	Leitbilder der Umweltforschung	
	"Klassische Naturforschung"	"Reflexive Umweltforschung"
Zentrale Zielpunkte der Naturerkenntnis	Naturgesetze und Ordnungsschemata	
Regulative Idee	<i>Welterkenntnis</i> : Anspruch reiner Naturerkenntnis	<i>Welterschließung</i> : Verständnis und Gestaltung des Mensch-Umwelt-Verhältnisses
Beobachterperspektive zur Natur-Umwelt	<i>Subjekt-Objekt-Trennung</i> : Gegenüberstellung	<i>Subjekt/Objekt-Verbindung</i> : Eingebundensein in Umwelt und Gesellschaft
Entscheidungsbezug	<i>Ausklammerung</i> : Handlungsbezüge unreflektiert	<i>Anbindung</i> : Reflektierter Handlungsbezug; soweit möglich, entscheidungsorientierte Komplexitätsreduktion
Umgang mit Nicht-Wissen	<i>Nicht-Wissen als potentielles Wissen</i> : Bearbeitung gemäß disziplinären Standards	<i>Nicht-Wissen als unhintergehbare Handlungsbedingung</i> : gezielte Konturierung von Nicht-Wissen in geeignete Problemhorizonte

Prozeß gewonnen und überarbeitet. Sie sind immer auch unsicher, unvollständig und fortwährender Neubewertung unterworfen. Dies kann durch einen transparenten und gestaffelten Umgang mit Nicht-Wissen und Unsicherheit (wie in Abschnitt 2 skizziert) im Forschungsprozeß selbst berücksichtigt (und auch nach außen klarer kommuniziert) werden. Das Nicht-Wissen wird in einem offenen Suchprozeß konturiert, in welchem die unterschiedlichen Perspektiven aufeinander bezogen und ihre jeweiligen Schwachstellen offengelegt werden. Dies verdeutlicht die gewählten Problemhorizonte.

● **Transdisziplinarität**: Reflexive Forschung erfordert, daß der jeweilige disziplinäre Wirkungskreis überschritten

⁶⁾ Alasdair MacIntyre schreibt im Nachwort zu seiner historischen und philosophischen Analyse der Entwicklung des modernen Moralsystems »[Es ging mir sowohl darum, eine einzige komplexe These darzulegen] (...), als auch darum, dies in einer Weise zu tun, die deutlich macht, wie unvereinbar meine These mit den konventionellen akademischen Fachgrenzen war, Grenzen, die oft die Wirkung haben, das Denken auf eine Art aufzuteilen, die wesentliche Zusammenhänge zerstört oder verdunkelt (...).« [33]

⁷⁾ Robert May (Wissenschaftsberater von Tony Blair) hat 1999 vor den Delegierten der AAAS-Konferenz (American Association for the Advancement of Science) formuliert: »Wir müssen die Politik besser beraten, das Publikum mehr einbeziehen und lernen, mit dem Vertrauen der Bürger besser umzugehen. (...) Wir dürfen nicht mehr nur Weisheit verteilen, sondern müssen den Austausch verschiedener Meinungen moderieren« [35].

und die Fragestellung nicht vorab durch die Frage- und Problemstrukturierungsraster der beteiligten Disziplinen begrenzt wird ^[32].⁶⁾ Der Forschungsprozeß kombiniert gegebenenfalls Methoden aus verschiedenen Disziplinen, ohne Anspruch auf vollständige Erklärung und Bearbeitung eines Problems aus der Perspektive einer einzelnen Disziplin. Das Ziel ist demnach die Erarbeitung eines "umfassenderen Problemzusammenhangs" ^[34]. Für einen solchen umfassenden Problemzusammenhang wird eine passende Arbeitsstruktur benötigt, die gewährleistet, daß der Problemzusammenhang im Forschungsprozeß nicht wieder in disziplinäre Teilprobleme zerfällt, die sich nicht mehr integrieren lassen. Gerade dieser letzte Punkt ist – auch wenn er immer wieder gefordert wird – vielfach nur schwer zu realisieren, weshalb die "Ein-Personen-Interdisziplinarität", das heißt die Integration verschiedener Perspektiven nicht nur in einer Gruppe, sondern bereits in einer einzelnen Person, zu einer zentralen Voraussetzung für reflexive Umweltforschung wird. (Da die bisherigen Strukturen des Wissenschaftssystems Gruppenprojekten oft entgegenstehen, können bedeutende Impulse auch von transdisziplinären Ein-Personen-Projekten ausgehen ^[32].)

● **Problemlösungsorientierung**: Spezifisch ausgewählte Probleme stehen – natürlich – seit jeher im Mittelpunkt wissenschaftlicher Arbeit. Hier sind insbesondere solche Probleme gemeint,

die über die Wissenschaft hinaus gesellschaftlich relevant sind und kontrovers diskutiert werden. Die Definition des umfassenderen Problemzusammenhangs (siehe oben) ist nur ein Schritt. Zudem muß darauf geachtet werden, daß die Ergebnisse in die unterschiedlichen sozialen Kontexte eingebettet und die sich daraus ergebenden Lösungsvorschläge durch Begleitforschung abgesichert werden.

● **Öffentlichkeitsorientierung**: Reflexive Umweltforschung muß lebensweltliches Wissen aufnehmen und in Verbindung mit wissenschaftlichem Wissen bringen: Nicht nur die Wissenschaft spricht zur Öffentlichkeit, sondern auch die Öffentlichkeit zur Wissenschaft ^[3].⁷⁾ Dies bedeutet insbesondere, daß Leitbilder wie Nachhaltigkeit rechtzeitig aufgenommen und auf diesem Wege zur Grundlage für die Konzeption von Forschungsprojekten werden.

● **Orientierung an wissenschaftlichen Standards**: Bei allen hier vorgeschlagenen methodischen Erweiterungen ist zentral, daß in naturwissenschaftlichen Arbeitsschritten der Erkenntnisgewinn nach wie vor nach den Standards moderner Naturwissenschaften erfolgt (Einbettung in den bisherigen Stand der Forschung, Stringenz, adäquater und kompetenter Einsatz der Methoden, Publikation in anerkannten Fachzeitschriften etc.). Die Unabhängigkeit der Forschung auch bei stärkerem Handlungsbezug ist zu gewährleisten (unter anderem durch genügende Finanzierung aus unabhängigen Quellen).

Die weitere Ausarbeitung und Umsetzung eines solchen Leitbildes ist keine "schöngestige" Aufgabe. Sie erfordert in erheblichem Umfang naturwissenschaftliche Forschung; dabei geht es um die Frage, wie sich Bewertungskriterien, die sich an wissenschaftsexternen Leitbildern orientieren, als naturwissenschaftliche *Meßgrößen* definieren und bestimmen lassen, wie sich Umweltsysteme adäquat modellieren lassen, und wie sich die Unsicherheiten der Resultate verstehen und gegebenenfalls quantifizieren und visualisieren lassen.

Die nur langsame Aufnahme derartiger Ansätze zeigt allerdings, daß die Orientierung an externen Leitbildern zu Konflikten und Kontroversen führt. Die Forschenden finden sich zwischen gegenläufigen Ansprüchen, einerseits Grundlagenforschung zu betreiben (starke wissenschaftsinterne Leitbilder und auch Karriereanreize) und andererseits Umweltprobleme lösen zu wollen oder zu sollen (starkes wissenschaftsexternes Leitbild). Damit im Zusammenhang

steht möglicherweise auch die Rückwendung und Konzentration der naturwissenschaftlichen Umweltforschung auf wissenschaftsinterne Leitbilder, die in jüngster Zeit zu beobachten ist.

5. Reflexive Umweltforschung und Entscheidungsprozesse

Eine wichtige Zielsetzung der reflexiven Umweltforschung besteht darin, Entscheidungsprozesse zu unterstützen, die außerhalb der Wissenschaft, vor allem in politischen Gremien und Behörden sowie in Unternehmen ablaufen. Viele umweltrelevante Entscheidungen werden in diesen Institutionen gefällt (eine wesentliche Ausnahme sind Kaufentscheidungen privater Konsumenten).

Allerdings sind die Zielsetzungen, Kommunikationsformen und Systemlogiken in den drei Bereichen Wissenschaft, Politik und Unternehmen sehr unterschiedlich. Aus diesem Grund verläuft die wissenschaftliche Politikberatung (siehe Exkurs 1) oft weniger fruchtbar

als erwartet ^[17a]; für einen Überblick über die Diskussion zur wissenschaftlichen Politikberatung vergleiche ^[17, 36].

Während die wissenschaftliche Politikberatung auch zu Umweltfragen in erheblichem Ausmaß stattfindet, ist wissenschaftliche Beratung von Unternehmen bei umweltrelevanten Fragen, auch im Vergleich zu ökonomischen und technischen Fragen, seltener. Erstens ist nämlich die Berücksichtigung von Umweltaspekten oft nicht zentral für den ökonomischen Erfolg; zweitens werden umweltrelevante Entscheidungen firmenintern getroffen, wenn sie die vitalen Interessen eines Unternehmens betreffen (zum Beispiel die Entwicklung neuer Produkte oder die Ausbeutung von Ressourcen). Auch die wissenschaftlichen Voruntersuchungen sind dann sensibles Material, das nicht offenlegt wird.

Dennoch läßt sich festhalten: Entscheidungen in Politik wie in Unternehmen betreffen zunehmend ein komplexes Gefüge aus technischen, ökonomischen, rechtlichen, sozialen und ökologischen

Fragen ^[36a]. Daher besteht bei allen Schwierigkeiten dennoch ein Bedarf an wirksamer wissenschaftlicher Beratung, das heißt an einem gezielten Austausch zwischen Umweltforschung und Politik und, wenn auch weniger ausgeprägt, zwischen Umweltforschung und Unternehmen.⁸⁾ Wir gehen hier zunächst kurz auf die Situation von Unternehmen ein (5.1) und erörtern dann die wissenschaftliche Politikberatung (5.2).

5.1. Umweltrelevante Entscheidungen in Unternehmen

Viele Entscheidungen, die ein Unternehmen über die Nutzung von Ressourcen und die Produktion von Gütern trifft, weisen eine erhebliche Umweltrelevanz auf. Insbesondere ist das Potential, umweltverträglichere Produkte und Betriebsabläufe zu entwickeln, in einzelnen Unternehmen oft vorhanden, so daß auch von seiten der Wissenschaft Impulse zur Nutzung dieses Potentials gegeben werden sollten.

Zur Unterstützung umweltrelevanter Entscheidungen haben viele (größere) Unternehmen interne Ressourcen und Methoden (Konzernstäbe für Umweltschutz, Sicherheit und Gesundheit; Zertifizierung der Betriebsabläufe nach ISO 14000; Leitlinien wie das Programm "Verantwortliches Handeln" der chemischen Industrie).

Aus Sicht eines Unternehmens müssen die umweltrelevanten Entscheidungen jedoch gleichzeitig ökonomisch vertretbar wie auch technisch umsetzbar und zweckmäßig sein. Die Priorität ökonomischer und technischer Erwägungen ist insofern grundsätzlich legitim, als Unternehmen primär ihren wirtschaftlichen Erfolg suchen müssen. Im Gegensatz zu politischen Institutionen und Entscheidungsträgern sind Unternehmen dem Gemeinwohl nicht explizit verpflichtet. Allerdings können solche Verpflichtungen durch ordnungsrechtliche Maßnahmen an Unternehmen herangezogen werden. So unterliegen Unternehmen der bestehenden Umweltgesetzgebung, die unabhängig von der Umwelterorientierung innerhalb des Unternehmens gewisse Mindeststandards bezüglich Umweltverträglichkeit garan-

Exkurs 1

Drei Modelle der wissenschaftlichen Politikberatung

Aufbauend auf Habermas ^[47] entwirft Renn ^[39] das "Advokatenmodell", das "puristische Modell" und das "sozial-integrative Modell" wissenschaftlicher Politikberatung.

Im *Advokatenmodell* verstehen sich die Wissenschaftler als Teil eines strategischen Lagers: »Altruistische (ich stelle mich bewußt in den Dienst der Unterprivilegierten), wirtschaftliche (ich werde ja gut bezahlt) oder machtpolitische (jetzt kann ich endlich Einfluß auf die "große" Politik nehmen) Überlegungen sind die überwiegenden motivationalen Faktoren, die Wissenschaftler in die Advokaten-Rolle hineindrängen und damit auch den Souveränitätsverzicht psychisch verständlich machen.« ^[39d].

Im *puristischen Modell* hat die Wissenschaft die Aufgabe, »abstraktes Wissen bereitzustellen, das von allen gesellschaftlichen Kräften genutzt werden kann«, und fungiert somit »als ein zweckfreier Selbstbedienungsladen für Politik.« ^[39e]. Das Wissenschaftssystem ist prinzipiell unabhängig von aufgesetzten oder selbst übernommenen politischen Zwängen, die Kooperation »erstreckt sich allenfalls auf die Übernahme bestimmter, sozial erwünschter Themenstellungen und die Übersetzung von Ergebnissen in verständliche Form.« ^[39e]. Allerdings versagt das puristische Modell, wenn »der technische Fortschritt selbst in Legitimationszwang gerät und das Thema der Beratung in einem Netzwerk von widersprüchlichen Zielkonflikten verstrickt ist.« ^[39a].

Im *sozial-integrativen Modell* beteiligen sich Sozial- und Naturwissenschaft aktiv am Entscheidungsprozeß, indem sie (a) die Berücksichtigung des relevanten Wissens sichern und (b) eine Vorgehensweise zur Konfliktaustragung und Konsensfindung »entwerfen, die den Beteiligten als "fair" und den Außenstehenden als "legitim" erscheint.« ^[39a]. Renn skizziert acht Schritte des sozial-integrativen Beratungsmodells:

1. Wissenschaftler und Politiker formulieren die Zielsetzung ihrer Kooperation und klären ihre Erwartungen und die Interessenkonflikte;
2. Aufstellung von Auswahl- und Beurteilungskriterien mit Unterstützung wissenschaftlicher Verfahren;
3. Entwicklung von Optionen, die geeignet erscheinen, das angestrebte Ziel zu erreichen;
4. Strukturierung des vorhandenen Wissens nach Maßgabe der Beurteilungskriterien und entsprechender Indikatoren und Antizipation von Folgen und Nebenfolgen, die mit der Verwirklichung der Optionen verbunden sind;
5. Festlegung der Bedeutung jedes Kriteriums für die Gesamtentscheidung;
6. politische Entscheidung zwischen den Optionen;
7. die politischen Entscheidungsträger machen die Gründe und Abwägungsprozesse vor der Öffentlichkeit transparent;
8. Evaluation der umgesetzten Entscheidung durch Begleitforschung.

⁸⁾ Wenn die Berücksichtigung von Umweltaspekten durch veränderte politische Rahmenbedingungen wichtiger für den Unternehmenserfolg wird, dürfte dieser Bedarf steigen, so zum Beispiel durch die europäische Altautoverordnung, die ökologische Ziele wie Vermeidung von Schwermetallen, Verminderung des Energiebedarfs bei Produktion, Gebrauch und Entsorgung sowie weitgehende Recyclierbarkeit vorschreibt.

tieren soll. Darüber hinaus ist es jedoch möglich, daß eine Berücksichtigung von Umweltfragen auch bei Zielkonflikten mit technischen oder ökonomischen Forderungen – in einem gewissen Rahmen – auch für Unternehmen prioritär ist, weil dies zur Legitimierung ihrer Tätigkeit nach außen beiträgt und auch den unternehmensinternen Ansprüchen bezüglich Umweltverträglichkeit entspricht.

Dies bildet einen Anlaß, für umweltrelevante Entscheidungen innerhalb eines Unternehmens unter anderem von seiten der Umweltforschung *externe* Unterstützung beizuziehen. Solch ein Kontakt kann ein ganzes Spektrum von Formen annehmen: direkte Aufträge an universitäre oder außeruniversitäre Forschungseinrichtungen, organisierte Diskurse wie im Fall *Hoechst Nachhaltig* ^[37] oder einzelne projektbezogene Kooperationen mit Forschungsinstituten. Inhaltlich können zum Beispiel folgende Fragen behandelt werden: Analyse der Umweltwirksamkeit verschiedener Produktgenerationen oder -alternativen, Durchführung von Energie-, Stofffluß- und Ökobilanzen, Erfassung und Vergleich verschiedener Typen von Umweltbelastungen, zum Beispiel Chemikalienemissionen versus Energieverbrauch ^[38], Analyse von technischen und organisatorischen Maßnahmen zur Verminderung der Umweltbelastung (Emissionsminderung; Energieeinsparung; Änderung der Betriebsabläufe), Entwicklung von Nachhaltigkeitsindikatoren, das heißt Erfassung und Vergleich unterschiedlicher Teilprobleme im Rahmen des Ziels "Nachhaltigkeit".

Der Vorteil solcher Untersuchungen besteht darin, daß sie oftmals breiter angelegt und differenzierter durchgeführt werden können als rein unternehmensinterne Studien. Die Resultate sind jedoch schwerer in den Entscheidungsprozeß einzubringen, da sie divergierenden Ansprüchen unterliegen: wissenschaftliche Validität und Relevanz auch unter erkenntnisorientierter Betrachtung einerseits und Eindeutigkeit und Umsetzbarkeit andererseits (siehe oben, Abschnitte 3 und 4). Die Aufgabe der Wissenschaft (siehe dazu auch 5.2) besteht dabei vor allem darin, den Entscheidungskontext des Unternehmens ein Stück weit aufzunehmen und als möglichen Ausgangspunkt für Forschungsfragen zu nehmen, nicht aber darin, die Ziele und Sichtweisen des Unternehmens zu übernehmen. Dies heißt auch, daß solche Projekte nur teilweise vom beteiligten Unternehmen finanziert werden sollten. Aufgabe der Politik wäre es

in diesem Zusammenhang somit, eine Forschungsförderung zu gewährleisten, die die Finanzierung durch ein Unternehmen ergänzt; ein Beispiel dafür sind die vom deutschen Bundesministerium für Bildung und Forschung ausgeschriebenen "Leuchtturmprojekte" zur Nachhaltigen Chemie.⁹⁾

Von der Gesellschaft her richtet sich an Unternehmen grundsätzlich der Anspruch, die Forderung nach Umweltverträglichkeit oder Nachhaltigkeit aufzunehmen und eigene Produkte und Betriebsabläufe möglichst umfassend unter diesen Kriterien zu optimieren. Wenn ein Unternehmen dazu auch externe Beiträge heranzieht, gibt es zwar anderen Akteuren Einblick in internes Material, muß aber nicht alle Ressourcen selbst aufwenden und kann auf extern vorhandene Fachkenntnis zugreifen. Sofern also eine solche Kooperation mit Forschungsinstitutionen stattfindet, sollte ein Unternehmen folgende Beiträge dazu leisten: genügend interne Kapazität bereitstellen; ausgewählte Entscheidungssituationen und Informationen über Produkte und Betriebsabläufe – gegebenenfalls unter Vertraulichkeitsabkommen – zugänglich machen; Vereinnahmung der Forschung für Unternehmensziele vermeiden. Andererseits muß das Unternehmen sicher sein können, daß die Kooperation nicht dazu führt, daß mit den Resultaten Politik gegen das Unternehmen gemacht wird, was bei sensiblen umweltrelevanten Fragen ein kritischer Punkt sein kann.

5.2. Wissenschaftliche Politikberatung

Im Gegensatz zu Unternehmen haben politische Akteure die Verpflichtung, viele verschiedene Interessen unter der Perspektive des Gemeinwohls in ihren Entscheidungen zu berücksichtigen, so daß der Bedarf an wissenschaftlicher Beratung viel stärker besteht als bei Unternehmen. Die schwierige Abstimmung zwischen Politik und Wissenschaft hat jedoch dazu geführt, daß vielfach nur eine sehr lose Form der Kooperation realisiert werden konnte ("puristisches Modell" ^[39]). Die klassische Form der wissenschaftlichen Politikberatung ist die, bei der die Wissenschaft verlässliches Wissen zur Verfügung stellt, welches die Politik ihrerseits nach den eigenen Kriterien gewichten und entscheidungsgerecht machen muß. Dieser Ansatz ist unter anderem aufgrund der Unsicherheit und Interpretationsbedürftigkeit umweltwissenschaftlichen Wissens nicht befriedigend (Teil I, Abschnitt 2). Im Kontext wissenschaft-

licher Politikberatung (vergleiche für viele ^[17, 39]) wurden eine Reihe von Verfahren entwickelt, die den Problemen der Wissensfundierung und der Legitimität von Entscheidungen gerecht zu werden versuchen, so beispielsweise im "sozial-integrativen Modell" ^[39], dem wir uns im wesentlichen anschließen (Exkurs 1).¹⁰⁾ Renn greift die Frage der Legitimität durch das Postulat der Transparenz auf: »Es kommt also darauf an, die für jede Entscheidung notwendige Vereinfachung der Tatbestände nachvollziehbar zu machen und gleichzeitig die Möglichkeit einer einseitigen Reduktion (zugunsten bestimmter Interessen) auszuschließen.« ^[39c] Renn benennt hier zwar wesentliche Problemzonen wissenschaftlicher Politikberatung, unterschätzt gleichwohl die Herausforderungen durch das "Datendilemma" und die dadurch erforderlich gewordenen Veränderungen der Erkenntnisproduktion.¹¹⁾ Es stellt sich daher die Frage, *wie* sich die Wissenschaft hierauf einstellen kann und spezieller *wie* eine Förderung entscheidungsorientierter Komplexitätsreduktion in der Wissenschaft möglich ist – und dies bei gleichzeitigem Aufrechterhalten der Handlungsautonomie der Wissenschaft.¹²⁾ Unsere These ist, daß externe Leitbilder hier eine wichtige Funktion übernehmen und als "Transmissionsriemen" die Koordination der beiden Handlungsbereiche Wissenschaft und Politik wesentlich strukturieren helfen.

⁹⁾ http://kontaktforum.dechema.de/Statisch/Deu/Kontaktforen/Nachhaltigkeit/f_x10_themen.htm

¹⁰⁾ Das "sozial-integrative Modell" zeichnet sich vor allem dadurch aus, daß der soziale Konflikt, welcher der Entscheidungsfindung zugrundeliegt, ernst genommen und in ein Stufenverfahren aufgelöst wird. Wissenschaft bekommt in diesem Modell die Rolle eines Katalysators zugeschrieben. »Auf der einen Seite muß mit Hilfe instrumenteller Forschungsarbeiten die Berücksichtigung des relevanten Wissens gesichert, auf der anderen Seite müssen formale Verfahren zur Konsensbildung initiiert werden, die von allen Konfliktparteien als Strategien zur Kompromißbildung akzeptiert werden können.« ^[39a]

¹¹⁾ In den Verhandlungen zur Konkretisierung des Kyoto-Protokolls (Delft, November 2000) nutzten insbesondere die USA das Datendilemma, um ihre Interessen durchzusetzen ^[40]. Bei einem solchen Umgang mit dem Datendilemma können keine Lösungen für das Klimaproblem erreicht werden.

¹²⁾ Die Ausrichtung von Forschung an der Bearbeitung gesellschaftlich relevanter Problemlagen darf nicht dazu führen, daß Wissenschaft in die Abhängigkeit der unterschiedlichen Interessen gerät. Die Handlungsautonomie bleibt hier ein wesentlicher Baustein, ein zweiter muß jedoch die Offenlegung der jeweiligen Wertbindungen sein.

Der Politik kommt dabei eine wichtige Aufgabe zu: Reflexive Wissenschaft wird unterstützt, wenn Wissenschaft immer wieder durch Politik veranlaßt wird, in der Definition von Problemhorizonten den eigenen disziplinären Wirkungsbereich zu überschreiten. Es ist also wichtig, daß Politik durch das Aufgreifen umweltpolitischer Leitbilder wesentliche Aufgaben bei der Problemfeldstrukturierung übernimmt. Damit wird ein spezifischer Wissensbedarf erzeugt, und es werden zudem die entsprechenden Legitimationsressourcen geliefert.¹³⁾ Darüber hinaus muß ein Prozeß begonnen werden, in dem die ausgewählten Probleme bearbeitet werden. Dazu wird ein organisatorischer Rahmen benötigt, in dem die politischen Zielsetzungen und der Wissensbedarf einerseits und die wissenschaftliche Forschungstätigkeit andererseits zusammengeführt und, soweit möglich, abgestimmt werden. Eine denkbare Form sind hier beispielsweise Enquete-Kommissionen.¹⁴⁾ Schließlich muß ein mittel- oder längerfristiger Arbeitsprozeß durchlaufen werden, in dem neben den gewonnenen Resultaten auch typische Mißverständnisse, unerreichte Zielsetzungen etc. ausgewertet werden.

Wie kann die Umweltforschung ihrerseits auf den wissenschaftsexternen Bedarf eingehen? Ein grundsätzlicher Beitrag ist, das wissenschaftliche Selbstverständnis im Sinne eines Leitbildes zu bestimmen, wie wir es im vorangehenden Abschnitt skizziert haben. Dies kann nicht vorgegeben werden, sondern hängt von der persönlichen Motivation und Zielsetzung der Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler ab. Mit der Darstellung des Leitbildes "Reflexive Umweltforschung" wollen wir jedoch unterstreichen, daß eine Integration umweltpolitischer Orientierungen in die wissenschaftliche Arbeit systematisch möglich ist.

Zweitens müssen die Auswahl und Definition wissenschaftlicher Problemstellungen sowie die nachfolgende Problembearbeitung stärker als bisher auf die Bewertungs- und Entscheidungsprobleme in Politik, Wirtschaft, Verwaltung und Recht Bezug nehmen. Diese Aussage läßt sich in verschiedener Hinsicht spezifizieren:

- Die wissenschaftsexternen Probleme werden in wissenschaftlich bearbeitbare Probleme umdefiniert – diese Transformation ist auch bei reflexiver Umweltforschung nicht zu umgehen, denn eine "direkte" Lösung wissenschaftsexterner Probleme durch wissenschaftliche Forschung scheint uns im allgemeinen

nicht möglich. Wie eng die Beziehung zwischen wissenschaftsexternen und wissenschaftlich formulierten Problemen jeweils ist, läßt sich nicht generell festlegen. Bedeutsam ist hier die grundsätzliche Orientierung an lebensweltlichen Problemen und die Transparenz der gewählten wissenschaftlichen Problemdefinition. Der wissenschaftliche Arbeitsprozeß liefert nur Antworten auf die wissenschaftlich formulierten Fragestellungen. Ein Erfolgskriterium für reflexive Umweltforschung ist, daß sich aus diesen wissenschaftlichen Lösungen auch relevante Beiträge zur Lösung wissenschaftsexterner Probleme gewinnen lassen. Dies muß – im allgemeinen nachdem zumindest erste Teile des Forschungsprozesses abgeschlossen sind^[43] – im koordinierten Austausch zwischen Wissenschaft und Politik beziehungsweise Unternehmen geschehen.

- Abgrenzung vom "Advokatenmodell"^[39] (siehe Exkurs 1): Nicht gemeint ist mit dem Bezug auf die wissenschaftsexternen Probleme, daß die Umweltforschung als Auftragsforschung ablaufen soll, bei der die Problemstellung (oder gar das intendierte Resultat) ganz von außen vorgegeben wird.

- Ebenfalls nicht gemeint ist, daß Akteure aus der Praxis *notwendigerweise* im Prozeß der Problemdefinition und womöglich der wissenschaftlichen Problembearbeitung mitwirken müssen (vergleiche das Konzept transdisziplinärer Forschung im schweizerischen Schwerpunktprogramm Umwelt (SPPU)^[44]).

- Gemeint ist vielmehr, daß eine Person aus einer wissenschaftsexternen Entscheidungssituation als – zumindest hypothetischer – Gesprächspartner oder Adressat wesentlicher Teile der angestrebten Ergebnisse den Forschungsprozeß begleitet. Dies kann zum Beispiel in folgender Weise realisiert werden:

- (a) direkte Beteiligung: gemeinsame Diskussion zur Identifikation des Problems und der Forschungsfragen, Weiterverfolgung der wissenschaftlichen und praktischen Resultate;

- (b) Interviews mit Personen aus der Praxis^[45, 46];

- (c) sozial-integratives Modell der Politikberatung nach Renn (vergleiche Exkurs 1);

- (d) Orientierung am Ziel, politisch wirksame Kriterien oder Indikatoren zu entwickeln und an die Politik zu adressieren, so daß sie dort aufgegriffen werden können^[23].

Zugleich, das heißt neben dieser Orientierung an den wissenschaftsexternen Bedürfnissen, muß der Freiraum bleiben, um die aus wissenschaftlicher Sicht not-

wendigen Ergänzungen, Vertiefungen, Differenzierungen und Systematisierungen vorzunehmen.

6. Fazit

Wissenschaftsexterne Leitbilder steuern und unterstützen den Austauschprozeß zwischen Umweltforschung und Politik. Die Politik sollte verstärkt und explizit einen *Wissensbedarf* anmelden, der sich aus umweltpolitischen Leitbildern wie Nachhaltigkeit und Vorsorgeprinzip ergibt. Dies ist umso leichter möglich, wenn die umweltpolitischen Leitbilder im öffentlichen Diskurs stark präsent sind, denn Politik wird durch diese Leitbilder aufgefordert und legitimiert, für die Bereitstellung handlungsrelevanter Wissensressourcen positive Anreize zu geben.

Angeichts der Schwierigkeiten, auf die die Integration zusätzlicher, bisher als extern wahrgenommener Orientierungen in der Wissenschaft bis anhin oft gestoßen ist, ließe sich gegen unser Anliegen, ein Leitbild wie die reflexive Umweltforschung aufzubauen, einwenden: Die Aufgabe der Hochschulen bestehe nicht darin, lebensweltliche Probleme aufzugreifen und disziplinenübergreifend zu bearbeiten, sondern wesentlich darin, verlässliches Wissen nach etablierten, im allgemeinen disziplinären Standards zu erarbeiten.

Viele heutige Disziplinen haben ihre historischen Wurzeln jedoch selbst in einem lebensweltlichen Bedarf. Daher halten wir es für angebracht, in der Wissenschaft auch heutzutage auf den wissenschaftsexternen Bedarf an umweltwissenschaftlichen Erkenntnissen und Beiträgen zur Problemlösung einzugehen

¹³⁾ "Probleme definieren (...) heißt gleichzeitig Problemlösungen vorzustrukturieren und damit nachhaltig beeinflussen." [41]. Damit soll nicht gesagt werden, daß die Politik der Wissenschaft die Auswahl und Bearbeitung der Probleme vorschreibt. Die politische Problemwahrnehmung ist ihrerseits oft kurzfristig oder durch spezifische Interessen eingeschränkt, und eine gewisse Unabhängigkeit der Forschung ist demgegenüber wichtig. Hier geht es darum, daß trotz aller dieser Hindernisse eine koordinierter Austausch zwischen Politik und Umweltforschung stattfinden soll.

¹⁴⁾ Auch wenn manche Enquete-Kommissionen gerade zu einer Depolitisation umstrittener Problemzusammenhänge beigetragen haben (vergleiche [42]) oder durch Verfahrensschwierigkeiten gehemmt werden [17a], ist doch ihre grundsätzliche Anlage als eine Kombination von wissenschaftlicher Fachkenntnis und politischer Entscheidungskompetenz zur langfristigen Bearbeitung gesellschaftlich relevanter Problemfelder sinnvoll.

und geeignete Leitbilder und Arbeitsformen dafür zu entwickeln.

Für hilfreiche Kommentare danken wir Ralf Donner, Michael Esfeld, Beatrix Falch, Ulrich Fischer, Patricia Fry, Holger Hoffmann-Riem, Konrad Hungerbühler sowie drei Gutachtern.

Literaturverzeichnis

- [1] M. Scheringer, S. Bösch, J. Jaeger: "Wozu Umweltforschung? Zum Spannungsverhältnis zwischen Forschungstraditionen und umweltpolitischen Leitbildern; Teil I: Das Beispiel 'Ökologische Chemie'", *GAIA 10/2* (2001) 125–135.
- [2] M. Gibbons, C. Limoges, H. Nowotny, S. Schwartzman, P. Scott, M. Trow: *The New Production of Knowledge – The Dynamics of Science and Research in Contemporary Societies*, Sage, London (1994), p. 54.
- [3] D. Simon: "Demokratisiert die Wissenschaft!" *DIE ZEIT* Nr. 38 (2000) 41ff.
- [4] H. Nowotny: "The need for socially robust knowledge", *TA-Datenbank-Nachrichten 8/3-4* (1999) 12–16.
- [5] D. Barben: "Leitbildforschung", in S. Bröckler (Ed.): *Handbuch Technikfolgenabschätzung*, (Band 1), sigma, Berlin (1999), p. 167–182.
- [6] M. Dierkes, U. Hoffmann, L. Marz: *Leitbild und Technik*, sigma, Berlin (1992).
- [7] H.D. Hellige (Ed.): *Technikleitbilder auf dem Prüfstand. Leitbild-Assessment aus Sicht der Informatik- und Computergeschichte*, sigma, Berlin (1996).
- [8] World Commission on Environment and Development: *Our Common Future*, Oxford University Press, Oxford (1987).
- [9] BUND, Misereor (Ed.): *Zukunftsfähiges Deutschland – Ein Beitrag zu einer global nachhaltigen Entwicklung*, Birkhäuser, Basel (1996).
- [10] S. Bösch: *Risikogenese – Prozesse gesellschaftlicher Gefahrenwahrnehmung: FCKW, DDT, Dioxin und Ökologische Chemie*, Leske+Budrich, Opladen (2000); a) p. 324
- [11] H. Heine, R. Mautz: *Öffnung der Wägenburg? Antworten von Chemiemanager auf ökologische Kritik*, sigma, Berlin (1995).
- [12] M. Schneider: *Von der einfachen zur reflexiven Materialforschung – Eine Science-Assessment-Studie am Beispiel der neuen Supraleiter*, VDI, Düsseldorf (2001).
- [13] W. Lepenies: "Die Idee der deutschen Universität – ein Blick von außen", in M. Eigen (Ed.): *Die Idee der deutschen Universität*, Springer-Verlag, Berlin (1988), p. 41–71, insbesondere p. 65.
- [14] U. Beck: *Risikogesellschaft – Auf dem Weg in eine andere Moderne*, Suhrkamp, Frankfurt (1986); a) p. 290; b) p. 291; c) p. 293; d) p. 295.
- [15] L. Schäfer: *Das Bacon-Projekt. Von der Erkenntnis, Nutzung und Schonung der Natur*, Suhrkamp, Frankfurt (1993), insbesondere p. 70.
- [16] U. Beck: *Gegengifte*, Suhrkamp, Frankfurt am Main (1988), insbesondere p. 70f.
- [17] O. Renn: "Sozialwissenschaftliche Politikberatung", *Berliner Journal für Soziologie 9* (1999) 531–548; a) 541.
- [18] Vergleiche J. Krüger, S. Ruß-Mohl (Ed.): *Risikokommunikation – Technikakzeptanz, Medien und Kommunikationsrisiken*, sigma, Berlin (1991).
- [19] Vergleiche O. Renn, J. Hampel (Ed.): *Kommunikation und Konflikt. Fallbeispiele aus der Chemie*, Königshausen & Neumann, Würzburg (1998).
- [20] R. Merton: "Three fragments from a sociologist's notebooks. Establishing the phenomenon, specified ignorance, and strategic research materials", *Annual Review of Sociology 13* (1987) 1–28, insbesondere p. 8.
- [21] M. Scheringer, M. Berg, U. Müller-Herold: "Jenseits der Schadensfrage – Umweltschutz durch Gefährdungsbegrenzung", in M. Berg et al. (Ed.): *Was ist ein Schaden? Zur normativen Dimension des Schadensbegriffes in der Risikowissenschaft*, Verlag der Fachvereine, Zürich (1994), p. 115–146.
- [22] J. Jaeger: "Exposition und Konfiguration als Bewertungsebenen für Umweltgefährdungen", *Zeitschrift für angewandte Umweltforschung 11* (1998) 444–466.
- [23] M. Scheringer: *Persistenz und Reichweite von Umweltchemikalien*, Wiley-VCH, Weinheim (1999).
- [24] W. Klöpffer, M. Scheringer: "Persistente Organische Schadstoffe (Persistent Organic Pollutants, POPs)", *Zeitschrift für Umweltchemie und Ökotoxikologie 12* (2000) 307–309.
- [25] Statens Offentliga Utredningar (Committee on New Guidelines on Chemicals Policy): *Summary of the report of the Swedish Committee on New Guidelines on Chemicals Policy*, Statens Offentliga Utredninga, Stockholm (2000).
- [26] M. Berg, M. Scheringer: "Problems in environmental risk assessment and the need for proxy measures", *Fresenius Environmental Bulletin 3* (1994) 487–492.
- [27] A. Valsangiacomo: *Die Natur der Ökologie*, Verlag der Fachvereine, Zürich (1998).
- [28] H.J. Schellnhuber: "Earth system analysis – the scope of the challenge", in H.J. Schellnhuber, V. Wenzel (Ed.): *Earth System Analysis*, Springer-Verlag, Berlin (1998), p. 3–195, insbesondere p. 10, 35.
- [29] G. Frederichs, G. Bechmann: "Zum Verhältnis von Natur- und Sozialwissenschaften in der Klimawirkungsforschung", in J. Kopfmüller, R. Coenen (Ed.): *Risiko Klima – der Treibhauseffekt als Herausforderung für Wissenschaft und Politik*, Campus, Frankfurt am Main (1997), p. 75–118, insbesondere p. 109.
- [30] W. van den Daele: "Der Traum von der 'alternativen' Wissenschaft", *Zeitschrift für Soziologie 16* (1987) 403–418.
- [31] G.H. Williamson, H. Hulpke: "Das Vorsorgeprinzip – Internationaler Vergleich, Möglichkeiten und Grenzen, Lösungsvorschläge", *Zeitschrift für Umweltwissenschaften und Schadstoff-Forschung 12* (2000) 27–39.
- [32] J. Jaeger, M. Scheringer: "Transdisziplinarität: Problemorientierung ohne Methodenzwang", *GAIA 7/1* (1998) 10–25, insbesondere p. 14.
- [33] A. MacIntyre: *Der Verlust der Tugend*, Suhrkamp, Frankfurt am Main (1995).
- [34] S. Bösch: "Transdisziplinäre Forschungsprozesse und das Problem des Nicht-Wissens – Herausforderungen an Wissenschaft und Politik", in K.-W. Brand (Ed.): *Nachhaltige Entwicklung und Transdisziplinarität*, Analytica, Berlin (2000).
- [35] R. May, zitiert nach: *DIE ZEIT* Nr. 6 (1999) 27.
- [36] O. Renn: "Style of using scientific expertise: A comparative framework", *Science and Public Policy 22* (1995) 147–156.
- [37] C. Ewen, F. Ebinger, C.-O. Gensch, R. Griebhammer, C. Hochfeld, V. Wolny: *Hochst Nachhaltig*, Oekoinstitut e.V., Freiburg (1997).
- [38] A. Beck, M. Scheringer, K. Hungerbühler: "Fate modeling in LCA – The case of textile chemicals", *International Journal of Life-Cycle Assessment 5* (2000) 335–344.
- [39] O. Renn: "Wissenschaftliche Politikberatung im Spannungsfeld von Wertewandel und Legitimationskrise", in H. Klages (Ed.): *Arbeitsperspektiven Angewandter Sozialwissenschaft*, Westdeutscher Verlag, Opladen (1984), p. 112–154; a) p. 125; b) p. 130; c) p. 133; d) p. 123; e) p. 124.
- [40] *NEUE ZÜRCHER ZEITUNG* Nr. 264 (11./12. November 2000), p. 11, <http://www.nzz.ch>
- [41] P. Knoepfel: "Zur unzumutbaren Rolle der Naturwissenschaften in der umweltpolitischen Debatte", *GAIA 1/3* (1992) 175–180.
- [42] B. Gill: "Die Bundestags-Enquete zur Gentechnik – Lehrstück einer politischen Nichtentscheidung", *Leviathan 19* (1991) 411–434.
- [43] M. Wächter: "Koordination inter- und transdisziplinärer Forschungsprojekte – Dienstleistung oder Wissenschaft?" *GAIA 8/2* (1999) 165–168.
- [44] J. Jaeger, M. Scheringer, "Wofür steht Transdisziplinarität? Kritische Anmerkungen zur 'Managementperspektive'", *GAIA 8/1* (1999) 5–7.
- [45] J. Jaeger: *Gefährdungsanalyse der anthropogenen Landschaftszerschneidung*, Dissertation ETH Zürich Nr. 13503, Zürich (1999).
- [46] P. Fry: *Bäuerliche und naturwissenschaftliche Wahrnehmung von Bodenfruchtbarkeit im Vergleich: Kommunikationshilfen für den Vollzug im Bodenschutz*, Dissertation ETH Zürich Nr. 13707, Zürich (2000).
- [47] J. Habermas: *Technik und Wissenschaft als "Ideologie"*, 9. Auflage, Suhrkamp, Frankfurt am Main (Original 1968).
- [48] A. von Gleich: "Ökologische Kriterien der Technik- und Stoffbewertung", in R. von Westphalen (Ed.): *Technikfolgenabschätzung als politische Aufgabe*, Oldenbourg, München (1997), p. 499–570, insbesondere p. 566.

(Eingegangen am 20. November 2000; überarbeitete Fassung am 29. Juni 2001; WG)

Stefan Böschen, Martin Scheringer und Jochen Jaeger*

**Wozu Umweltforschung? – Über das Spannungsverhältnis zwischen
Forschungstraditionen und umweltpolitischen Leitbildern
Teil II: Zum Leitbild "Reflexive Umweltforschung"**

GAIA 10/3 (2001) 201–210

Abstract: In the treatment of environmental problems, there is often a discrepancy between the needs of planners and decision makers and the results provided by scientific research. This discrepancy is related to the different aims, priorities, and codes of practice of scientists, on the one hand, and decision- and policy-makers, on the other hand. To explore how this discrepancy could be reduced to some extent, we first introduce the distinction between knowledge-oriented and decision-oriented reduction of complexity. The challenge today's environmental research is faced with is that, to some extent, decision-oriented reduction of complexity should be incorporated in the selection and solution of scientific problems. This can be achieved by orientation towards societal guiding principles such as sustainability or the precautionary principle. Following this approach, we then introduce the guiding principle of "reflexive environmental research" and point out how it differs from the guiding principles of "classical scientific research". Key elements of reflexive environmental research are: reflection of guiding ideas external to science (e.g. sustainability); addressing explicitly the uncertainty and openness of scientific results and forecasts; transdisciplinarity; the aim of contributing to the solution of complex and controversial real-world problems; adherence to relevant scientific standards. Finally, we discuss the way reflexive environmental research can contribute to scientific consulting in decision-making processes in both business and politics.

Keywords: environmental politics, environmental research, guiding principles, precautionary principle, problem-oriented research, reflexivity, sustainability

***Postal address:** Dr. M. Scheringer
Gruppe für Umwelt- und Sicherheitstechnologie
Laboratorium für technische Chemie
ETH Hönggerberg, HCI G127
CH-8093 Zürich (Schweiz)
E-Mail: scheringer@tech.chem.ethz.ch